

ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО:

**ТЕОРИЯ
МЕТОДОЛОГИЯ
ПРАКТИКА**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО:
ТЕОРИЯ
МЕТОДОЛОГИЯ
ПРАКТИКА**

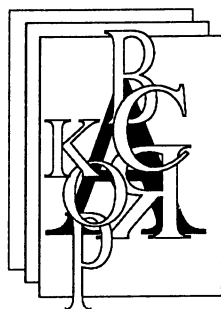
**ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКИЙ
СЛОВАРЬ-СПРАВОЧНИК**

Москва. 1995

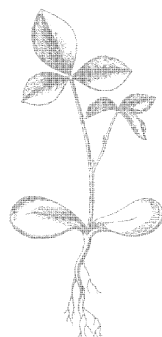
ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО: ТЕОРИЯ МЕТОДОЛОГИЯ ПРАКТИКА

**ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКИЙ
СЛОВАРЬ-СПРАВОЧНИК**

Под редакцией
А. И. Половинкина
В. В. Попова



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
"ИНФОРМ-СИСТЕМА"
ФИРМА "НАУКА" LTD. (Япония)
Москва • 1995



Scan AAW

ББК 99я2
Т38

Т38 Техническое творчество: теория, методология, практика. Энциклопедический словарь-справочник / Под ред. А.И.Половинкина, В.В.Попова. М.: НПО «Информ-система», 1995. 408 с.: ил.

ISBN 5-88439-006-8

В энциклопедический словарь-справочник включено более 500 понятий и терминов, раскрывающих основные аспекты индивидуального и коллективного технического творчества, его методического, информационного обеспечения и компьютерной поддержки. Приведены сведения о законах и закономерностях развития технических систем, эвристических методах, приемах, тактиках и стратегиях, способах оценки и выбора проектных решений, методах преодоления психологических барьеров мышления, основах изобретательства и патентования, методах и средствах развития творческих способностей, нравственных аспектах технического творчества. В приложениях приведены сведения, представляющие интерес для практиков.

Книга рассчитана на широкий круг читателей: ученых, инженеров, преподавателей, аспирантов, студентов.

ББК 99я2

© НПО «Информ-система», 1995

© «Nauka» Ltd., 1995

© Оформление. Издательская
корпорация «Логос», 1995

ISBN 5-88439-006-8

Техническое творчество: теория, методология, практика **Энциклопедический словарь-справочник**

Под редакцией *А.И. Половинкина, В.В. Попова*

ЛР № 071045 от 18.05.94 г.

Подписано к печати 15.12.94 г.

Формат 60×90 1/16. Бумага офсетная.

Печать офсетная. Усл.п.л. 25,5.

Уч.-изд.л. 40,25. Тираж 2000. Заказ № 2079

Издательская корпорация «Логос»

105318, Москва, Измайловское шоссе, 4

Отпечатано с оригинал-макета

в Московской типографии № 2 РАН

121099, Москва, Шубинский пер., 6.

ОТ РЕДАКТОРОВ

Всякая продуктивная деятельность человека в сущности является творчеством. Человечеством накоплен огромный объем знаний, составивший основу теории, методологии и практики творческой деятельности. Однако сведения о многих существующих эвристических методах, приемах, стратегиях и тактиках разрознены, не систематизированы. Поэтому до сих пор наиболее распространенным методом творческой деятельности является так называемый метод проб и ошибок, заключающийся в «слепом» переборе вариантов. Эффективность метода проб и ошибок, хотя безусловно и зависит от интуиции, настойчивости субъекта творчества и других факторов, очень низка. Все это вызывало необходимость систематизации знаний о теории, методологии и практике творчества, актуальность которой возросла еще и потому, что во второй половине XX в. превратилась в позитивную реальность «третья культура» — проектная, распространившаяся во всех сферах человеческой деятельности (технический, художественный, политический, социальный дизайн).

Предлагаемый вниманию читателя энциклопедический словарь-справочник «Техническое творчество: теория, методология, практика» является первым в мире изданием, где систематизированы такие знания. Среди авторов статей словаря-справочника — ведущие ученые и специалисты из Болгарии, Германии, Казахстана, Молдовы, России, Румынии, Украины. Работа по подготовке словаря-справочника началась в конце 80-х годов по инициативе Международной ассоциации «Эвристика». Практическое воплощение эта инициатива получила в Научно-производственном объединении «Информ-система» при финансовой поддержке японской фирмы «Nauka Ltd.», которым авторы словаря-справочника выражают глубокую признательность.

Словарь-справочник включает более 500 понятий и терминов, раскрывающих основные аспекты индивидуального и коллективного технического творчества, его методического обеспечения, а также знания о законах и закономерностях развития технических систем; эвристические методы, приемы, тактики и стратегии; способы оценки и выбора проектных решений; методы преодоления психологических барьеров мышления; информационные фонды; основы изобретательства и патентования; методы и средства

развития творческих способностей; нравственные аспекты технического творчества и др. Большинство статей словаря-справочника содержит ссылки на доступную литературу, где более полно раскрываются данные понятия и термины. В целях повышения практической полезности словаря-справочника даны следующие приложения:

1. Межотраслевой фонд эвристических приемов — 180 проверенных мировым опытом рекомендаций по совершенствованию известных или синтезу новых проектных решений.

2. Описания 356 физических и других эффектов и явлений, успешно реализованных в практике, но сведения о которых не были систематизированы. Эти описания даны в виде, позволяющем легко создать компьютерную базу данных для их автоматизированного поиска или даже для синтеза новых принципов действия технической системы, представляющих различные комбинации эффектов и явлений.

3. Перечень 100 достижений, оказавших наибольшее влияние на развитие человечества (сформирован на основе экспертного опроса).

4. Компьютерная поддержка технического творчества (краткие описания, реквизиты разработчиков).

Понятия и термины в словаре-справочнике напечатаны прописными буквами в виде заглавных слов. Если заглавные слова повторяются в тексте данной статьи, то они обозначаются первыми буквами с точками, при этом первое слово начинается с прописной буквы, а последующие — со строчных. Слова, уточняющие понятие или термин, но не входящие в его состав, напечатаны строчными буквами вразрядку. Если известны разные толкования понятий и терминов, они приводятся последовательно. Понятия и термины, разъясняемые в отдельных статьях и упоминаемые в данной статье словаря-справочника, выделяются курсивом.

Авторский коллектив надеется, что энциклопедический словарь-справочник будет полезен широкому кругу читателей: ученым, инженерам, практикам, педагогам, студентам — всем, кто занимается исследованиями, проектированием, изготовлением конкурентоспособной продукции, обучением профессиональному творчеству и заинтересован в повышении собственного творческого потенциала.

Авторы весьма благодарны и признательны профессору В.Д.Костюкову и доценту В.Н.Святошнюку за ценные советы, высказанные при ознакомлении с рукописью словаря-справочника, а также М.Ю.Поповой за большой труд при оформлении издания.

Замечания и предложения по энциклопедическому словарю-справочнику просим присылать по адресу: 105318, Москва, Измайловское ш., 4, Научно-производственное объединение «Информ-система».

Список авторов словаря

- из Болгарии: *М.С. Иванов, М.Н. Лепаров, М.Х. Попов*
из Германии: *Х. Мюллер, Д. Херриг*
из Казахстана: *Э.В. Ланько*
из Молдовы: *Б.Л. Злотин*
из России: *Г.Г. Азгальдов, Б.М. Аронов, А.И. Башмаков*
В.И. Белозерцев, Л.Н. Бутенко, Б.С. Воинов
М.П. Волков, В.Т. Грибов, А.М. Дворянкин
И.И. Дзегеленок, К.Е. Димент, В.А. Камаев
Ю.В. Кандырин, М.Г. Карпунин
В.П. Каширин, Б.К. Коломиец, Б.И. Кудрин
А.М. Кузьмин, Ю.И. Лобанов
Н.В. Мартынова, С.В. Никитин
А.И. Половинкин, А.Б. Попов, В.В. Попов
Р.В. Попов, Ю.И. Протасов
В.И. Святошнюк, А.И. Субетто
Ю.А. Трелин, С.А. Фоменков
С.В. Шалденков
из Румынии: *В.П. Белоус*
из Украины: *В.М. Одрин, Г.С. Чумаков*

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

<i>авт.</i>	— авторский	<i>н.э.</i>	— нашей эры
<i>б-ка</i>	— библиотека	<i>п.</i>	— пункт
<i>в.</i>	— век	<i>поз.</i>	— позиция
<i>в т.ч.</i>	— в том числе	<i>прогр.</i>	— программный
<i>в-во</i>	— вещество	<i>пром.</i>	— промышленный
<i>вн.</i>	— внутренний	<i>проф.</i>	— профессор
<i>внеш.</i>	— внешний	<i>разл.</i>	— различный
<i>г.</i>	— год	<i>рис.</i>	— рисунок
<i>г.</i>	— город	<i>руб.</i>	— рубль
<i>гл. обр.</i>	— главным образом	<i>русс.</i>	— русский
<i>греч.</i>	— греческий	<i>св-во</i>	— свойство
<i>др.</i>	— другой	<i>свид-во</i>	— свидетельство
<i>и т.д.</i>	— и так далее	<i>след.</i>	— следовательно
<i>и т.п.</i>	— и тому подобное	<i>см.</i>	— смотри
<i>инж.</i>	— инженерный	<i>спец.</i>	— специальный
<i>информ.</i>	— информационный	<i>ср.</i>	— средний
<i>иссл.</i>	— исследовательский	<i>ст.</i>	— статья
<i>к-рый</i>	— который	<i>т</i>	— тонна
<i>к.-л.</i>	— какой-либо	<i>табл.</i>	— таблица
<i>кВт</i>	— киловатт	<i>тв.</i>	— творческий
<i>км</i>	— километр	<i>тех.</i>	— технический
<i>кол-во</i>	— количество	<i>тыс.</i>	— тысяча
<i>конф.</i>	— конференция	<i>т.е.</i>	— то есть
<i>лат.</i>	— латинский	<i>т.зр.</i>	— точка зрения
<i>лит.</i>	— литература	<i>т.к.</i>	— так как
<i>м</i>	— метр	<i>т.наз.</i>	— так называемый
<i>макс.</i>	— максимальный	<i>т.о.</i>	— таким образом
<i>мат.</i>	— математический	<i>ун-т</i>	— университет
<i>мех.</i>	— механический	<i>уч.</i>	— учебный
<i>млн</i>	— миллион	<i>ф-ла</i>	— формула
<i>мин</i>	— минута	<i>ф.</i>	— функция
<i>мин.</i>	— минимальный	<i>физ.</i>	— физический
<i>мм</i>	— миллиметр	<i>хим.</i>	— химический
<i>Н</i>	— ньютон	<i>ч</i>	— час
<i>напр.</i>	— например	<i>шт.</i>	— штука
<i>науч.</i>	— научный	<i>эл.</i>	— электрический
<i>нем.</i>	— немецкий		



АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОИСКОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ — см.: *Поискового проектирования и конструирования автоматизация.*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВАЯ СИСТЕМА ПО ФИЗИЧЕСКИМ ЭФФЕКТАМ — система, оперирующая структурированными физ. знаниями в форме *физических эффектов*. Система предназначена для централизованного сбора сведений о физ. эффектах, организации многоаспектного поиска физ. эффектов и выдачи пользователю требуемой фактографической информации. Режим поиска, реализуемый системой, позволяет значительно сократить время получения нужных сведений, устранить необходимость рутинной переработки и систематизации физ. знаний, содержащихся в различных науч.-тех. источниках информации (справочниках, учебниках, монографиях, науч. статьях и т.п.), что существенно увеличивает объем активно используемых знаний по физике при выполнении различных науч.-иссл. и проектно-конструкторских разработок, а также в уч. процессе. Для организации поиска физ. эффекта по различным типам запросов информация о нем представляется стандартным формализованным образом (см.: *Описание физического эффекта*). В качестве поисковых атрибутов выступают признаки входа, выхода и объекта физ. эффекта в произвольной комбинации, благодаря чему поиск физ. эффекта возможен по самому широкому кругу запросов, напр., в материалах с заданными св-вами (жидкие кристаллы, сегнетополупроводники, халькогенидные стекла, твердые электролиты и т.п.) или по входной физ. величине, возможно исследование взаимодействия полей и в-ва (поиск по входу и объекту) и т.д. Примеры возможных запросов: какие эффекты описывают связь между мех. и эл. св-вами металлов; как можно изменить размеры твердого тела; посредством каких факторов можно влиять на эл. сопро-

тивление и предел прочности металлов; какие эффекты можно положить в основу принципа действия датчика, предназначенного для регистрации ультразвука, и датчика активности кислорода; какими способами вызывается эмиссия электронов из в-ва; как ионизировать газ; что известно о мех. св-вах тонких монокристаллов в виде нити или иглы (т. наз. монокристаллических «усов»); какой характер имеет температурная зависимость магнитной восприимчивости парамагнетиков; как влияет ультразвук на мех. характеристики твердых тел; с помощью каких воздействий можно изменить точку Кюри ферромагнетика и сегнетоэлектрика. Информ. обеспечение системы включает в себя следующие компоненты: фонд физ. эффектов; *каталог наименований физических эффектов*; *словарь входов и выходов физических эффектов*; справки по различным разделам физ. знаний. Прогр. обеспечение системы реализовано в виде пакета прикладных программ для ПЭВМ, совместимых с IBM PC, в операционной системе MS DOS версии 3.30 и выше. Система функционирует в режиме диалога, т.е. задает вопросы, предлагая одновременно на экране дисплея возможные варианты ответов. Пользователь, отвечая шаг за шагом на вопросы системы, формирует предписание на поиск физ. эффекта. Выходная информация — наименования найденных физ. эффектов, а также (по желанию пользователя) выходные карты физ. эффектов (*Описание физического эффекта*). Количество найденных физ. эффектов по запросу зависит от степени детализации запроса (числа поисковых признаков объекта, входа и выхода физ. эффекта) и от информ. наполнения системы.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ — см.: *Научных исследований автоматизированные системы.*

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО — охранный документ, выдаваемый на изобретение и удостоверяющий признание предложения изобретением, авторство, приоритет и исключительное право государства на И. (После выхо-

да закона «Об изобретениях в СССР» от 1 июля 1991 г. А.с. как форма охраны изобретения в России не используется.)

АВТОРЫ (СОАВТОРЫ) ИЗОБРЕТЕНИЯ — лицо(а), тв. трудом которых создано *изобретение*. А. и., являющемуся патентообладателем, выдается *патент*, не являющемуся патентообладателем — удостоверение, подтверждающее его авторство. Авторство на изобретение охраняется бессрочно.

АДДИТИВНАЯ ФОРМА ОБОБЩЕННОГО КРИТЕРИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ — наиболее простая мат. структура объединения различных критериев эффективности K_i в единую многокомпонентную целевую ф. вида

$$C = \sum_{i=1}^n g_i K_i. \text{ Такая структура облегчает}$$

решение задачи мат. программирования, однако при этом возникает проблема задания весовых коэффициентов g_i . Сложнее в вычислении, однако дает лучшие результаты выражение

$$C = \sum_{i=1}^n g_i [K_i - K_i^*], \text{ где } K_i^* \text{ — наилучшее}$$

значение i -го критерия эффективности.

АДДИТИВНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА — общее название показателей качества тех. объекта, к-рые построены на основе аддитивной модели. Эти модели базируются на предположении о том, что качество тех. объекта (т.е. эффект, ценность, полезность отдельного тех. устройства) определяется суммой эффектов от каждой его части или св-ва. Частной и широко применяемой на практике формой выражения А.п.к. является показатель качества K_K в виде взвешенной арифметической:

$$K_K = K_{\text{эф}} \sum_{i=1}^n K_i G_i, \text{ где } n \text{ — кол-во св-в,}$$

формирующих качество тех. объекта. Сущность аргументов, определяющих ф. K_K (относительного показателя свойства K_i , коэффициента важности G_i и коэффициента сохранения эффективности $K_{\text{эф}}$), раскрыта в ст. *Показатель качества технических объектов*. Наряду с А.п.к., базирующимся на применении ср. взвешенной арифметической (т.е. на принципе аддитивно-

сти), используются и др. виды показателей качества, основанные на др. принципах, напр., на принципе мультипликативности, т.е. не сложения, а перемножения эффектов. В этом случае показатель качества тех. объекта тоже выражается ср. взвешенной, но не арифметической, а геометрической. Какая из этих двух ср. более адекватно отражает поведение человека, принимающего решение с учетом не одного, а нескольких показателей, являлось предметом научной дискуссии Галилея с Нюццолино еще в 17 в. (Галилей отдавал предпочтение ср. геометрической, а Нюццолино — ср. арифметической). С тех пор многие ученые — специалисты в области статистики, психофизиологии и др. высказывали различные теоретические доводы в пользу каждой из этих двух ср. В различных областях науки и практики (в т.ч. при оценивании и выборе лучшего по качеству варианта тех. объекта) А.п.к. в виде ср. взвешенной арифметической используется гораздо чаще, чем др. виды ср. (напр., ср. геометрическая). Однако использование А.п.к. требует выполнения следующего условия: для применения А.п.к., выраженного в виде ср. взвешенной арифметической, необходимо, чтобы между относительными показателями K_i любых i -х св-в существовала независимость по предпочтению. Пример. Пусть скорость автомобиля измеряется с помощью показателя K_1 , а нагрузка на каждое колесо — с помощью показателя K_2 . Анализ независимости по предпочтению K_1 и K_2 показывает, что при не очень больших скоростях (допустим, при $K_1 \leq 150$ км/ч) меньшая нагрузка на каждое колесо предпочтительнее большей нагрузки (при этом уменьшается сопротивление движению, от которого зависит расход бензина), но при больших скоростях (напр., при $K_1 \geq 200$ км/ч) предпочтительней не меньшая, а большая нагрузка на каждое колесо (при небольшой нагрузке и очень большой скорости автомобиль становится малостойчивым). Т.о., эти два св-ва не являются независимыми по предпочтению. Способы, позволяющие обеспечить независимость по предпочтению

показателей св-в, используются при построении тех. объектов, представляющих собой геометрическую интерпретацию квалиметрических моделей качества тех. объектов.

Лит.: Агагьядов Г.Г., Райхман Э.П. О квалиметрии М. Изд-во стандартов, 1973; Джини К. Средние величины. М. Статистика, 1970; Финшери П. Теория полезности для принятия решений М. Наука, 1978.

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

— комплексная программа алгоритмического типа, основанная на законах развития тех. систем и предназначенная для анализа и решения изобретательских задач, т.е. программа последовательных операций по обработке изобретательской задачи путем выявления противоречия, из-за которого она возникла, и его устранения. Программа позволяет шаг за шагом переходить от случайной постановки задачи к научно обоснованной, затем к предельно упрощенной модели задачи, анализу противоречий и поиску способов их разрешения. В процессе реализации программы задача постоянно претерпевает изменения, ее формулировка уточняется до тех пор, пока решение задачи не становится практически очевидным (находится задача-аналог, решение которой приемлемо для решаемой задачи). Постепенные преобразования задачи, сопровождающиеся все более глубоким проникновением в ее физ. сущность, позволяют последовательно подключать к ее решению различные операторы и информ. фонды (*Информационный фонд ТРИЗ*), обеспечивая все более высокий уровень решения по мере продвижения по алгоритму. Основные операторы, применяемые при решении задач с помощью алгоритма: приемы разрешения тех. и физ. противоречий (*Техническое противоречие*), *Физическое противоречие*), *вепольный* (вещественно-полевой) анализ, стандарты на решение изобретательских задач, табл. использования ресурсов и др. Алгоритм включает средства борьбы с психологической инерцией и стимуляции работы воображения, напр., правила по исключению из формулировки условия задачи спец. терминов — основных носителей психологической инерции; метод

моделирования «маленькими человечками» — использование условных рис., на к-рых требуемое действие выполняется группами маленьких человечков, олицетворяющих те или иные реальные физ. объекты и действия. Большим «антиинерционным» действием обладает формулирование идеального конечного результата — идеального решения, при к-ром запрещается задумываться о том, как оно будет реализовано и возможно ли это в принципе. Значительное психологическое воздействие оказывает само существование и использование алгоритма: работа по программе придает уверенность, позволяет смелее выходить за пределы узкой специализации и, главное, ориентирует работу мысли в наиболее перспективном (в соответствии с законами развития тех. систем) направлении. Алгоритм снабжен постоянно пополняемым обширным, но в то же время компактным информ. фондом. Имеется обширный фонд задач-аналогов. Т.к. один цикл работы по алгоритму может не дать решения, полностью удовлетворяющего «заказчика», то алгоритм обеспечивает многоразовый итеративный подход к поиску решений. Решение задачи по алгоритму — это в большой мере иссл. работа, в результате к-рой можно получить нечто большее, чем решение одной, пусть даже и очень важной задачи. С помощью спец. процедур можно объективно оценить полученные решения, дополнить их, развить и использовать для решения др. задач.

Лит.: Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. М.: Моск. рабочий, 1969 (1-е изд.), 1973 (2-е изд.); Альтшуллер Г.С., Селяцкий А.Б. Крылья для Икара. Как решать изобретательские задачи. Петрозаводск: Карелия, 1980.

АЛГОРИТМЫ ПОИСКА ГЛОБАЛЬНОГО ЭКСТРЕМУМА предназначены для определения на всем множестве допустимых решений точки, в к-рой целевая функция принимает наибольшее или наименьшее значение. Т.к. глобальный экстремум выбирается среди множества локальных экстремумов, то в А.п.г.э. обычно как составная часть входит алгоритм поиска локального экстремума, к-рый чаще всего используется на заключительном этапе поиска

для уточнения значения и местоположения локального экстремума. А.п.г.э. делятся на детерминированные, статистические и комбинированные. Отдельно можно выделить сканирование на детерминированной сетке по всей области определения целевой ф. и сканирование с уточнением в «подозрительной» области. Эти методы, гарантируя нахождение глобального экстремума, отличаются повышенной трудоемкостью. Детерминированные А.п.г.э. базируются на использовании методов адаптации и самообучения, напр. метода «оврагов», метода «тяжелого шарика» (гольф-метод), А.п.г.э. на сетке кода Грея. Статистические методы: метод Монте-Карло, метод конкурирующих точек и др. — отличаются от детерминированных намеренным выделением элемента случайности, тем самым являясь прямым развитием метода проб и ошибок. По существу эти методы в той или иной мере моделируют имеющие место в природе случайные мутации с последующим отбором. Практически для каждого детерминированного метода существует статистический аналог, напр., метод поиска на детерминированной сетке во многом аналогичен методу слепого случайного поиска в пространстве параметров с псевдоравномерным распределением точек, к-рый, как доказано, в n раз (n — число параметров) эффективнее первого. Аналогом методов спуска является метод случайного спуска. Можно утверждать, что статистические А.п.г.э. эффективнее детерминированных на начальных этапах поиска при выделении области расположения глобального экстремума, а также в обстановке помех. Достоинством статистических А.п.г.э. является возможность отсеивания точек, не принадлежащих множеству допустимых решений, на этапе генерации псевдослучайных точек, что повышает их быстродействие. Комбинированные методы сочетают достоинства статистических и детерминированных методов поиска. При этом в одних методах на начальном этапе проводится случайный поиск с выделением нескольких «подозрительных» зон, в к-рых производятся детерминирован-

ные спуски в область экстремума (один из представителей такого А.п.г.э. — ЛП-поиск). В др. методах на начальном этапе для сужения области допустимых решений выполняются пробные детерминированные спуски из разных точек множества допустимых решений. В любом случае для уточнения местоположения глобального экстремума используют детерминированный спуск. А.п.г.э. применяются для решения задач определения *оптимальных параметров технических систем*.

Лит.: Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. М.: Мир, 1975; Растриниг Л.А. Статистические методы поиска. М.: Наука, 1968; Камасев В.А. Методы нелинейного программирования в транспортном машиностроении: Учеб. пособие. Волгоград: ВолгПИ, 1984.

АЛГОРИТМЫ ПОИСКА ЛОКАЛЬНОГО ЭКСТРЕМУМА предназначены для определения одного из локальных экстремумов на множестве допустимых решений, в к-ром *целевая функция* принимает макс. или мин. значение. При построении А.п.л.э. могут использоваться 3 типа стратегий: детерминированный спуск в область экстремума, случайный поиск, комбинированные методы, содержащие элементы детерминированного и случайного поиска. (Случайный поиск наиболее эффективен в обстановке помех, а также при определении *глобального экстремума*, поэтому ниже представлены только детерминированные методы.) Исходную задачу нелинейного программирования с ограничениями преобразуют в задачу на отыскание безусловного экстремума. Для ее решения используют три основных метода: внеш. штрафных ф., барьерных поверхностей, скользящего допуска. В этих методах значения преобразованной целевой ф. в области *допустимых решений* в точности или приближенно равны значениям исходной целевой ф., а значения вне области допустимых решений намного больше значений преобразованной целевой ф. В первых двух методах новая ф. «штрафуется» за невыполнение ограничений, при этом во втором методе весовые коэффициенты штрафа образуют монотонно убывающую последовательность. В методе скользящего допуска на начальных этапах поиска нарушение

ограничений почти допустимо, по мере движения к экстремуму допуски на нарушение ограничений ужесточаются. При наличии сложных ограничений быстрее приводит к решению метод скользящего допуска. А.п.л.э. обычно содержит процедуру «условия прекращения поиска экстремума», к-рая обеспечивает нахождение экстремума с определенной точностью. В целом А.п.л.э. реализуют методы спуска к экстремуму, при к-рых значение целевой ф. последовательно улучшается вплоть до достижения экстремума. Методы спуска разделяются на 3 группы: 1) методы, использующие значения 1-й и 2-й производных целевой ф. В этом случае выполняются как необходимые, так и достаточные условия экстремума. Ярким представителем этих методов является метод Ньютона и его модификации. Методы для квадратичных ф. обеспечивают самую быструю сходимость, однако применение их для оптимизации параметров тех. систем с неаналитическими целевыми ф. проблематично; 2) методы, использующие только значения 1-й производной целевой ф., по к-рой можно оценить необходимое условие экстремума, а значит, выбрать верное направление спуска. К этой группе принадлежат градиентные методы, метод наискорейшего спуска, примыкают методы спуска с переменной метрикой, в к-рых вычисляются только 1-е производные, однако информация используется для последовательного построения матрицы 2-х производных (методы Флетчера—Ривса, Дэвидсона—Флетчера—Пауэлла и т.д.); 3) при оптимизации параметров тех. систем наиболее широко применяются методы прямого поиска, не использующие вычисления производных, напр., метод Гаусса—Зейделя и его модификации, метод Розенброка, метод Хука—Дживса, причем последние два гораздо эффективнее первого. Для задач со сравнительно небольшим (до 10) кол-вом переменных наиболее эффективен алгоритм поиска по деформируемому многограннику (метод Нелдера—Мита). В большинстве применяемых в настоящее время методов поиска экстремума при определении направле-

ния и размера последующего шага используется информация, полученная только на одном-двух предыдущих шагах. Это позволяет сократить время на использование информации, однако увеличивает общее кол-во шагов. Если вычисление целевой ф. требует больших затрат машинного времени, то целесообразно организовать соответствующую обработку всей информации, полученной на предыдущих шагах. Эту информацию с помощью регрессионного анализа используют для аппроксимации поверхности отклика целевой ф., тем самым с повышенной точностью прогнозируют попадание в точку экстремума. А.п.л.э. используются для решения задач определения *оптимальных параметров технических систем*.
Лит.: Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. М.: Мир, 1975, Камаев В.А. Методы нелинейного программирования в транспортном машиностроении: Уч. пособие. Волгоград: ВолгПИ, 1984; Автоматизация поискового конструирования /Под ред. А.П. Половинкина. М.: Радио и связь, 1981.

АНАЛОГИЯ — соответствие элементов, совпадение ряда св-в или к.-л. иное отношение между объектами (явлениями и процессами), дающие основание для переноса информации, характеризующей один объект, на менее изученный, сходный по существенным св-вам, качествам объект. А. является одним из самых универсальных *эвристических приемов* для решения творческих задач. А. может быть выявлена сознательно, целенаправленно или случайно, без участия сознания (по *ассоциации*). Возможны различные характер и виды А. между объектами (явлениями, процессами): материальная; символическая (графическая); словесная (аллегория, метафора, метонимия, синекдоха, синоним и др.); прямая или отдаленная; по форме, структуре, ф. объекта и др. А. — это основной прием субъективной логики человека, основанный на системном подходе при сравнении объектов. Оригинальность синтезированных с помощью А. тех. систем определяется глубиной аналогирования, умением выявить сходство в резко различающихся видах, за многообразием явлений видеть их сущность. Аналогирование предполагает разви-

тую интуицию и воображение, т.к. по сути представляет собой результат качественного синтеза облика *технической системы* по отдаленному подобию. Напр., Самюэлю Броуну аналогия с паутиной, натянутой между ветками, подсказала оригинальную конструкцию моста. Поиск новых идей и решений на основе выявлений А. с *техническими объектами* в др. области, с живыми организациями (человеком, животными, растениями), с объектами и явлениями неживой природы и т.д. осуществляется с помощью группы эвристических приемов. А. широко используется в тех. творчестве, в ходе консультаций и обсуждения задач со специалистами, решающими аналогичные проблемы в др. областях *техники* и деятельности (*Прямая аналогия, Символическая аналогия, Ассоциация, Эмпатия*).

Лит.: Буш Г. Аналогия и техническое творчество. Рига: Авотс, 1981; Джиджян Р.З. Методологический анализ процесса открытия и изобретения. Ереван. Ерев. гос. ун-т, 1984; Философский энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983.

АНАЛОГИЯ ПРЯМАЯ — выбор близкого к решаемой задаче объекта или процесса в самых разных областях человеческого знания, в том числе и в живой природе (биологическая аналогия). А.п. является очень распространенным приемом в эвристических методах тех. творчества и др. видах человеческой деятельности. А.п. использует следующие процедуры: 1) представление задачи общими терминами (напр., один из вариантов формулировки задачи поиска нового типа насоса: «Поиск системы перемещения материала (состояние: твердое, жидкое или газообразное) между двумя точками пространства»); 2) поиск решений по формулировке в п.1 в разных областях (напр., в строительстве — насос для перекачки бетона, в сельском хозяйстве — для перекачки воды, в растениях — механизм движения жидких веществ, в человеке — сердце и легкие). Здесь полезен список областей, а также их классификация; 3) приспособление решений, найденных в п.2, для решения поставленной задачи. Особое внимание следует уделять био-

логической аналогии, т.к. запас биологических идей у природы практически неисчерпаем. Напр., на основе А.п. со строением кожи дельфинов создана мягкая обшивка для подводных судов, позволяющая на 20 % увеличить их скорость под водой; на основе принципа сочленения ног насекомых созданы шагающие роботы и др.

АНАЛОГИЯ СИМВОЛИЧЕСКАЯ — аналогия, с помощью которой проблема описывается несколькими словами обобщенно, абстрактно и парадоксально (например, фонтан — падающая неподвижность, шуруп — соединяющий разрушитель). А.с. позволяет, используя оригинальное, парадоксальное описание проблемы, увидеть задачу с новой т.зр. Можно отождествить А.с. с придумыванием названия книги. Некоторые способы получения А.с.: 1) уточняется ключевое слово проблемы (напр., сила); отыскивается слово, имеющее противоположный смысл (напр., слабость); найденные слова связываются правильно грамматически (напр., сильная слабость, слабая сила, сила через слабость, слабость через силу и др.). Противоположные по смыслу слова можно найти в словаре антонимов, образовать слова с помощью приставок бес-, не-, а-, противно-, контра-, анти- и др.; 2) уточненное ключевое слово проблемы дублируется (напр., сильная сила, сила — сила); 3) уточняется ключевое слово (слова) проблемы (напр., нож); определяются характерные св-ва ключевого слова (напр., острый, стальной, складной); найденные св-ва связываются в нетипичную, парадоксальную комбинацию (напр., острая сталь, стальная острота). А.с. используется в некоторых эвристических методах тех. творчества.

АНТИЦИПАЦИЯ — св-во системы предвосхищать изменения воздействующих на нее др. систем, опережать развитие событий, предвидеть возможный результат действия. На микроуровне А. — вид отражения вторичной деформации или косвенного следа, связанный с возможным расширением диапазона (зоны) воздействия отражаемого объекта на отражающий, обеспечиваю-

щий прирост подобия отражающего отражаемому (по сравнению с первичной деформацией или прямым следом) и обусловленный их внутренней субстанцией и динамическим, функциональным родством. По виду отражаемых св-в различают статическую (или пространственную) А., связанную с более полной предметной «дорисовкой» св-в отражаемого объекта, и динамическую (или временную), связанную с предвосхищением последующего развития деформирующего процесса за счет опережающего перехода прямого следа в косвенный по сравнению с действительным переходом активной части отражаемого объекта в новое состояние. Кроме того, различают внеш. и вн. А., напр., внеш. пространственную, экстенсивную деформацию, обусловленную вовлечением в антиципативный след большего числа фрагментов отражаемого объекта, и вн. пространственную, интенсивную деформацию, обусловленную углублением детальности соответствия результирующей деформации св-вам отражаемого объекта. Аналогично при временной вн. А. процесс детализируется, но остается в том же интервале времени, при внеш. — детальность остается неизменной, но интервал отраженного процесса расширяется. В таком понимании А. является необходимым условием возникновения способности к ощущению и др. более высоким формам отражения (инстинкт, интуиция, инсайт, догадка, обучение, опережающее отражение и др.). В частности, временная А. содержит в себе основу процесса, наиболее развитую форму к-рого называют прогнозированием. Процессы глубокой и разнообразной А. составляют подоплеку *креативности*. Эффективность А. зависит от степени подобия наборов валентностей компонентов взаимодействующих систем и законов их взаимного перехода в класс экстензий, интензий и потенций (*Валентность*) на определенном числе системных иерархических уровней (ярусов). Ограниченность числа ярусов подобия субстанций сказывается на глубине возможной деятельности отражения. Тождество субстанций отражающего и отражаемого объектов

оказывается не обязательным, что имеет принципиальное значение для информ. технологий, т.к. обосновывает возможность имитации различных процессов, в т.ч. и протекающих в биологической субстанции, на неорганических субстратах тех. устройств (см.: ст. *Образ и лит.* к ней).

АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ТЕХНИКИ — показатели соответствия и приспособления *технических систем* к человеку, снижения дискомфорта и повышения положительных эмоций, уменьшения или исключения вредных и опасных воздействий *техники* на человека. Список А.к.т. обычно включает *критерии эргономичности, красоты, безопасности, экологичности*. А.к.т. оказывают сильное возрастающее влияние на прогрессивную *эволюцию техники*. Это влияние будет возрастать в связи с формированием гармоничной *ноосферы* как в отдельных странах, регионах и городах, так и в мире в целом. А.к.т. относятся к группе *критериев эффективности технических систем*. Лит.: Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988

АССОРТИЦА — сосредоточение различающегося в одном *техноценозе*; явление возникновения, одновременного существования и функционирования различных *изделий* (при близких требованиях и ограничениях на существование: одинаковость потребительских св-в — близость экологических ниш); применение различающихся технологий для достижения одного результата, выпуска продукции одного *вида*; использование разных материалов, *технически взаимозаменяемых*, во время построения и развития *техноценоза*; сосредоточение, появление различного в системе, ограниченной в пространстве — времени.

Лит.: Кудрин Б.И. Научно-технический прогресс и формирование техноценозов // Экономика и организация промышленного производства. 1980. № 8. С. 25–28.

АССОЦИАЦИЯ (лат. associatio — соединение) — психологическое св-во человека свободно связывать различные явления (образы, понятия, мысли, представления, чувства и др.), когда появление одного из них служит стимулом для возникновения в сознании

другого; условно первый элемент можно назвать причиной А., а второй — следствием. А. является отражением в сознании человека взаимосвязей предметов и явлений действительности. Как правило, А. возникает неконтролируемо (без участия сознания) и в большой степени зависит от опыта, эмоциональности и др. характерных особенностей человека, а также от условий в момент осуществления А. Возможности человека генерировать А. практически неограничены. Способность генерировать яркие, необычные А. — очень важная особенность тв. личности. Классификация А. проводится в зависимости от отношения следствия А. к ее причине: А. по контрасту, возникающая на основе противоположных признаков элементов (напр., человек — животное), к этой группе относятся антонимы, напр., естественный — искусственный; А. по смежности, одновременности, отражающая элементы, связанные одновременно или последовательным проявлением во времени или пространстве (напр., карандаш — бумага); А. по сходству, возникающая на основе внеш. сходства элементов (напр., самолет — сокол), к этой группе относятся омонимы, напр., кран (водопроводный) — кран (башенный); А. по смыслу, возникающая на основе сущностных сходств элементов и их взаимосвязей (напр., часы — компьютер, звук — магнитофон, дверь — замок), к этой группе относятся и синонимы, напр., луч — искра. Различают также первичные А., к-рые возникают сразу, без замедления, и вторичные, дополнительные А., к-рые возникают после первичных. Вторичные А. часто являются более оригинальными. Существуют индивидуальные и коллективные А., когда их генерирует одновременно и вслух группа лиц. В принципе А. являются сугубо личными. А. являются составным элементом некоторых методов творчества, напр., *метода метафор и гирлянд ассоциаций, метода фокальных объектов* и др.

АССОЦИАЦИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОМУ АНАЛИЗУ — добровольная обще-

ственная тв. организация, созданная с целью объединения усилий специалистов в области *функционально-стоимостного анализа* (ФСА), обеспечения условий для активизации их деятельности и реализации их разработок в народном хозяйстве. Учреждена в октябре 1990 г. на симпозиуме, состоявшемся в г.Суздаль. Включает в свой состав как индивидуальных, так и коллективных членов. Своей первоочередной задачей Ассоциация определила содействие предприятиям и организациям страны в достижении на основе ФСА высокой результативности их деятельности в условиях рыночных отношений. При этом имеются в виду самые разнообразные сферы использования методологии ФСА: разработка новой конкурентоспособной продукции, новых видов услуг, технологий и материалов; сокращение сроков их проектирования, подготовки и освоения изготовления и эксплуатации; модернизация выпускаемых изделий; конверсия и диверсификация производства; маркетинг; увеличение срока службы и эксплуатационной надежности продукции и предназначенных для ее производства основных фондов; совершенствование процессов организации труда, производства и управления; разработка и реализация природоохранных и др. целесообразных мероприятий. В числе уставных задач Ассоциации: создание и развитие методических и компьютерных средств интенсификации и интеллектуальной поддержки инженерного

творчества на базе ФСА; функционально-стоимостная экспертиза отдельных проектов и решений; информ. обслуживание членов Ассоциации методическими, нормативными, справочными и др. материалами по ФСА; обобщение и пропаганда передового опыта в области ФСА; обучение методологии ФСА и др. методам инженерно-тех. творчества; поиск потенциальных партнеров среди отечественных и зарубежных объединений, предприятий и фирм для реализации проектов с использованием методологии ФСА; апробация новых методических материалов по ФСА на предприятиях страны и за рубежом; организация обмена опытом с отечественными и иностранными специалистами, в т.ч. в форме стажировок.

Лит.: Функционально-стоимостный анализ в интенсификации экономики: Материалы III Всесоюз. науч.-тех. симпозиума по ФСА. Суздаль, 9–11 окт. 1990 г.

АССОЦИАЦИЯ ТРИЗ — объединение преподавателей, разработчиков и пользователей *теории решения изобретательских задач* (ТРИЗ), созданное в 1989 г. Деятельностью Ассоциации руководит совет Ассоциации. Первым президентом Ассоциации избран Г. Альтшуллер. Основные цели Ассоциации: развитие тв. способностей личности, развитие ТРИЗ как инструмента интенсификации творчества, содействие решению актуальных науч. и тех. проблем. Ассоциация ведет работу по всемерному распространению ТРИЗ, координации работ в области ТРИЗ (см.: *Теория решения изобретательских задач*).



**БАНК ДАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ** — см.:

*Показателей технических систем
банк данных.*

**БАНК ДАННЫХ ТЕХНИЧЕСКИ РЕ-
АЛИЗУЕМЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ** —

см.: *Технически реализуемых потреб-
ностей банк данных.*

**БАНК ДАННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ
ФУНКЦИЙ** — см.: *Технических фун-
кций банк данных.*

**БАНК ДАННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ
ЭФФЕКТОВ** — см.: *Физических эф-
фектов банк данных.*

**БАНК ДАННЫХ ФУНКЦИЙ ИЗДЕ-
ЛИЙ** — см.: *Функций изделий банк
данных.*

**БАНК ДАННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬ-
НЫХ СТРУКТУР** — см.: *Функцио-
нальных структур банк данных.*

**БАНКИ ДАННЫХ ПО ИНЖЕНЕР-
НОМУ И ТЕХНИЧЕСКОМУ ТВОР-
ЧЕСТВУ** — систематизированная ин-
формация по различным областям зна-
ний, необходимая для повышения про-
дуктивности тв. деятельности. Б.д.и.т.т.
ориентированы на определенный класс
технических систем или на область
интересов тв. личности. В первую оче-
редь целесообразно формирование бан-
ков данных по патентам, классу изде-
лий, конструкционным материалам,
комплектующим изделиям, принципам
действия, *техническим функциям* и т.д.

Для облегчения создания, использова-
ния и развития Б.д.и.т.т. рекомендуют-
ся компьютеры с развитым системным
и сервисным прогр. обеспечением.

БАРЬЕРЫ ТВОРЧЕСТВА (препятст-
вия в тв. деятельности) — тормозящие
влияния и действия внеш. среды и са-
мой личности, к-рые снижают эффек-
тивность тв. деятельности или делают
ее безуспешной. Б.т. разделяют на два
основных класса: *внутренние*, обус-
ловленные вн. причинами самой тв.
личности, и *внешние*, связанные с вли-
яниями на человека внеш. среды. Зна-
ние Б.т. необходимо для сознательного
снижения или преодоления их влияния
и повышения эффективности тв. дея-
тельности. Б.т. — это важнейший раз-

дел таких дисциплин, как изобретология, методы тех. творчества и т.п.

БЕЗОПАСНОСТИ КРИТЕРИЙ — показатель, оценивающий уровень возможных вредных и опасных воздействий *технической системы* на обслуживающий персонал и окружающих людей, приводящих к временной потере трудоспособности, к тяжелым увечьям человека, инвалидности с утратой трудоспособности, к смертельным исходам. Б.к. связан с уровнем и вероятностями различных воздействий, к-рые понижаются при возрастании тяжести воздействий. В целом интегральный Б.к. меньше для более совершенной техники за счет новых проектно-конструкторских решений. Б.к. относится к группе *антропологических критериев техники*.

Лит. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества М. Машиностроение, 1988

БИОСФЕРА — оболочка Земли, состав, структура и энергетика к-рой обусловлены прошлой или современной деятельностью живых организмов. Б. охватывает часть атмосферы, литосферы и гидросферы, к-рые взаимосвязаны сложными биогеохимическими циклами миграции в-ва и энергии. Начальный момент этих циклов заключен в трансформации солнечной энергии растениями и синтезе биогенных в-в на Земле. Б. состоит из живого в-ва (совокупность всех живых организмов, численно выраженная в элементарном хим. составе, массе и энергии), биогенного в-ва (каменный уголь, нефть, известняк и т.д.), бионосного в-ва (почти вся вода, почва, кора выветривания и т.д.) и др. включений. Живое в-во выполняет в Б. огромную работу и является могучей геологической силой планетарного характера, определяющей лик Земли. В учении о Б. выделяют следующие основные аспекты: энергетический, биогеохимический, информационный, пространственно-временной, связанный с изменением Б. в пространстве и геологическом времени. Особое место в учении о Б. занимает ноосферный аспект, изучающий глобальные эффекты воздействия человечества через созданную им *техносферу* на структуру и химию Б.: разработка по-

лезных ископаемых, получение новых, отсутствующих до того в Б. в-в (напр., чистый алюминий, железо и др. металлы), преобразование биогеоценоотических структур Б. (сведение лесов, осушение болот, распашка целинных земель, создание водохранилищ, загрязнение вод, почв и атмосферы продуктами хозяйственной деятельности, строительство городов и пром. объектов, промысловое хозяйство и т.д.). Локальное воздействие человека на Б. во всей предшествовавшей истории сменилось в 20 в. его глобальным влиянием на состав, структуру и ресурсы Б. Сейчас на планете нет участка суши или моря, где бы не были обнаружены следы деятельности человека. Известны многочисленные примеры разрушительной деятельности человека и экологических нарушений, для предотвращения и устранения к-рых необходимо осуществлять спец. мероприятия по охране природы. Поскольку отрицательное влияние техносферы на Б. нарастает и стало угрозой благополучному существованию человека, то при создании новых тех. объектов необходимо все в большей мере учитывать это влияние. Для этого инженеры должны расширять свои познания в области Б. В целях снижения и предотвращения отрицательного влияния техносферы на Б. необходимо предпринимать усилия по целенаправленному формированию на Земле гармоничной *ноосферы* (см.: *Экология*).

Лит. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружение М. Наука, 1965, Дювиньо П., Танг М. Биосфера и место в ней человека / Пер с франц М. Прогресс, 1968

БИОТЕХНОЛОГИЯ — древнейшая отрасль технологии, использующая биологические формы материи и процессы в качестве средства воздействия на предметы природы с целью получения социально значимых продуктов. Целенаправленное практическое применение человеком Б. начато 9—8 тыс. лет до н.э. с использования методов селекции (искусственного отбора) для выведения более продуктивных пород домашних животных, культурных растений и штаммов микроорганизмов (см.: *Земледелие*). Термин Б. впервые применил в 1919 г. венгерский ученый К. Эреки

для обозначения работ, в к-рых продукты получают с помощью живых организмов. С середины 70-х г. в связи с открытием методов перестройки и переноса генов в микроорганизмы и клетки (генная инженерия) Б. (в целом нередко необоснованно) сводят к микробиотехнологии (см.: *Технологическая матрица*). В настоящее время ключевую роль в Б. отводят микроорганизмам: бактериям, дрожжам, нитчатым грибам, простейшим, водорослям и др. Из 100 тыс. видов, известных в природе, используют несколько сотен видов микроорганизмов в ряде технологических ф.: при синтезе аминокислот, антибиотиков, белков, витаминов, липидов, нуклеиновых кислот, полисахаридов, пигментов, сахаров, ферментов и т.д.; в переработке отходов агрокомплекса и промышленности (биodeградация) с последующим превращением их в полезные продукты (биоconversion); как заменитель активного агента в геотехнологии; с целью генерирования энергии путем превращения биомассы зеленых растений в углеводороды и биогаз (метан), поставлены задачи биоэнергирования водорода и электричества; при оценке уровня микросодержания газообразных, жидких и твердых в-в в качестве датчиков (биосенсоров) аналитических приборов. Новый этап в развитии Б. связывают в первую очередь с культивированием в питательных средах клеток растений и животных в качестве продуцентов биологически активных в-в. По прогнозам, в 21 в. будут созданы трансгенные растения и животные (содержащие чужеродный ген во всех клетках), отличающиеся высокой продуктивностью.

Лит. Сассон А. Биотехнология свершение и надежды. М., Мир, 1987, Каширин В.П. Философские вопросы технологии. Томск. Изд-во Том. ун-та, 1988, Газарян К.Г., Тарантул В.З. Биотехнология за рубежом. М., Знание, 1990.

БИФУРКАЦИЯ — катастрофический скачок, конфликтный срыв, узел взаимодействия между случаем и внеш. ограничением, между флуктуациями и

необратимостью (см.: *Синергетика*). Б. определяется как явление резкого изменения переменных состояния, критического случайного выбора нового (одного из множества) состояния системы, находящейся вдали от положения равновесия, при плавном изменении управляющего параметра и перехода его через критическое значение, или точку Б., когда вн. флуктуации системы или малые внеш. возмущения среды не могут быть погашены. Будучи захваченной наиболее сильной флуктуацией, вызвавшей положительную обратную связь, или комбинацией флуктуаций, система действует, подобно усилителю, отклоняется от стандартного состояния, переходит к новому режиму функционирования и превращается в своеобразный исторический субъект в том смысле, что его дальнейшая эволюция будет уже зависеть от сделанного критического выбора. Наряду с такого рода симметричной первичной Б., обусловленной вн. активностью неравновесных состояний, под влиянием систематического внеш. воздействия могут происходить несимметричные «вынужденные» Б. и отбор неких предпочтительных для данной среды структур. Другим примером Б., связанной со спонтанной «адаптивной подстройкой» системы к окружающей среде, может служить чувствительность сильно неравновесных состояний к внеш. флуктуациям среды, или случайному шуму. Такой шум особенно присущ общественной среде, и креативные Б. нейрофизиологической активности мозга (см.: *Креативность*) сильно зависят от него. Наконец, могут возникать каскады Б., когда «историческая» траектория, по к-рой эволюционирует система при росте управляемого параметра, представляет собой чередование устойчивых областей, где доминируют детерминистические законы, и неустойчивых областей вблизи точек Б., для к-рых возможен случайный выбор будущего (см.: *Синергетика*).

ВАЛЕНТНОСТЬ (в системологии) — св-во объекта принимать участие в процессах связывания с др. объектами, вступать с ними в связь или препятствовать ее возникновению. В. разделяются по форме проявления и степени их силы и выступают в трех основных видах: экстенции — В., реализованные в действительности, более или менее прочно занятые; интенции — В. свободные, не проявившиеся, но обладающие сильной предрасположенностью, необходимостью к проявлению и обнаружению; потенции — свободные и слабые В. Один и тот же вид связи в зависимости от условий, взаимовлияний В. и наличия тех или иных объектов в окрестностях данного объекта (т.е. окрестностных условий) может выступать попеременно как экстенция, интенция или потенция.

Лит. Мельников Г.П. Системология и языковые аспекты кибернетики. М.: Сов. радио, 1978.

ВАРИОФИКАЦИЯ — явление ускоряющегося во времени и увеличивающегося количественно числа (изготовления) видов продукции. Увеличение эволюционирующих семейств происходит неравномерно: есть семейства, у которых число видов растет быстро. Рост числа выпускаемых видов и разновидностей новых изделий, все ускоряющаяся замена новых изделий, технологий, материалов новейшими являются одним из следствий тех. революции. Причины этого следующие: выпуск принципиально нового, занимающего незанятую экологическую нишу (напр., появление самолета); замена выпускаемой продукции, существующей технологии, материалов на новые и новейшие (наиболее типичный случай): увеличение разнообразия изделий внутри семейства и выделение в нем новых рядов; усложнение самого изделия и его составляющих — комплектующих узлов и деталей; качественное изменение уровня технологии, необходимой для выпуска продукции (напр., процессоров); ужесточение и увеличение разнообразия требований к исходным материалам (напр., особо чистых);

жесткие ресурсные, особенно энергетические и экологические ограничения, вынуждающие разнообразить выпуск и ставить его в соответствие ограничениям. В условиях ускорения науч.-тех. прогресса В. как явление неизбежна. Она диалектически противоречива, имеет положительные и отрицательные стороны (последние проявляются в росте затрат, связанных с разработкой и освоением нового, и в росте текущих издержек на эксплуатацию). Для оценки эффективности тех. творчества полезно различать: В. как неизбежное заполнение новых экологических ниш; *диверсификацию* как стремление в условиях конкуренции расширить разнообразие выпускаемого данным предприятием (реализация гиперболического Н-распределения по объему и стоимости); *ассортицу* как сосредоточение различного в выделенном *техноценозе*, что позволяет управлять структурой, повышая эффективность функционирующей *техники* в рамках цикла техноволнаний.

ВЕКТОРНАЯ (МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ) ОПТИМИЗАЦИЯ — поиск оптимальных параметров *технической системы* путем одновременной экстремизации нескольких *L* целевых функций (критериев эффективности) тех. системы C_i :

$$C_i(\bar{X}) \rightarrow \text{extr } \bar{X} \in \bar{S} \quad (i = 1, \dots, L),$$

где \bar{S} — множество допустимых состояний \bar{X} ; \bar{X} — вектор параметров. Очевидно, что в силу взаимной противоречивости критериев качества совпадение точки экстремума для всех *L* локальных целевых ф. невозможно. Поэтому на практике используют различные подходы и методы решения задачи В.о.: 1) часть критериев эффективности переводят в разряд ограничений, назначая верхний (или нижний) порог их изменения; 2) из *L* критериев формируют обобщенный критерий эффективности, напр., в аддитивной форме; 3) назначают допуски на отклонения критериев эффективности от их оптимальных значений и формируют *множество Парето*, в к-ром в дальнейшем отыскивают оптимальное решение; 4) отыскивают наилучшее «в среднем»

решение путем формирования обобщенной целевой ф. в виде суммы относительных отклонений от их оптимальных значений:

$$C(\bar{X}) = \sum_{i=1}^L g_i \frac{C_i(\bar{X}) - C_i(\bar{X}_i^*)}{C_i(\bar{X}_i^*)},$$

где \bar{X}_i^* — вектор оптимальных параметров по *i*-му частному критерию; g_i — весовой коэффициент; 5) предварительно формируют критерии эффективности с последующей сверткой по различным схемам. Во всех методах В.о. решающую роль играет *лицо, принимающее решение*, определяющее значимость и возможные диапазоны изменения критериев эффективности, а также стратегию движения к оптимальному решению.

Лит. Пшеничный В.Н., Данилин Ю.М. Численные методы в экстремальных задачах. М.: Наука, 1975. Камаев В.А. Методы нелинейного программирования в транспортном машиностроении. Волгоград: ВолгПИ, 1984.

ВЕПОЛЫННЫЙ АНАЛИЗ (от слов *вещество + поле*) — метод модельного исследования *технических систем* с использованием простейших моделей — *веполей*. Веполь — минимальная структурная модель работоспособной тех. системы, включающая два в-ва (вещественные объекты): изделие B_1 и инструмент B_2 , а также один энергетический объект — поле П. Под *полем в теории решения изобретательских задач* (ТРИЗ) понимается взаимодействие между в-вами. Известен ряд стандартных вепольных моделей: полный веполь (все три элемента налицо), неполный (при отсутствии одного или двух элементов). Полный веполь может быть полезным (осуществляется полезное действие), вредным (осуществляется вредное действие) и неэффективным (полезное действие осуществляется недостаточно эффективно). При поиске изобретательских решений строятся и преобразуются по определенным правилам вепольная модель рассматриваемой системы, что позволяет определить, как нужно изменить систему, чтобы задача была решена. В.а. выполняет в ТРИЗ ф. языка единообразного описания тех. систем и используется в разных разделах ТРИЗ: в *стандартах на решение изобретательских задач*, *алгоритме решения изобретательских задач* и т.п.

Лит. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. М.: Сов. радио, 1979; Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Д., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей. От озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач) Кишинев: Картия молдовеняскэ, 1989

ВЕЧНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ — перпетуум мобиле (лат. *perpetuum mobile* — непрерывное движение) — воображаемая машина, к-рая, будучи раз пущена в ход, может совершать работу неограниченно долгое время, не заимствуя энергии извне. Различают два рода В.Д. В.Д. первого рода — воображаемая непрерывно действующая машина, работающая без потребления энергии извне. В.Д. первого рода неосуществим, т.к. противоречит закону сохранения и превращения энергии, согласно к-рому энергия любой замкнутой системы при всех процессах, происходящих в системе, сохраняется и возможно только превращение одной формы энергии в др. и ее перераспределение между частями системы. Если система подвергается внеш. воздействиям, в результате к-рых она переходит из одного состояния в другое, то увеличение (уменьшение) ее энергии равно убыли (возрастанию) энергии взаимодействующих с ней тел и полей. Для термодинамической системы выражением закона сохранения является первое начало термодинамики, согласно к-рому теплота Q , сообщаемая системе, расходуется на изменение вн. энергии системы ΔU и совершение системой работы A против внеш. сил: $Q = \Delta U + A$. Если система (или ее макроскопические части) движется, то $Q = \Delta U + \Delta E_k + A$, где ΔE_k — изменение кинетической энергии системы. В.Д. второго рода — воображаемая периодически действующая машина, которая целиком превращает в работу всю теплоту, получаемую от к.-л. внеш. источника (напр., океана или атмосферного воздуха). Неосуществимость В.Д. второго рода вытекает из второго начала термодинамики. Известен ряд эквивалентных формулировок второго начала, напр.: а) невозможен процесс, единственным результатом к-рого является совершение работы, эквивалентной кол-ву теплоты, полученной от нагревателя; б) невозможен процесс, единственным результатом

к-рого будет передача энергии путем теплообмена от менее нагретого тела к более нагретому; в) при любых процессах, происходящих в замкнутой системе, ее энтропия S не может убывать: $dS \geq 0$, где знак равенства относится к обратимым процессам, а знак неравенства — к необратимым. Для незамкнутой системы на основе первого и второго начал термодинамики получено следующее основное соотношение термодинамики: $\delta Q \leq dS$ или $dU - TdS - \delta A \leq 0$, где dU — изменения вн. энергии системы; δQ — сообщенная ей теплота; δA — совершенная над ней работа; T — термодинамическая температура; знак равенства соответствует обратимому процессу изменения состояния. История создания В.Д. тесно переплетена с историей установления основных законов термодинамики. В классической древности не предпринимались попытки придумать машину, которая дала бы даровую работу. О вечном движении прежде всего начали думать философы, и только впоследствии появились изобретатели, ставившие практические цели. В конце 16 в. Эдмунд Джентилл утверждал, что он изобрел В.Д., имеющий силу, достаточную, чтобы обеспечить работу мельницы. В следующие два века, когда произошел переход к машинному производству, было предложено очень много проектов, претендующих быть В.Д., кол-во к-рых возрастало вплоть до 20 в. Эти проекты редко осуществлялись; чаще всего авторы ограничивались устными заявлениями, реже предлагался рис. и описание к нему. Известно несколько случаев исполнения В.Д. больших размеров, и сохранились отзывы современников, видевших эти машины. Колесо Орфиреуса (1712) диаметром 3,65 м могло поднимать груз 32 кг на значительную высоту. Запертое в особой комнате, это колесо вертелось и после того, как помещение открыли через два месяца. На невозможность В.Д. указывали Леонардо да Винчи, Стевин Симон, Гюйгенс. После установления закона сохранения энергии была доказана принципиальная неосуществимость В.Д. В 1755 г. Парижская академия наук постановила оставлять без ответа заявления и предложения, касающиеся В.Д.

Лит.: Артур О.Х. Вечное движение. М.: Знание, 1980; Кудрявцев П.С. История физики. Ч.1. М.: Наука, 1956.

ВЕЩЕСТВО — индивидуальные соединения, к к-рым также условно отнесены высокомолекулярные соединения и объекты генетической инженерии (плазмиды, векторы, рекомбинантные молекулы и фрагменты нуклеиновых кислот), композиции (составы, смеси), продукты ядерного превращения. Новые полезные в-ва обычно составляют предмет изобретения.

ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТОД — способ конструирования узлов, основанный на выборе наиболее эффективных рабочих пар. Взаимодействующие поверхности образуются в сопрягаемых рабочих парах (трущиеся пары, пары, обеспечивающие передачу усилия, эл. тока и т.д.). В.п.м. обычно основывается на методе повторного использования характеристик рабочих пар. Рабочие пары — это наименьшие элементы классификации по функциональным признакам. По отношению к отдельным деталям как наименьшим элементам в конструкции *технической системы* рабочие пары характеризуются сложным упорядочением, напр., каждая пара через свои взаимодействующие поверхности сопряжена с двумя (или более) отдельными деталями; каждая отдельная деталь или поверхность образует несколько рабочих пар взаимодействующих поверхностей. Функциональное действие рабочей пары можно представить в виде графических символов и буквенных обозначений. Причем этими символами обозначают как парные подвижные поверхности, так и места сопряжений в жестко соединенных деталях (см. табл.). С

помощью графических символов можно осуществлять построение принципиальной структуры устройства вручную или с помощью компьютера на дисплее в технике меню, причем ф. меню выполняют унифицированные и согласованные символы рабочих пар. Используя связанные друг с другом места сопряжений, получают такую комбинацию рабочих поверхностей, к-рая может принадлежать в принципе одной отдельной детали и, след., является функциональным описанием отдельной детали; вместе с тем она пригодна для поиска в массиве данных соответствующих повторно используемых деталей, зарегистрированных со всеми их поверхностями. При наличии «стандартных» символов рабочих пар составление таких комбинаций, так же как и поиск деталей, может осуществляться с помощью компьютера. Т.о., В.п.м. представляет собой важный компонент методического и информ. обеспечения *систем автоматизированного проектирования*. В.п.м. вместе с введенными графическими символами весьма эффективно можно использовать при разработке новых патентоспособных структур и *технических решений*.

Лит.: Herrig L., Muller H. Wirkflächenverfahren // Maschinenbautechnik. Berlin. 1975. Bd 24, № 4. S. 168—171; Herrig D., Muller H. Objektgliederung und Konstruktionsprozess. // Maschinenbautechnik. 1975. Bd 24, № 10. S. 444—450, Muller H. Formen der wiederverwendenden Arbeitsweise in der technischen Produktionsverarbeitung // Maschinenbautechnik. Berlin. 1981. Bd 30, № 7. S. 301—305.

ВИД — основное понятие классификации, служащее для выражения отношений между классами. Биологический В. — основная структурная единица в систематике живых организмов. В. изделия — основная структурная единица в систематике изделий: изделия двух разных В. имеют различные количественную и обязательно качественную характеристики; изделия одного В. изготавливаются по одной проектно-конструкторской документации. К общим признакам В. относятся: определенная численность, тип организации, способность в процессе производства сохранять качественную определенность, дискретность, экологическая, экономическая и географическая опре-

Взаимодействующие поверхности	Графический символ	Буквенное обозначение
Опора (подшипник) с проходящим сквозь нее валом		L_m
Опора шейки вала		L_0
Зубчатое зацепление		V
Промежуточная посадка с калиброванными (прогонными) гнездами		N

деленность, устойчивость, целостность (в отдельных случаях не различаются вид и понятия типоразмера, модели, марки, типа). Генотипический В. — комплект документации, по к-рой изготовлено изделие как особь (и все возможные разновидности). Можно говорить о некотором образе изделия, используя понятие генотипа: устройство изделия, его генетическая конституция, записанная документально, напр., чертежи и др. документы, определяющие изделие (*технология, материалы*).

Лит.: Завадский К.М. Вид и видообразование. Л.: Наука, 1968

ВИДЫ ОБЪЕКТОВ ИЗОБРЕТЕНИЯ

— *устройство, способ, вещество*, штамм микроорганизма, культуры клеток растений и животных, а также применение ранее известного устройства, способа, в-ва, штамма по новому назначению.

ВНЕШНЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ — определение основных качественных и количественных характеристик создаваемого изделия в виде описания его *технических функций и потребительских качеств*. В.п. является основной составной частью *технического задания* на разработку изделия. В.п. позволяет получить необходимые исходные данные для осуществления *внутреннего проектирования* и разработки новых *технических решений*, обеспечивающих повышение технического уровня новой модели или поколения *техники*.

ВНЕШНИЕ БАРЬЕРЫ ТВОРЧЕСТВА — отрицательное тормозящее влияние *внеш.экономико-социокультурной* среды на эффективность деятельности изобретателя. В.б.т. разделяются на две группы: *технич.-организационные* и *психосоциальные*. Технич.-организационные В.б.т. связаны с недостатком или отсутствием финансирования и отсутствием четкого механизма освоения новой *техники* на предприятии, что существенно уменьшает шансы успешного освоения *изобретения* в промышленности, основными этапами к-рого являются построение, испытание, отладка и оптимизация опытного образца. Психосоциальные В.б.т. связаны с общим психологическим состоянием социальной среды, в к-рой живет и действует

тв. личность. К В.б.т. обычно относят абсолютизацию собственного опыта предприятия и пренебрежительное отношение к новому, пришедшему «со стороны», или преувеличенная к нему осторожность, отсутствие стратегии развития предприятия, слабое материальное и моральное стимулирование, чрезмерная критика любых ошибок, обусловленных использованием нововведений. В целом В.б.т. представляет собой один из основных классов *барьеров творчества*.

Лит.: Belous V. Manualul invetatorului Sinteza creativa in tehnica. Bucuresti: Editura Tehnica, 1991; Диксон Дж. Проектирование систем. М.: Мир, 1969.

ВНЕШНИЕ ФАКТОРЫ — важнейшая характеристика *технической системы*, включающая перечень *внеш. условий и воздействий*, к-рые оказывают существенное влияние на ее строение, функционирование и историческое развитие. От В.ф. обычно сильно зависят др. главные характеристики *тех. системы*: *технические функции, потребительские качества, внутренние факторы*. Чаще всего действуют следующие В.ф.: 1) природные: географическое положение, климатические, гидрологические, почвенно-грунтовые условия, биологическая среда, запасы сырьевых и энергетических ресурсов и др.; 2) науч.-тех. уровень: наличие знаний в областях фундаментальных наук, тех. уровень мировой *техники* и *технических объектов*, с к-рыми взаимодействует интересующий *тех. объект*, имеющиеся технологические возможности и др.; 3) искусственные потоки в-ва, энергии и информации, с которыми проектируемый *тех. объект* находится в функциональном и вынужденном взаимодействии; 4) личностные: уровень общей культуры, нравственности, образования и профессиональной подготовки специалистов, занимающихся созданием, производством и эксплуатацией новой *техники*; 5) социально-экономические и политические: сложившиеся экономические отношения, наличие неудовлетворенных потребностей, социально-экономическая целостность, реализация потребностей, наступление энергетического кризиса, действующая политика экспорта — им-

порта, завоевание рынка определенного вида продукции и др. В.ф. — одна из четырех групп главных характеристик тех. системы.

Лит. Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники М Информэлектро, 1990.

ВНУТРЕННЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ — обоснование и принятие решений по структуре и конструкции технической системы. При этом обычно последовательно решаются четыре задачи В.п.: выбор наиболее рациональной функциональной структуры, выбор наиболее эффективного принципа действия, выбор наилучшего технического решения и определение оптимальных параметров. В.п. обычно включает стадии разработки тех. предложения, тех. проекта и рабочего проекта. Этапу В.п. предшествует этап внешнего проектирования, к-рый обеспечивает получение основных исходных данных для В.п. Процесс В.п. часто завершается созданием новых патентоспособных тех. решений.

ВНУТРЕННИЕ БАРЬЕРЫ ТВОРЧЕСТВА — индивидуальное отрицательное влияние личности изобретателя на ее тв. продуктивность и эффективность. Главный способ снижения и преодоления В.б.т. связан с тв. развитием личности в процессе воспитания и образования. В.б.т. разделяются на три группы: гносеологические (слабые знания о процессе тех. творчества, слабое владение эвристическими и логико-мат. методами, незнание методики описания и редактирования патентов, незнание законов пром. права при внедрении изобретений, отсутствие необходимой тех. информации, узкое сверхспециализирование изобретателя, односторонний подход к творческой задаче); психологические (психологическая инерция, слабая ассоциативность, функциональная консервативность, страх перед критикой, застенчивость, ингибция перед авторитетами) и воспитательные (жесткое восприятие знаний, неспособность мысленного моделирования, отсутствие мотивации, отсутствие устремленности к творчеству, отсутствие духа соперничества, слабые морально-волевые качества, отсутствие чувства инновации, низкий интеллектуальный уро-

вень, низкая вспоминательная способность, боязнь нововведений). Снижению и устранению гносеологических В.б.т. способствуют изучение и практическое использование подходов и методов изобретологии, цель к-рой помочь овладеть процессом решения задач технического творчества, освоить эвристические и логико-мат. методы творчества, усиливающие способности людей со слабыми естественными эвристическими качествами; познакомить с методикой составления и редактирования описаний патентов на новые изобретения и законами пром. права при внедрении и освоении изобретений, способами поиска необходимой тех. информации и ее критического отбора для формулировки тв. задачи, с др. подходами, помогающими решать тв. задачи. Психологические В.б.т. обусловлены психологическими особенностями личности. Так, психологическая инерция связана с привычкой решать все проблемы шаблонным путем, использовать знакомые приемы, к-рые когда-то привели к успеху и т.п. Св-во, противоположное психологической инерции, — психологическая гибкость и динамичность в поиске более рациональных и оптимальных решений. Слабая ассоциативность связана с недостаточной способностью личности к непрерывным переходам с помощью ассоциаций и фантазии от одних идей к другим, порождению цепей ассоциаций, что нередко объясняется недостаточным знанием богатства естественного языка, его семиотики и семантики. Функциональная консервативность — стремление сохранить традиционное назначение технического объекта, отсутствие способности обнаружить в нем дополнительные и новые ф., что устраняется спец. упражнениями по синтезу новых применений известного объекта. Страх перед критикой и самокритикой — одно из важнейших психологических препятствий в творчестве, к-рое не только тормозит синтез нового, но может его блокировать с самого старта и связано с боязнью оказаться в смешном положении перед окружающими или собой. Тв. личность должна осознавать не только необходимость и по-

лезность синтеза нового, но и критическую оценку полученного результата. Застенчивость обусловлена неверием в собственные способности, что часто приводит к торможению или прекращению тв. процесса. Ингибция перед авторитетами — отрицательное влияние науч.-тех. работ видных ученых, специалистов, к-рое заставляет изобретателя идти по указанным ими путям, лишая его тв. самостоятельности. Ингибция имеет много общего с психологической инерцией и усиливает ее. Среди В.б.т. большую роль играет группа *воспитательных барьеров творчества*. В целом В.б.т. представляет собой один из главных классов *барьеров творчества*.

Лит.: Belous V. Manualul inventatorului Sinteza creativa in tehnica. Bucuresti. Editura Tehnica, 1990; Диксон Дж. Проектирование систем. М. Мир, 1969

ВНУТРЕННИЕ ФАКТОРЫ — структура *технической системы*, к-рая обычно содержит четыре уровня описания, имеющих иерархическую соподчиненность: функциональная структура, принцип действия, техническое решение, значения параметров. Иерархическая соподчиненность уровней описания В.ф. характеризуется двумя св-вами: 1) каждый последующий уровень описания является более детальным и более полно характеризует тех. систему по сравнению с предыдущим уровнем; 2) каждый последующий уровень описания включает в себя предыдущий. В.ф. — одна из четырех групп *главных характеристик технической системы*.

ВОЗВРАТ К СТАРЫМ СТРУКТУРАМ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ отражает одно из проявлений *закона прогрессивной эволюции технических систем*. Суть ее состоит в том, что в различные моменты исторического времени при совпадении общественной потребности и *внешних факторов*, а также *технических функций и критериев эффективности* соответствующих тех. систем, используются одни и те же *принципы действия и технические решения*, к-рые могут различаться только отдельными конструктивными признаками или технологическим исполнением, определя-

мым науч.-тех. потенциалом и технологическими возможностями данного времени. Так, напр., начиная с 10 в. несколько раз происходит возврат к ракетным снарядам, гидравлической энергетике (водяное колесо, высоконапорные гидравлические турбины, малая гидроэнергетика). Закономерность целесообразно использовать при прогнозировании и обосновании новых поколений техники.

ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЗАКОНОМЕРНОСТИ отражают и определяют типичные ситуации, в к-рых появляются новые пионерные потребности, реализуемые с помощью принципиально новых *технических систем*, а также дифференциацию и специализацию потребностей в зависимости от изменений *внешних факторов, критериев эффективности и потребительских качеств*. В.р.п.з — широкий класс *законов и закономерностей техники*. Наиболее изучены и известны *закономерность возникновения принципиально новых потребностей, закономерность одновременного возникновения потребностей, закономерность сохранения потребности, закон расширения множества технически реализуемых потребностей, закономерность возрастания разнообразия потребительских качеств и технических систем*. В.р.п.з рекомендуется использовать при выполнении работ по маркетингу и инженерному прогнозированию.

ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ обуславливает и регламентирует ситуации появления пионерных *технически реализуемых потребностей*. Суть ее состоит в том, что при возникновении принципиально новой потребности, к-рая не может быть удовлетворена с помощью существующей *техники (технологии)*, происходит ее удовлетворение с помощью впервые созданной (пионерной) тех. системы при наличии следующих необходимых и достаточных *внешних факторов: научно-технического потенциала; уровня образования и профессиональной квалификации работников, занимающихся созданием, производством*

и эксплуатацией новой техники; социально-экономической возможности и целесообразности разработки и производства новой техники. При этом в *техносфере* возникает новая *технически реализуемая потребность*. В.п.н.п.з. относится к *закономерностям возникновения и развития потребностей*. Ее рекомендуется использовать при выполнении работ по *маркетингу* и *инженерному прогнозированию*.

Лит.: Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники: закономерности техники и их применение. М.: Информэлектро, 1990.

ВОЗРАСТАНИЯ РАЗНООБРАЗИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ

— неуклонное увеличение видов и типов *потребительских качеств* и соответствующих им *технических систем* в *техносфере* страны, региона или мира в связи с необходимостью улучшения *критериев эффективности* и изменениями *внешних факторов* (возрастание *научно-технического потенциала*, появление специфических природных или искусственных условий и воздействий, учет индивидуальных человеческих возможностей и потребностей и т.п.). В.р.п.к.т.с.з. во времени описывается экспоненциальной зависимостью $N_t = N_0 e^{kt}$ в силу действия *закономерности расширения множества потребностей* и за счет разнообразия различающихся по конструкции и потребительским качествам тех. систем, удовлетворяющих одинаковую потребность. В ф-ле приняты обозначения: t — историческое время в годах, отсчитываемое от начального момента времени $t = 0$, для к-рого кол-во разнообразных потребительских качеств и тех. систем равно N_0 ; N_t — общее число разнообразных потребительских качеств и тех. систем в моменты времени $t > 0$; e — основание натурального логарифма; k — обобщенный эмпирический коэффициент, к-рый можно определить на основе статистических данных изменения числа N_t . Данная закономерность относится к *закономерностям возникновения и развития потребностей*. Ее рекомендуется использовать при обосновании прогнозов перспективных государственных

планов по выпуску продукции, потреблению энергии и в-ва и т.д.

Лит.: Половинкин А.И. Проектирование новой техники: закономерности техники и их применение. М.: Информэлектро, 1990.

ВОЗРАСТАНИЯ СЛОЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ

отражает зависимость возрастания *сложности технических систем* при смене их моделей и поколений. Ее суть состоит в том, что сложность тех. систем с одинаковыми *техническими функциями* при смене их моделей и поколений ускоренно возрастает в силу действия *законов стадийного развития техники* и *прогрессивной эволюции технических систем*. В.с.т.с.з. относится к группе *законов и закономерностей развития технических систем*. Одна из главных задач тех. творчества заключается в снижении сложности техники (многие *изобретения* являются результатом решения этой задачи), однако в целом *сложность технических систем* нелинейно возрастает, что следует учитывать при обосновании различных прогнозов и планов.

Лит.: Половинкин А.И. Законы строения и развития техники. Волгоград: ВолгПИ, 1985

ВОПРОСЫ ЭЙЛОАРТА — один из самых распространенных списков в *методе контрольных вопросов*, предложенный Т.Эйлоартом (Англия). Кроме направляющих идей В.Э. включают ряд ценных *эвристических приемов*, напр., *анalogии*, модели, идеальное решение, *эмпатию*, историю проблемы и др. Наиболее распространенные В.Э.: 1) перечислить все качества и определения предполагаемого *изобретения*, изменить их; 2) сформулировать задачи ясно. Составить новые формулировки. Определить второстепенные, аналогичные задачи и выделить главные; 3) перечислить недостатки известных решений, их основные принципы, новые предположения; 4) подобрать молекулярные, биологические, хим., экономические и др. аналогии, пусть даже фантастические; 5) построить мат., гидравлическую, электронную, мех. и др. модели (модели точнее выражают идею, чем аналогии); 6) попробовать использовать различные виды материалов и энергии: газ, жидкость, твердое тело, гель, пена, паста и

др.; тепловая, магнитная и эл. виды энергии, свет, сила удара и т.д.; различные длины волн, поверхностные св-ва и т.п.; переходные состояния: замерзание, конденсация, переход через точку Кюри и т.д.; эффекты Джоуля—Томпсона, Фарадея и др.; 7) установить варианты зависимости, возможные связи, логические совпадения; 8) выяснить мнение некоторых совершенно неосведомленных в данном деле людей; 9) провести весьма свободное групповое обсуждение, особенно во время непринужденной беседы, выслушивая каждую идею без критики; 10) попробовать так называемые «национальные» решения: хитрое шотландское, всеобъемлющее немецкое, расточительное американское, сложное китайское и т.д.; 11) не забывать о проблеме во время сна, идя на работу, на прогулке, во время купания, в поезде, при игре. Надо быть всегда с ней, с проблемой; 12) стараться находиться в стимулирующей обстановке (тех. музеи, магазины дешевых вещей, свалки лома), просматривать много журналов; 13) составить табл. цен, величин, перемещений, типов материалов и т.д. для разных решений проблемы и ее частей, поискать пробелы в решениях или новые комбинации; 14) определив идеальное решение, разрабатывать возможные; 15) видоизменить решение проблемы с т.зр. времени (скорее или медленнее), размеров, вязкости и т.п.; 16) в воображении «залезть» внутрь объекта; 17) определить альтернативные проблемы и системы, к-рые выключают определенное звено из цепи и т.о. создают нечто совершенно иное, уводя в сторону от нужного решения; 18) уточнить, чья это проблема. Почему его? 19) выяснить, кто придумал это первым? Какова история проблемы? Какие ложные толкования проблемы известны? 20) выяснить, кто еще решал эту проблему и чего добился? 21) определить общепринятые граничные условия и причины их установления.

ВОСПИТАТЕЛЬНЫЕ БАРЬЕРЫ ТВОРЧЕСТВА — препятствия при осуществлении тв. деятельности, связанные с неправильным или недостаточным воспитанием и образованием личности. В.б.т. представляют собой

самостоятельную группу *внутренних барьеров творчества*. Эта группа содержит следующие разновидности В.б.т.: восприятие знаний и информации как вечных неизменных истин (этот недостаток иногда формируется в вузе при повторном углубленном изучении предметов, пройденных в ср. школе); неспособность мысленно моделировать *технический объект* при изменении его *внутренних и внешних факторов* (нередко это является прямым следствием дефектов воспитания, связанных с отсутствием упражнений и игр по мысленному моделированию различных ситуаций и фантазированию); отсутствие мотивации — нравственно-эмоциональной потребности и желания решить тв. задачу, что связано с недостаточным морально-нравственным развитием личности и пробуждением ее совести; отсутствие духа соперничества — чувства соревновательности в борьбе за высокие достижения в области тех. творчества (данный В.б.т. может быть устранен в спортивных занятиях, включающих частые соревнования); отсутствие морально-волевых качеств — упорства в решении задачи, настойчивого стремления получить наиболее высокие результаты и довести их до практического применения (этот недостаток также может быть устранен спортивными занятиями); отсутствие чувства инновации — стремления личности к поиску новых оригинальных решений, в к-рых имеет потребность общество; низкий интеллектуальный уровень, что затрудняет решение *задач технического творчества*; низкая вспоминательная способность, что отрицательно влияет на скорость извлечения из памяти ценной информации при поиске новых эффективных тех. решений; боязнь нововведений — нежелание и страх вносить что-либо новое и агрессивное отношение к новому. Ориентация на устранение В.б.т. должна учитываться при обучении и воспитании детей и молодых людей, что обеспечит значительное повышение *творческих способностей*.

Lum. Belous V. Manualul inventatorului Sinteza creativa in tehnica. Bucuresti. Editura Tehnica, 1991.

ВЫБОР ОБЪЕКТА ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА —

процедура, использующая три основных подхода: 1) проблемный, основанный на выборе для анализа наиболее остро стоящих проблем; 2) предметный, предполагающий планомерное проведение анализа по наиболее важным или обещающим макс. эффект объектам; 3) исследовательский, подразумевающий выбор для анализа вновь создаваемых объектов. В рамках предметного подхода возможен, напр., выбор на основе определения удельного веса себестоимости объекта в общей сумме затрат на выпуск всей продукции и оценки перспективы выпуска этих изделий на ближайшие годы. Пример такого выбора, приведенный в табл. 1, сводится по сути к несложной экспертной оценке и иллюстрирует возможность выбора в условиях, когда кол-во потенциальных объектов анализа невелико. Если же их число достигает нескольких десятков, целесообразно проводить выбор объекта с использованием метода АВС-анализа. Метод основан на делении совокупности потенциальных объектов по удельному весу каждой группы, определяемому по к.-л. выбранному показателю. Напр., возможно проведение АВС-анализа по показателям оборота, прибыли, трудоемкости, расходов на материалы, помехозащищенности, быстродействия, потребляемой мощности и др. Число групп может быть любым, но наибольшее распространение получило деление совокупности потенциальных объектов на три группы: группа А — незначительное кол-во объектов с высоким удельным весом по выбранному показателю (малое число большого

значения); группа В — ср. кол-во объектов со ср. удельным весом по выбранному показателю (ср. число ср. значения); группа С — большое число объектов с незначительным удельным весом по выбранному показателю (большое число малого значения). Количественные границы каждой группы, используемые в конкретных случаях АВС-анализа, различны, но достаточно распространены следующие ориентировочные значения: к группам А, В, С относятся соответственно 5, 20, 75 % объектов с удельным весом по выбранному показателю 75, 20, 5 %. В табл. 2 приводятся исходные данные для проведения АВС-анализа по себестоимости пром. изделий, где D_1 — доля себестоимости данного изделия в себестоимости изготовления всей продукции, %. Изделия ранжируются по доле себестоимости выпуска каждого из них в себестоимости изготовления всей продукции. Затем (см. табл. 3) рассчитываются доли себестоимости выпуска изделий каждой группы в себестоимости изготовления всей продукции, D_2 , %. Возможны различные варианты графической интерпретации метода АВС-анализа. Экономический смысл исследований в рамках АВС-анализа сводится к тому, что при снижении себестоимости изготовления изделий, отнесенных к группе А, достигается макс. экономия; изделия группы В в этом смысле гораздо менее перспективны; проводить исследование изделий группы С, как правило, нецелесообразно. Напр., для данных, приведенных в табл. 1 и 2, снижение себестоимости изделий группы А на 10 % дает экономию свыше 40 млн. руб., для изделий групп В и С экономия составит соответственно 10,6 и

Т а б л и ц а 1

Продукция	Программа выпуска, тыс шт.		Себестоимость выпуска, млн.руб		Рентабельность в текущем году	Удельный вес выпуска по себестоимости через 3 года, %	Очередность проведения ФСА
	в текущем году	через 3 года	в текущем году	через 3 года			
Изделие 1	950	1500	3800	6000	13,5	31,8	2
Изделие 2	1000	2300	3000	6900	13,2	36,6	1
Изделие 3	500	1700	1750	5950	18,1	31,6	3
Всего	2450	5500	8550	18850	—	100,0	—

Т а б л и ц а 2

Номер изделия	Программа выпуска	Себестоимость, тыс. руб.		$D_1, \%$
		одного изделия	программа выпуска	
1	57	61,2	3488,4	0,65
2	54	49	2646	0,4
.....
22	280	15	4200	0,78
Всего			535886,3	100,0

Т а б л и ц а 3

Номер позиции	Номер изделия	$D_1, \%$	$D_2, \%$	Группа
1	5	52,2	76,11	А
4	11	4,42		
5	19	4,83	19,87	В
12	12	1,55		
13	7	0,03	4,02	С
22	6	0,03		
Всего		100,0	100,0	

2,1 млн.руб. Примеры иллюстрируют использование метода АВС-анализа для выбора объектов проведения функционально-стоимостного анализа, но аналогично может проводиться выбор составных частей сложного объекта, анализ к-рых наиболее целесообразен. Метод АВС-анализа одинаково применим к выбору потенциальных объектов любого типа (конструкторских, технологических, организационных и т.д.) из значительных по объему совокупностей, а простота и наглядность делают возможным его использование специалистами, не имеющими особой подготовки (см.: *Функционально-стоимостный анализ*). Лит.: Велленройтер Х. Функционально-стоимостный анализ в рационализации производства / Сокр. пер. с нем. М.: Экономика, 1984. Влчек Р. Функционально-стоимостный анализ в управлении / Сокр. пер. с чеш. М.: Экономика, 1986; Карпухин М.Г., Кузьмин А.М., Шалденков С.В. Функционально-стоимостный анализ в инженерной деятельности: Уч. пособие. М.: Информэлектро, 1990.

ВЫБОР — процедура отсеивания вариантов ω_i из исходного их множества $\Omega = \{\omega_i\}$, $i = 1, N$, мощностью $N = |\Omega|$ в соответствии с принятым принципом оптимальности C . Математически строго задача В. описывается как пара $\langle \Omega, C \rangle$, где априори задано Ω — множество исходных вариантов, а принцип оптимальности C задается лицом, *принимающим решение* (ЛПР). В общем виде принцип оптимальности C формируется ЛПР из совокупности требований по допустимости C_d и критериальным требованиям C_k (далее — критериев), причем $C = C_d \cup C_k$, $C_d \cap C_k = \emptyset$. Требования по допустимости C_d представляют собой требования к характеристикам объектов В., выражаемые отношениями R-типа: $R = \{=, \neq, <, >, \leq, \geq, < >\}$.

Критерии формируются ЛПР из совокупности показателей качества, к к-рым относят характеристики исходных вариантов, к-рые в процессе процедуры В. должны монотонно изменяться (минимизироваться или максимизироваться). Критерии C_k , формируемые ЛПР, отражают его целевые устремления с учетом информированности на данном этапе процедуры В. Решением задачи В. $\langle \Omega, C \rangle$ называют множество $\Omega_{opt} \subseteq \Omega$, полученное с помощью принципа оптимальности C . Т.к. собственно решение задачи В. находится на основе бинарных сравнений альтернатив по всему множеству характеристик, то задачу В. целесообразно решать в следующей последовательности:

$$\begin{array}{ccc} \Omega & \rightarrow & \Omega_d \rightarrow \Omega_{opt}. \\ \uparrow & & \uparrow \\ C_d & & C_k \end{array}$$

Т.е. вначале выделить множество допустимых вариантов Ω_d , удовлетворяющих требованиям по допустимости, а затем уже на этом усеченном множестве проводить поиск оптимальных вариантов по принятому критерию C_k . Такой подход вполне оправдан, поскольку более трудоемкая процедура комбинаторных бинарных критериальных сравнений для выявления вариантов, обладающих мин. или макс. значением, будет осуществляться на множестве меньшей мощности, чем у исходного, т.к.

$$|\Omega| \geq |\Omega_d| \geq |\Omega_{opt}|.$$

В. допустимых по C_d вариантов достаточно тривиален, поэтому подробнее показан выбор по критериям. В. самого критерия выбора ЛПР, определяет весь дальнейший ход усечения Ω , к-рое после этого превращается в формализован-

ную процедуру. Все множество может быть условно разбито на две группы: слабые и сильные критерии. Слабые критерии приводят к слабому усечению исходного множества альтернатив в процессе решения задачи В., а сильные — к сильному усечению. Если ЛПР имеет неполную информацию о целях решаемой задачи, ему следует воспользоваться слабыми критериями (критериями Парето, Слейтера), в к-рых все показатели качества равноправны и не имеют приоритетов, а решения задачи В. по этим критериям включают в себя и решения по более сильным критериям. Поэтому исключена опасность отбросить возможные оптимальные по другим, более сильным критериям варианты. И напротив, по мере получения ЛПР дополнительной информации могут применяться все более и более сильные критерии, приводящие к более сильному усечению исходного множества. При этом опасность отбросить полезные альтернативы уменьшается, т.к. дополнительное усечение происходит осознанно, на основе, напр., введения приоритетов (лексикографический L-критерий) или уступок (критерий с уступками — Δ-критерий), т.е. по мере осознания существа задачи В. Задача В. может быть формализована и автоматизирована. Участие ЛПР в этом случае реализуется посредством диалога, где центр тяжести с формальных процедур бинарных сравнений характеристик переносится на В. тех или иных критериев.

Лит.: Теория выбора и принятия решений/И.М. Макаров и др. М.: Наука, 1982; Кандырин Ю.В. Автоматизированный многокритериальный выбор альтернатив в инженерном проектировании. М.: Изд-во МЭИ, 1992.

ВЫСТАВОЧНЫЙ ПРИОРИТЕТ — приоритет *изобретения, полезной модели, промышленного образца, товарного знака*, предусмотренный для заявителей из числа стран — участниц Парижской конвенции по охране промышленной собственности и устанавливаемый по требованию заявителя (при предоставлении им соответствующего документа с датой помещения экспоната на международную выставку).

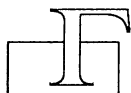
ВЫЯВЛЕНИЕ НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ ЭФФЕКТОВ в объекте и его надсистеме необходимо для преобразования

Н.э. в задачи совершенствования объекта. Функциональный анализ позволяет выявить следующие типовые Н.э.: 1) наличие ф. низкого ранга, напр., для ручной мясорубки Н.э. — наличие вспомогательных ф. низкого ранга; 2) малое количество полезных ф. у одного элемента, напр., клеммник низкого напряжения аппарата местного освещения выполняет только одну полезную ф. — «соединять трансформатор (с потребителем)»; 3) наличие вредных ф., напр., аппарат местного освещения наряду с полезными выполняет и вредные ф.: «выделяет теплоту», «создает радиопомехи»; недостаточный или избыточный уровень выполнения ф., напр., для электровыключателя аппарата местного освещения уровень выполнения ф. «коммутировать ток» по параметру «сила тока» — избыточный, а по параметру «износостойкость» — недостаточный; 4) дублирование (полное или частичное) выполнения ф. несколькими элементами (одинаковыми, однородными, различными), к-рое во времени может быть параллельным либо последовательным, напр., в аппарате местного освещения ф. «защитить трансформатор» выполняют разные элементы: кожух и магнитопровод самого трансформатора (частично); в ручной мясорубке ф. «калибровать продукт» выполняют однородные элементы — три решетки с отверстиями разных размеров; в эл. цепях при очень больших токах ф. «коммутировать ток» выполняют несколько одинаковых автоматических выключателей, установленных параллельно; 5) несогласованность уровней выполнения ф. разных элементов объекта в целом, напр., в коллекторных эл. машинах срок службы эл. щеток на порядки ниже, чем эл. машины в целом. *Стоимостный анализ* предоставляет возможность выявить следующие типовые Н.э.: 1) несоответствие затрат на элемент его функциональной значимости, напр., функциональная значимость трубки теплового электронагревателя электрокипятильника, определенная экспертным путем, составляет 30 %, тогда как на трубку приходится 75 % общих затрат; 2) применение дефицит-

ных (в т.ч. импортных) материалов, комплектующих изделий, оборудования и т.д.; 3) значительная трудоемкость, связанная с использованием труда специалистов высокой квалификации, дефицитных профессий; 4) несогласованность уровня затрат на каждом отдельном этапе жизненного цикла объекта со степенью влияния этого объекта на сумму совокупных затрат за весь жизненный цикл объекта, напр., щебенчато-гудронные автомобильные дороги при строительстве требуют низких капитальных затрат, но при эксплуатации требуют частого ремонта и предъявляют повышенные требования к автомобилям, поэтому суммарные затраты на строительство и эксплуатацию таких дорог существенно выше, чем для трасс с дорогим асфальто-бетонным покрытием. Параметрический анализ позволяет выявить Н.э., вытекающие из качественных пределов развития объекта. Генетический анализ предполагает выявление таких типовых Н.э.: 1) несоответствие реального и потенциально возможного с т.зр. *законов развития технических систем* состояния объекта, напр., согласно закону повышения динамичности, объект должен изменять свои параметры в зависимости от изменения параметров элементов надсистемы, с к-рыми объект взаимодействует; так, ручная мясорубка должна «реагировать» на изменения измельчаемого продукта (мясо разных сортов, овощи и др.), физ. возможностей человека, вращающего ручку (мужчина, женщина, ребенок); 2) недостаточный учет результатов изменений, происходящих в течение жизненного цикла объекта (см.: *Системный подход*). Анализ материальных потоков дает возможность выявить следующие типовые Н.э.: 1) потери потока (в-ва, энергии, информации) на к.-л. участке «функционирования цепочки», напр., потери мех. энергии в мясорубке в цепочке от шнека к корпусу на участке нож — решетка; 2) наличие паразитных цепочек в полезном потоке, напр., паразитными цепочками в модели потока мех. энергии в мясорубке являются передача потока от шнека к корпусу через втулку и через про-

дукт; 3) наличие вредного потока, напр., тепловой поток в осветительных приборах, эл. машинах и аппаратах. Для В.н.э. можно использовать сочетание разных видов анализа. Так, проверку на согласованность взаимодействующих элементов (генетический анализ) рекомендуется проводить на основе матриц взаимосвязи элементов объекта (структурный анализ). При проведении *функционально-стоимостного анализа* объекта само наличие любого материального элемента в принципе может рассматриваться как Н.э., поскольку создание и функционирование элемента требует затрат ресурсов. Устранение такого Н.э. позволит реализовать полезные ф. объекта, не содержащего данный элемент. Эти ф. могут быть «переданы» для выполнения оставшимся элементам и (или) элементам надсистемы. Выявленные Н.э. подлежат преобразованию в задачи двух типов: 1) не содержащие *технического противоречия*. В этом случае формулируется предложение, устраняющее Н.э., напр., в контакторе КМ-2000 применялись серебросодержащие контакты, т.е. Н.э. — большой расход серебра — дорогого дефицитного материала. При анализе выявлено, что поверхность контакта имеет квадратную форму, а эрозии от воздействия эл. дуги подвергается только его центральная часть. Было сформулировано предложение: скруглить углы контакта. При этом расход серебра снижается, а функционирование контакта не ухудшается (нет тех. противоречия); 2) содержащие тех. противоречие. Для их решения рекомендуется применять современные методы тех. творчества, напр., для вышеупомянутого контакта со скругленными углами тот же Н.э. (большой расход серебра) был преобразован в задачу, содержащую тех. противоречие: если выполнить контакт более тонким, то расход серебра уменьшится, но контакт быстро прогорит (см.: *Функционально-стоимостной анализ, Функциональная модель объекта, Формулирование функций, Потоки вещества, энергии, информации, Системный подход, Понятия функционально-стоимостного анализа*).

Лит.. Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа: Метод. рекомендации. М.: Информ-ФСА, 1991.



ГАБАРИТНЫХ РАЗМЕРОВ КРИТЕРИЙ — показатель оценки эффективности использования занимаемых *технической системой* площади или объема; определяется по формуле: $K = V/Q$, где V — габаритная площадь $L \times B$ или объем $L \times B \times H$, занимаемые тех. системой; Q — *главный функциональный критерий эффективности*. Критерий K представляет собой удельную эффективность использования единицы площади или объема, занимаемых тех. системой. Г.р.к. в процессе исторической эволюции техники имеет тенденцию к уменьшению, что способствует уменьшению площади земли, занимаемой тех. системой, или зданиями, в которых она находится, сокращению расходов на транспорт тех. системы, на ее защиту и т.д. Г.р.к. относится к группе *критериев экологичности техники*. Многие изобретения по совершенствованию тех. систем направлены на снижение Г.р.к.

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ — наиболее перспективное и принципиально отличное от традиционных направление технологии горно-добывающей отрасли, решающее задачи создания управляемого воздействия рабочих агентов на добычное поле, извлечения полезных компонентов из руд непосредственно в недрах Земли и выдачи продукта на поверхность преимущественно через скважины. В Г. разработан ряд технологических процессов для добычи свыше 30 наиболее ценных элементов. Первые способы Г. возникли еще 6—8 в. назад. Главная идея Г. — создать рациональные обратимые геологические (физ.-хим.) процессы, реализуемые через основной принцип — перевод макротел полезных ископаемых на микроуровень (дисперсные состояния, ионы, молекулы, атомы), обеспечивающий им подвижное состояние в форме раствора, расплава, пара, газа и гидросмеси. В качестве инструмента воздействия на рудное тело используют мех. (высоконапорная вода, сжатый воздух, вибрация, ультразвук и др.), физ. (нагретая вода, эл. ток, высокочастотные элект-

ромагнитные поля и др.), хим. (кислоты, щелочи, органические окислители, катализаторы и др.) рабочие агенты. Г. эффективно использует методы биотехнологии. Бактериальное воздействие позволяет селективно извлекать из руд ценные компоненты (медь, уран, золото и др.), удалять вредные примеси (напр., мышьяк из руд черных и цветных металлов), многократно ускорять выщелачивание (железа, цинка, никеля и др.). Г. включает несколько разновидностей: 1) подземное селективное растворение солей (каменной и калийной, бишофитов, природной соды и др.); 2) подземное выщелачивание (цветных и черных, благородных и редких металлов, фосфатов, боратов и др.); 3) подземная выплавка (серы, битума, озокерита, асфальта и др.); 4) гидродобыча через скважины (глин, песка, металлических руд, фосфоритов, бокситов и др.); 5) подземная газогенерация и возгонка (углей, сланцев, газогидратов, руты, сурьмы и др.); 6) использование геотермальных ресурсов; 7) переработка гидросферы (включая стоки рудников, нефтепромыслов, обогатительных фабрик, пром. предприятий). Как альтернатива шахтно-карьерной технологии Г. позволяет не нарушать поверхности Земли и резко снизить технологический массообмен в-в на планете, восстановить и улучшить естественное равновесие окружающей среды, полностью освободить человека от подземных работ, разрабатывать месторождения и отвалы с бедными рудами, расширить минерально-сырьевую и энергетическую базу общества, безотходно или малоотходно извлекать из недр полезные ископаемые, снизить энерго- и металлоемкость добычи полезных ископаемых.

Лит Аренис В.Ж., Гайдин А.М. Геолого-геотехнологические основы геотехнологических методов добычи полезных ископаемых. М. Недра, 1978. Спиридонов А.А. Геотехнология. М. Знание, 1981.

ГИПЕРСПОСОБНОСТИ (греч. *hyper* — над, сверх) — сверхспособности, способности выше среднего уровня развития. Существует несколько типов (форм) Г., встречающихся как независимо друг от друга, так и в разных сочетаниях: 1) более раннее проявление способностей, не вызывающих удивле-

ния в более позднем возрасте; 2) более резко и более четко выраженное проявление способностей, хорошо известных по своему содержанию; 3) своеобразные, редко наблюдаемые и поэтому мало изученные способности, чаще относящиеся к элементарным: эйдетизм, проявляющийся в зрительных и слуховых образах, феноменальная память и др.; 4) компенсаторные способности, развивающиеся взамен утраченных и связанные с различными видами деятельности. Изучение Г. способствует более глубокому пониманию проблемы способностей вообще и, в частности, взаимосвязи врожденного и приобретенного компонентов способностей.

Лит Платонов К.К. Проблемы способностей. М. Наука, 1972; Платонов К.К. Структура и развитие личности. М.: Наука, 1986.

ГИПОТЕЗА О ЗАКОНЕ ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ — связи и отношения, наблюдаемые в функционально близких *технических объектах*, к-рые аналогичны связям и отношениям в законе гомологических рядов Н.И. Вавилова, открытом для живых организмов. Суть этого закона для тех. систем состоит в том, что тех. системы с близкими *техническими функциями* и действующими *внешними факторами* имеют частично совпадающие *структурные признаки*; при этом число совпадающих признаков тем больше, чем меньше различаются ф. и внеш. факторы. Использование закона гомологических рядов тех. объектов открывает широкие возможности для создания новых тех. решений на основе аналогии с другими областями техники.

Лит Половинкин А.И. Законы строения и развития техники. Волгоград. ВолгПИ, 1985

ГИРЛЯНД АССОЦИАЦИЙ И МЕТА-

ФОР МЕТОД — эвристический метод тех. творчества, представляющий собой развитие метода фокальных объектов и включающий следующие процедуры: 1) определение синонимов объекта, в результате к-рого образуется гирлянда синонимов (напр., стол — бюро — парта — ...); 2) выбор случайных существительных, при помощи к-рых генерируется гирлянда случайных существительных (напр., карандаш — стул — ...); 3) комбинирование всех элементов гирлянды си-

нонимов с каждым элементом гирлянды случайных существительных. Некоторые из комбинаций представляли идеи для решения задачи (напр., стол как карандаш — стол в виде стула — ...); 4) составление списка признаков в виде прилагательных для каждого элемента гирлянды случайных существительных (п.2). Эти списки являются гирляндами признаков (напр., карандаш: деревянный — автоматический — ...; стул: ...); 5) комбинирование элементов гирлянды синонимов с элементами гирлянд признаков, в результате чего могут появиться идеи для решения проблемы (напр., стол — деревянный (в виде дерева); автоматический (автоматическое увеличение); ...); 6) генерирование гирлянд свободных ассоциаций. Исходным началом служит каждый элемент гирлянды признаков. Кол-во гирлянд свободных ассоциаций равно числу всех элементов гирлянд признаков. Гирлянды свободных ассоциаций образуются при помощи многократной постановки вопроса «О чем напоминает слово...?». Ответ на вопрос, полученный на основе ассоциации, представляет собой новый элемент гирлянды, к-рый является исходным для повторной постановки вопроса (напр.: «О чем напоминает слово «зеленый»? — О «траве»; «О чем... «траве»? — О «поле»; «О чем... «поле»? — О «холоде» и т.д. Гирлянда ассоциаций содержит: трава — поле — холод ...); 7) комбинирование элементов гирлянды синонимов с элементами гирлянд свободных ассоциаций, в результате чего появляются новые идеи решения проблемы; 8) оценка необходимости продолжения ассоциаций, основанная на анализе всех полученных в пп. 1—7 идей и определении их достаточности. В последнем случае осуществляется переход к п.9, иначе с исходным началом элементов свободных ассоциаций генерируются (посредством свободных ассоциаций) вторичные гирлянды, элементы к-рых комбинируются с элементами гирлянды синонимов, в результате чего возникают новые идеи; 9) оценка и выбор рациональных идей. Рекомендуется проводить при помощи классификации всех идей на нерациональные (непригодные, плохие), полурациональные (привлекательные), рациональные

(хорошие). Нерациональные идеи отбрасываются; рациональные образуют ядро для выбора оптимального варианта, а полурациональные (которые чем-то привлекают, но имеют видимые недостатки) снова анализируются, после чего включаются в список нерациональных или рациональных идей; 10) выбор оптимального варианта. Этап, выполняемый при помощи некоторого метода оптимизации, напр., экспертных оценок.

Лит.: Бун Г.О. Основы эвристики для изобретателей. Ч.2. Рига.. Зинатне, 1977.

ГЛАВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ — минимально необходимые сведения об изделиях,

к-рые в первую очередь интересуют разработчиков и пользователей. Выделяют четыре группы Г.х.т.с.: 1) удовлетворяемые *потребности* и соответствующие им реализуемые *технические функции*; 2) *потребительские качества* и соответствующие им *критерии эффективности*; 3) *внутренние факторы* — структура тех. системы; 4) *внешние факторы* — основные инвариантные понятия для изучения и разработки *законов и закономерностей техники*.

Лит.: Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники: закономерности техники и их применения. М. Информэлектро, 1990.

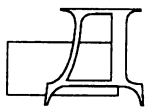
ГЛАВНЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ —

наиболее важная количественная характеристика реализации *технической функции*. В табл. приведены примеры Г.ф.к.э. для различных тех. систем. Г.ф.к.э. относится к группе *функциональных критериев технических систем*.

Тех. система	Главный функциональный критерий эффективности	
	наименование	размерность
Двигатели, генераторы, трансформаторы и т.д.	Мощность	кВт
Средства транспорта	Масса груза, перевозимого в единицу времени	т·км/ч
Экскаваторы, прокатные станы	Производительность	м ³ /ч, т/ч
Автодорожные и железнодорожные мосты	Полезная нагрузка	Н
Муфты, редукторы	Крутящий момент	Н·м
Пахотный плуг	Ширина захвата	м

ГЛОБАЛЬНЫЙ ЭКСТРЕМУМ — значение *целевой функции* на множестве допустимых решений всей области поиска, в к-рой она принимает наибольшее или наименьшее значения. Сложность определения Г.э. заключается в том, что в реальных задачах целевая ф. много-экстремальна, т.е. всегда присутствует несколько *локальных экстремумов*. Возможность определения Г.э. обеспечивается построением соответствующего алгоритма поиска Г.э.

ГРУППЫ (КРУЖКИ) КАЧЕСТВА — малые тв. коллективы на предприятиях и в организациях, которые занимаются изучением методов тех. творчества и их применением в решении задач повышения качества продукции и снижения затрат на данном предприятии. Руководят Г.к. опытные специалисты, владеющие методами тех. творчества. В Г.к. обычно входят 3—10 человек. Г.к. наиболее широко распространены в Японии, где существует около 2 млн. Г.к.



ДЕКОМПОЗИЦИЯ — средство или сам процесс расчленения системы (объекта, процесса) на составные части, т.е. установление иерархии, иерархической структуры. Процесс, обратный Д. — композиция. Д. машиностроительных изделий является одним из самых важных методологических средств решения тв. задач, в частности задач анализа, и в то же время — обязательной операцией при конструировании любого более или менее сложного изделия с целью обособления сборочных единиц. Множество всех деревьев Д. (иерархических структур) данного объекта образует семейство Д. Выделяют различные способы Д. В зависимости от способа реализации Д. подразделяют на концептуальную (фиктивную), осуществляемую без вмешательства в сам объект, и материальную (действительную), требующую разрушения отношений между элементами, существовавшими до Д. В зависимости от целей Д. изделий различают формальную и функциональную Д. Целью формальной Д. является образование к.-л. сборочных единиц. Напр., проверка возможности формальной Д. изделия, включающего 63 вида (позиций) деталей, привела к образованию семейства Д., состоящего из 110 деревьев (иерархических структур). Выбор оптимального варианта Д., являющийся объектом функциональной Д., как правило, позволяет достичь положительного эффекта за счет осознания и обоснования использования агрегатного метода конструирования и улучшения ремонтпригодности (замена целых агрегатов) изделий. В настоящее время научно обоснованная методика функциональной Д. отсутствует.

ДИАЛЕКТИЧЕСКОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ — см.: *Противоречие диалектическое.*

ДИАЛОГ (в творчестве) — процесс и способ непосредственного или опосредованного интраперсонального взаимодействия между различными ролями Я или интерперсонального взаимодействия субъектов с целью решения про-

блемных ситуаций и получения нового знания. Необходимое условие возникновения Д. — наличие проблемной ситуации. Отсутствие проблемы ведет к вырождению Д. в беспредметное мудрствование или софистическое упражнение. Диалогика как содержательная логико-гносеологическая система, исследующая процессы диалогического взаимодействия и разрабатывающая методологические принципы их использования, выделяет значительное число типов и видов Д. В связи с рассмотрением проблемы Д. кол-во их видов может быть существенно ограничено: 1) солилоквиум как интраперсональный Д., Д. с самим собой, Д. между различными ролями Я (напр., между ролями «генератора новых идей» и «критика»); 2) симпозион как разновидность карнавального Д., строится на использовании принципа и процедур макс. сближения людей посредством создания атмосферы фамильярности (напр., разрешается шутить и разыгрывать участников Д.). Современный научный симпозиум ведет свое начало от древнего симпозиона; 3) *мозговая атака* как процесс генерирования свободных идей и ассоциаций с запрещением всякой их критики на этой стадии Д. Мозговая атака имеет множество разновидностей; 4) спор как вид эристического (от Эриды — богини раздора у древних греков) Д. протекает в форме обмена преимущественно противоположными мнениями с целью выявления их отношения к истине, полезности и т.п. Часто ученый не осознает, что своим открытием во многом обязан именно оппоненту; 5) дискуссия как интерперсональный эристический Д. имеет направленность на достижение единства отстаиваемых партнерами альтернативных мнений; 6) полемика как воинствующий эристический Д., в ходе к-рого партнеры исходят из принципиальной невозможности и нецелесообразности достижения компромиссных решений. Она чаще всего имеет своим адресатом не определенного оппонента, а определенное мнение. Создатель нового неизбежно находится в состоянии спора, дискуссии, полемики, конфликта, конфронтации с представи-

телями др. науч. «кланов». Диалогичность как сущностная черта процессов творчества обнаруживается на разных уровнях организации субъекта тв. деятельности. В творчестве человек должен осуществлять двуединый процесс: разрешать возникшую проблему и рефлексировать над действиями по ее решению, т. е. находиться в ситуации решения и в то же время выходить за ее границы. Творчество немисливо без рефлексии над собственными основаниями, поскольку, отрицая использование готовых алгоритмов и рецептов, оно нуждается в постоянном обновлении инструментария. И рефлексия оказывает в этом неоценимую услугу субъекту. При этом несущественно, принадлежат ли участвующие в Д. голоса разным людям (коллективное творчество) или одному человеку (индивидуальное творчество), — позиция «методолога» является обязательным компонентом процесса поиска, составляя единство с голосами «эрудита», «генератора новых идей», «критика» и «руководителя». Сегодня общепризнан тот факт, что новое зарождается в общении ученых, в поединке умов. Уже в античной культуре, создавшей феномен личного авторства, интеллектуальное творчество истолковывалось лишь как частное проявление надличностного, вселенского творчества. Сократ, создавший школу совместного думания — прообраз иссл. группы, и Аристотель, сформировавший устойчивый коллектив, работающий по единой программе, заложили начало традиции коллективной формы организации тв. деятельности и осознания значения ролевой дифференциации в малых науч. сообществах для эффективности их функционирования. Среди выделяемых в структуре «ролевого ансамбля» малой группы позиций сегодня, учитывая специфику современного науч. исследования, особенно значима фигура «методолога» — человека, в критических ситуациях осуществляющего рефлексии над основаниями науч. познания, методами и приемами тв. деятельности. Организованная в «ролевой ансамбль» группа способна решить стоящую перед ней задачу быстрее и эффективнее, чем группа, со-

ставленная из одних «эрудитов» или «генераторов идей». Роли складываются и «разыгрываются» первоначально в открытых Д. участников науч. сообществ между собой и лишь по освоении их в практике переводятся во вн. план, проигрываются на «вн. сцене». Гипертрофия одного качества ведет к губительным последствиям как для отдельных представителей науки, так и для целых науч. направлений. Еще нередки примеры организации тв. деятельности, построенной на господстве «большого эрудита», в качестве к-рого выступает чиновничья всякой отрасли знания. Т.о., наличие гетерогенности в ролевой организации группы, структуры, детерминируемой внутренне противоречивой природой тв. деятельности, выступает как предпосылка эффективности Д. Столкновение в Д. различных линий мышления приводит к нарушению логической последовательности течения мысли, задаваемой каждой из линий, и становится условием рождения «нелогичных», внезапных, непредсказуемых зигзагов и скачков, характерных для тв. процессов. Итог Д. выражается в принятии некоторого решения. Исполнение этой интеллектуальной ф. берет на себя либо сторонний наблюдатель, становящийся арбитром, оценивающим аргументацию сторон и выносящим окончательный вердикт, либо вырастающее из самого Д. «согласие» участников. Другой срез Д. — общение учителя и ученика. Оно никоим образом не сводится к обмену информацией, но состоит в совместном поиске истины. Учитель не одаряет ученика готовыми знаниями, но проходит вместе с ним школу думания, отыскивая решение поставленной задачи. Ценность непосредственного общения учителя и ученика, утраченного в условиях современных форм организации науки, заключается и в том, что в нем происходит усвоение (зачастую неосознаваемое) учеником эталонов науч. и житейской честности, порядочности, образцов гражданской позиции, «считываемых» с личности учителя. Результат Д. зависит и от способа его организации в пространстве и времени. Проксемика, изучающая проблемы

пространственно-временной организации диалогического общения людей, выделяет несколько типов (хронотипов) организации пространственно-временных параметров Д.: круглый стол, двойное кольцо Сократа, эстафета идей, треугольник Кузанского, отсроченная оценка, хронотип гипотетического времени и пространства, хронотип карнавального времени и пространства. Эффективность поискового Д. определяется и ритмом процессов общения, а также оптимальной для каждого хронотипа продолжительностью и их (хронотипов) чередованием.

Лит.: Буш Г. Диалогика и творчество. Рига. Авотс, 1985

ДИАЛОГОВЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ — компьютерные программы последовательного обмена информацией между ЭВМ и пользователем, проводимого с целью решения определенной задачи. Обмен информацией осуществляется посредством сообщений через интерактивный терминал. При реализации диалога процесс решения задачи разбивается на блоки. Одна часть блоков выполняется ЭВМ (машинная процедура), др. часть — человеком. Диалог используется при вводе данных для машинной процедуры, просмотра результатов, указания вида машинной процедуры и ее выполнения, контроля за ходом ее выполнения. Критериями качества диалога являются простота освоения и запоминания пользователем операций системы, быстрота достижений целей решаемой задачи, субъективная удовлетворенность пользователя при эксплуатации системы. Д.к.м. представляют собой основу компьютеризации инженерного и технического творчества, поскольку в задачах технического творчества многие процедуры и операции слабо формализуемы, в связи с чем выполняются только человеком. Анализ методов тех. творчества показал, что почти все они могут быть реализованы на ЭВМ в виде диалоговых программ. Существуют также и специальные Д.к.м., напр., *метод ИЛИИ-графов*.

Лит.: Методы поиска новых технических решений/Под ред. А.И.Половинкина. Йошкар-Ола. Маркиноиздат, 1976. Автоматизация поискового конструирования/Под ред. А.И. Половинкина М. Радио и связь, 1981.

ДИВЕРГЕНЦИЯ — процесс расширения границ проектной ситуации с целью обеспечения достаточно обширного и максимально плодотворного пространства поиска решений. Этот процесс используется прежде всего для порождения множества идей, причем сама их оценка откладывается на будущее. *Техническое задание*, полученное от заказчика, хотя и принимается за отправную точку, но при этом считается, что оно может подвергаться изменениям и развитию в ходе дивергентного поиска. Одна из целей Д. — изучить отклик заказчиков, потребителей, производства, рынка и т.п. на «раскачивание» целей и границ в разных направлениях и в различном объеме. Проектировщикам часто приходится разучиваться, чтобы приобрести свободу, гибкость и широту взглядов, к-рые нужны до того, как будут приняты проектные решения, и до того, как станет целесообразно приступать к окончательной проработке проекта. Т.о., цель дивергентного поиска заключается в том, чтобы перестроить первоначальный вариант тех. задания, выявив те аспекты ситуации проектирования, к-рые позволяют получить ценные, существенные и одновременно осуществимые изменения.

Лит. Джонс Дж.К. Методы проектирования М. Мир, 1986

«ДИВЕРСИОННЫЙ» АНАЛИЗ — метод прогнозирования возможных нежелательных явлений, в т.ч.: чрезвычайных ситуаций, производственного брака, аварий, катастроф (в т.ч. экологических), стихийных бедствий, преступлений и т.п., а также выявления причин уже случившихся аварий и др. нежелательных явлений. Д.а. состоит из двух основных этапов. На первом этапе вопросы типа: «Какие чрезвычайные ситуации и нежелательные явления возможны в данном объекте (конструкции, технологии, регионе и т.п.)?» или «Почему возникла данная чрезвычайная ситуация (авария, др. нежелательные явления)?» преобразуются в вопросы типа: «Как испортить данный объект, как обеспечить возникновение наибольшего кол-ва наиболее опасных нежелательных явлений?» либо «Как реализовать в данном объ-

екте именно ту чрезвычайную ситуацию, к-рая возникла?». Такая процедура напоминает разработку диверсий (отсюда название метода) с возникновением изобретательских задач, к-рые решают с помощью методов тех. творчества. На втором этапе решаются (также с помощью этих методов) задачи по предотвращению спрогнозированных «диверсий». Д.а. включает последовательно выполняемые операции: формулирование «диверсионной» задачи; анализ известных способов создания чрезвычайных ситуаций, вредных и нежелательных явлений; паспортизацию и проверку возможностей использования для «диверсий» имеющихся ресурсов; поиск возможных нежелательных эффектов в информ. фондах и с помощью методов тех. творчества; поиск возможностей усиления и «маскировки» нежелательных эффектов; анализ выявленных нежелательных эффектов и возможностей их усиления; поиск возможностей устранения нежелательных эффектов. В Д.а. используются спец. информ. фонды: типовые способы создания нежелательных явлений и их результаты, типовые опасные зоны в тех. объектах, ресурсы, способные обеспечить вредное воздействие, типовые ошибки при создании *технических систем*, способы усиления и «маскировки» нежелательных явлений, способы предотвращения нежелательных явлений и борьбы с последствиями. Д.а. не заменяет существующих антиаварийных методов, подходов и мероприятий, а дополняет их современными науч. методами решения тв. задач.

Лит.: Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей От озарения к технологии. Кишинев. Карта молдовеняскэ, 1989

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ — разнообразие, разностороннее развитие: одновременное развитие многих, не связанных друг с другом видов производства, расширение ассортимента *изделий*, производимых на одном предприятии. Д. экспорта — увеличение кол-ва видов и наименований продукции и услуг, предназначенных для экспорта.

ДИЗАЙН — проектная художественная тех. деятельность по разработке пром. изделий с высокими потреби-

тельскими св-вами и эстетическими качествами, по формированию гармоничной предметной среды жилой, производственной и социально-культурной сфер. Объекты Д.: пром. изделия (производственное оборудование, бытовая техника, мебель, посуда, одежда и пр.); элементы и системы городской, производственной, жилой среды; визуальная информация; функционально потребительские комплексы и т.п. Соответственно различают: Д. пром. изделий, Д. среды, графический Д., Д. социально-культурной сферы и т.п. Возможна специализация дизайнеров по каждому из этих видов Д., однако в своей деятельности они руководствуются общими методами и принципами с учетом особенностей объекта Д. Цель Д. — оптимизация функциональных процессов жизнедеятельности человека, повышение эстетического уровня изделий и их комплексов. Предмет Д. — структура и функциональные качества предметной среды в целом и изделий как ее элементов. Метод дизайна — способы моделирования объекта и совокупность правил, определяющих последовательность и содержание этапов формообразования. Современные принципы Д. — соединение в целостной структуре и гармонической форме всех общественно необходимых св-в проектируемого объекта. Основными рабочими категориями Д. являются образ, ф., морфология, технологическая форма, эстетическая ценность. Осуществление идеи создания целостного объекта требует глубокого знания основных законов и тенденций развития *техники*, экономики, производства, потребления, а также понимания духовных запросов общества. Поэтому Д. базируется на науч. основах моделирования объекта, объединяя науч. принципы с художественными в проектном образе, и находит применение в др. областях общественной деятельности (социальный Д.). Д. по своей сути есть изобретательская деятельность, т.к. устанавливает новые связи внутри объектов (или объекта), с человеком, средой и др. объектами. Использование эвристических приемов и методов, благоприятствующих проявлению тв. *фантазии, интуиции* и сти-

мулирующих тв. мышление, является крайне необходимым в работе дизайнеров. Следует отметить, что во многих странах все больше сторонников находит понимание Д. как «третьей культуры» — проектной, используемой во всех сферах тв. деятельности человека.

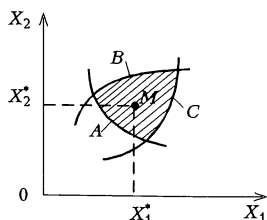
Лит. История художественного конструирования. М.: ВНИИТЭ, 1978; Лазарев Е.Н. Дизайн машин. Л.: Машиностроение, 1988.

ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ И СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ТЕХНИКИ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ — одно из следствий закона прогрессивной эволюции *технических систем*. Суть ее состоит в том, что тех. системы, реализующие обобщенную *техническую функцию*, при переходе к новой стадии развития, новому высокоэффективному принципу действия или новой функциональной структуре сначала реализуют свою ф. с помощью универсальной структуры, затем в целях улучшения критериев эффективности и расширения области применения осуществляются дифференциации и специализация *технических решений* — создание новых моделей и модификаций изделий. Так, напр., универсальный 3—4 тыс. лет назад молоток в 16—17 в. имел несколько сотен разновидностей, аналогично происходило развитие вычислительной техники: от первых универсальных ЭВМ к широкому классу специализированных.

ДОКУМЕНТ — материальный объект, содержащий закрепленную информацию (обычно при помощи к.-л. знаковой системы на специально выбранном материальном носителе) и предназначенный для ее передачи и использования.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ЗАЯВКЕ — материалы, дополняющие, уточняющие или исправляющие первоначально поданные материалы заявки на выдачу *патента* на *изобретение*, не изменяющие сущности изобретения, направляемые в период проведения экспертизы самим заявителем либо по запросу эксперта.

ДОПУСТИМОЕ РЕШЕНИЕ — вектор параметров (переменных) $\bar{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ оптимизируемой системы, удов-



удовлетворяющей всем ограничениям — условиям в задаче математического программирования. При этом любой вектор параметров \bar{X} , выбранный в процессе решения задачи мат. программирования, называют решением. Множество значений векторов $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots$, удовлетворяющих ограничениям задачи мат. программирования, составляет множество допустимых решений задачи и образует область ее определения. Среди Д.р. отыскивают *оптимальные решения*. На рис. в координатах переменных (параметров) X_1, X_2 оптимальные решения находятся на всей плоскости $X_1 O X_2$. Заштрихованная область, об-

разованная ограничениями A, B, C , соответствует множеству Д.р. Точка M — оптимальное решение, к-рому отвечает вектор $\bar{X}^* = (X_1^*, X_2^*)$.

ДУАЛЬНАЯ ПАРА — два психологических типа людей, находящихся в отношении полного дополнения. Соционика описывает 8 Д.п. В каждую пару входят экстраверт и интроверт с дополняющими основными ф. Напр., Д.п. образуют интуитивно-логический экстраверт и сенсорно-этический интроверт, сенсорно-этический экстраверт и интуитивно-логический интроверт. Наличие Д.п. оказывает существенное влияние на работу групп, занимающихся коллективным решением тв. проблем. В частности, активность «генератора идей» в сессии мозгового штурма резко возрастает, если в группе находится дуал (даже в случае его пассивного участия в работе). Две взаимодействующие Д.п. образуют *квадру*.

Лит.: Филатова Е. Соционика для Вас. Новосибирск: Сибирский хронограф, 1994, Аугустинавичуте А. Дуальная природа человека. Вильнюс: Отдел рукописей Б-ки Литовской АН, 1982.



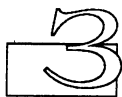
ЕВРОПАТЕНТ — единый охранный документ исключительного права, действующий на территории стран — участниц Конвенции о Европейской системе выдачи патентов (подписана 3 октября 1973 г. в Мюнхене). Единый европейский патент выдается на базе заявки, подаваемой в европейское патентное ведомство. Действие Е., юридические последствия его выдачи, признание недействительным, нарушение прав патентовладельца регулируются нормами национального законодательства каждой страны-участницы.

ЕДИНСТВО ИЗОБРЕТЕНИЯ — требование к заявке на *изобретение*, заключающееся в том, что она должна относиться к одному изобретению или группе изобретений, связанных между собой настолько, что они образуют единый изобретательский замысел.



ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

— последовательность этапов существования объектов искусственного происхождения от начала их создания до момента исчезновения. На каждом этапе объект имеет относительно стабильный набор характеристик. Разные классы *технических систем* могут иметь несколько различающийся набор этапов жизненного цикла. Наиболее типичный состав этапов: 1) определение ф. и *потребительских качеств* тех. системы, что соответствует составлению тех. задания; 2) выбор функциональной структуры, принципа действия и *технического решения*, что соответствует разработке тех. предложения или (и) тех. проекта; 3) рабочее проектирование, связанное с расчетом и оптимизацией параметров тех. системы, выбором и разработкой технологии изготовления, составлением проектной документации; 4) изготовление, контроль и испытание тех. системы; 5) транспортировка и хранение тех. системы; 6) эксплуатация, диагностика неисправностей и ремонт тех. системы; 7) утилизация тех. системы в результате ее физ. или морального старения. Наибольшее число *задач технического творчества* возникает на этапах 1, 2; характерны такие задачи и для этапов 4, 6, 7.



ЗАВИСИМЫЙ ПУНКТ ФОРМУЛЫ ИЗОБРЕТЕНИЯ — пункт ф-лы *изобретения*, включающий существенные признаки, характеризующие изобретение в частных случаях его выполнения или использования.

ЗАДАЧА ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА — объективная потребность улучшения и усовершенствования *технического объекта* по к.-л. критерию *эффективности* или *противоречию* либо потребность создания принципиально нового тех. объекта для удовлетворения новой общественной *потребности*. Под тех. объектом здесь подразумеваются различные *устройства, технологии, конструкционные материалы и вещества*. Описание З.т.т. обычно содержит целевую установку и перечень условий и ограничений, при к-рых требуется достичь цели. Описание З.т.т. проводится в процессе работы по анализу и постановке *задачи технического творчества*. Решение З.т.т. часто представляет собой предмет *изобретения*, к-рое защищается *патентом*. В отличие от различных видов и типов разработки и проектирования новой *техники* З.т.т. присущи ряд неопределенностей и необходимость нахождения нетривиального изобретательского решения. Различия между З.т.т. и четко определенными инж. задачами состоят в следующем: если в инж. задачах, как правило, имеется постановка задачи, указан метод (способ) решения, есть аналог решения, то в З.т.т. они обычно отсутствуют, кроме того, результат решения инж. задачи, как правило, однозначен и предсказуем в первом приближении, тогда как в З.т.т. он многозначен и обычно непредсказуем. В классификации *задач технического творчества* выделяются различные виды и типы таких задач. З.т.т. называют также изобретательской задачей.

Лит.: Половинкин А.И. Основы инженерного творчества М : Машиностроение, 1988, Чус А.В., Данченко В.А. Основы технического творчества Киев, Донецк: Вища шк , 1983.

ЗАДАЧИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ — см.: Математического программирования задачи.

ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ — см.: Определения оптимальных параметров задачи.

ЗАДАЧИ ПОИСКОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ — см.: Поискового проектирования и конструирования задачи.

ЗАКОН ИГРЫ КАК ЗАКОН ТВОРЧЕСТВА — см.: Игры закон как закон творчества.

ЗАКОН КРЕАТИВНО-СТЕРЕОТИПНОЙ ВОЛНЫ — см.: Креативно-стереотипной волны закон.

ЗАКОН ЛЕВО- И ПРАВОПОЛУШАРНОЙ ВОЛНЫ — см.: Лево- и правополушарной волны закон.

ЗАКОН ПРОГРЕССИВНОЙ ЭВОЛЮЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ — см.: Прогрессивной эволюции технических систем закон.

ЗАКОН РАСШИРЕНИЯ МНОЖЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИ РЕАЛИЗУЕМЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ — см.: Расширения множества технически реализуемых потребностей закон.

ЗАКОН РАЦИОНАЛЬНО-ИРРАЦИОНАЛЬНОЙ ВОЛНЫ — см.: Рационально-иррациональной волны закон.

ЗАКОН СОМНЕНИЯ И АНТИАВТОРИТАРИЗМА — см.: Сомнения и антиавторитаризма закон.

ЗАКОН СООТВЕТСТВИЯ МЕЖДУ ФУНКЦИЯМИ И СТРУКТУРОЙ — см.: Соответствия между функциями и структурой закон.

ЗАКОН СТАДИЙНОГО РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ — см.: Стадийного развития техники закон.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНО НОВЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ — см.: Возникновения принципиально новых потребностей закономерности.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СИММЕТРИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ — см.: Симметрии технических систем закономерности.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ВОЗВРАТА К СТАРЫМ СТРУКТУРАМ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ — см.: Возврата к

старым структурам технических систем закономерность.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ — см.: Возникновения и развития потребностей закономерность.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ВОЗРАСТАНИЯ РАЗНООБРАЗИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КАЧЕСТВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ — см.: Возрастания разнообразия потребительских качеств и технических систем закономерность.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ВОЗРАСТАНИЯ СЛОЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ — см.: Возрастания сложности технических систем закономерность.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ И СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ТЕХНИКИ — см.: Дифференциации и специализации техники закономерность.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ — см.: Изменения критериев эффективности закономерность.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ КОРРЕЛЯЦИИ ПАРАМЕТРОВ РЯДА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ — см.: Корреляции параметров ряда технических систем закономерность.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ МИНИМИЗАЦИИ КОМПОНОВОЧНЫХ ЗАТРАТ — см.: Минимизации компоновочных затрат закономерность.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ОДНОВРЕМЕННОГО ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ — см.: Одновременного возникновения потребностей закономерность.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ — см.: Оптимального соотношения параметров закономерность.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ СОХРАНЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ — см.: Сохранения потребностей закономерность.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ СОХРАНЕНИЯ СТАРЫХ СТРУКТУР — см.: Сохранения старых структур закономерность.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ УДЕШЕВЛЕНИЯ ЕДИНИЦ ПОЛЕЗНОГО ЭФФЕКТА — см.: Удешевления единиц полезного эффекта закономерность.

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ — см.: *Функционального строения информационных приборов и систем закономерность.*

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ — см.: *Функционального строения источников энергии закономерность.*

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН — см.: *Функционального строения обрабатывающих машин закономерность.*

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ СООРУЖЕНИЙ — см.: *Функционального строения сооружений закономерность.*
ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ЦИКЛИЧЕСКОГО ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА — см.: *Циклического изменения объемов производства закономерность.*

ЗАКОНЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ — см.: *Развития техники законы и закономерности.*

ЗАКОНЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРОЕНИЯ ТЕХНИКИ — см.: *Строения техники законы и закономерности.*

ЗАКОНЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЕХНИКИ — см.: *Техники законы и закономерности.*

ЗАКОНЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИКИ — см.: *Функционирования техники законы и закономерности.*

ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ — см.: *Развития технических систем законы.*

ЗАЯВКА НА ВЫДАЧУ ПАТЕНТА — комплект документов, необходимых для юридического оформления изобретения. Заявка должна содержать: заявление о выдаче патента, описание изобретения, ф-лу изобретения, чертежи и иные материалы, реферат, документ об уплате пошлины либо об уменьшении уплаты или освобождении от нее, документ, удостоверяющий полномочия патентного поверенного, если заявка подается через него.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ — возделывание растений с целью получения урожая — величайшее технологическое изобретение человека, обусловившее приручение животных и обеспечение их кормами. З. привело к биотехнологической («неолитической») революции, смене технологического способа производства, открытию ряда биологических закономерностей, трансформировало всю экологию и впервые дало человеку возможность контролировать собственный запас пищи. Различают три фазы развития З.: возникновение регулярных попыток доместикации растений и животных, создание первичных технологических приемов и орудий (9–8 тыс. лет до н.э.); становление, в процессе к-рого одомашнены некоторые виды злаков (пшеница, ячмень), животные (собака, овца, коза, свинья), найдены технологические способы хлебопашества и скотоводства (7 тыс. лет до н.э.); завершение доместикации растений, формирование полного стада домашних животных, выработка основных аграрно-технологических принципов, освоение микробиотехнологий, напр., в производстве кисломолочных продуктов, сыров, квашении овощей, хлебопечении, пивоварении, виноделии, обработке прядильных растений и т.д. (7–5 тыс. лет до н.э.). Первые варианты разработки и реализации технологии З. и его продуктов (мотыжение, посев, жатва, молотья, приготовление пищи и ее консервация, прядение, ткачество и т.п.) оказались наиболее оптимальными. Около 9/10 культурных растений и домашних животных, введенных в эксплуатацию неолитическим человеком, ныне обслуживает новейшая техника аграрного комплекса, по сути выполняющая операции древних технологических стереотипов З. Технология З. заложила огромные потенциальные возможности в жизнеобеспечении людей (по современным оценкам, охота на планете могла обеспечить существование только 10–15 млн. человек, животноводство — 100–150 млн. человек, а З. — 6 млрд. человек), привела к созданию культурно-бытовых жилищ (сооружений) и организации поселений (городов), породила и стимулировала

развитие новых технологий (керамики и посуды, цветных металлов и сплавов, железа и др.), ремесел и торговли.

Лит.: Бернал Дж. Наука в истории общества. М.: Изд-во иностр. лит., 1956; *Мелларт Дж.* Древнейшие цивилизации Ближнего Востока. М.: Наука, 1982; *Каширин В.П.* Философские вопросы технологии. (Социологические, методологические и технологические аспекты). Томск: Изд-во Том. ун-та, 1988.

ЗНАК — один из компонентов знаковой ситуации, представляющий для некоего отображающего эту ситуацию субъекта-интерпретатора др. объект-денотат, роль которого он играет, вступая с ним в знаковое отношение. В качестве З. может выступать любой объект (предмет, явление, событие, их св-ва и отношения). Связь З. и денотата осуществляется с помощью ассоциирования *образов* З. и денотата в памяти интерпретатора. Ф. З. — возбудить образ внеш. физ. денотата за счет *ассоциации* его с образом З. и тем самым исключить денотат «из игры», заменив взаимодействие интерпретатора с определенными св-вами внеш. денотата его взаимодействием со З. Это позволяет использовать З. для извлечения, хранения, переработки и передачи информации, *знаний*. Реализация знакового отношения свидетельствует о возникновении более гибкой антиципативной (см.: *Антиципация*) способности воспринимать высокую вероятность еще не наступившего события, когда, напр., появление знака предшествует появлению денотата. З. называют индивидуальными, если в знаковом отношении участвует один интерпретатор, и социальными, если они служат посредниками при взаимодействии нескольких интерпретаторов. Среди неязыковых (несистемных) З. выделяются: «иконические» З.-копии, когда между З. и денотатом имеется отношение сходства, подобия; «индекссы», или З.-признаки, когда осуществляется ассоциирование по смежности, обозначается симптом, примета, следствие и т.п. денотата; «иконические индекссы» (при наличии обоих видов отношений); З.-символы, наглядно выражающие отвлеченное содержание. З. — это обозначения, отражающие построение св-ва воспринимаемого мира, свободные от контекста образования, несущие собственное пред-

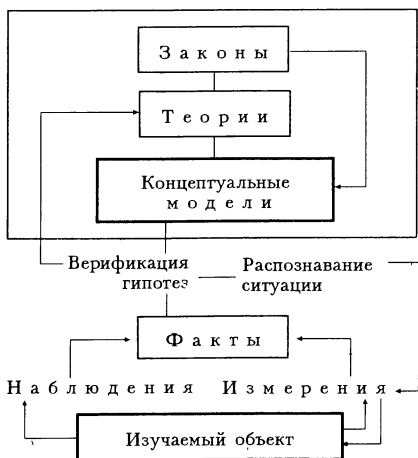
метное, смысловое и экспрессивное значение. В силу этого система З., т.е. связанные друг с другом языковые З., могут составлять особый мир, функционирующий по своим правилам построения, осмысления, употребления, напр., как естественные и искусственные знаковые системы социальных, культурных и тех. коммуникаций. В искусственных языках науки смысловое значение З. выступает в форме понятия, причем их денотаты (выражения соответствующего науч. языка) представляют собой идеализированные объекты (особенно в математике). В естественных языках общения в более или менее явной форме сосуществуют лишь правила синтаксиса, грамматики, а правила семантики, смысла и употребления — в неявной форме. Правила искусственных языков задаются в явной форме. Искусственные языки являются не только средством общения специалистов, но и средством получения новой информации о соответствующих фрагментах реального мира. С возникновением практики опосредования своих отношений с окружающей средой с помощью З. человек начал неуклонное восхождение по пути извлечения информации из внеш. мира и ее переработки, а периоды создания искусственных знаково-символических систем, изобретения З. в истории ознаменовывали резкое ускорение развития науки и техники (см.: *Образ, Семантика, Символ*).

Лит. Прибрам К. Языки мозга / Пер с англ. М.: Прогресс, 1983; *Мельников Г.П.* Системология и языковые аспекты кибернетики. М.: Сов.радио, 1978

ЗНАНИЯ — (в традиционном понимании) отражение характеристик реальности в виде представлений, понятий, суждений и теорий. В таком контексте З. трактуются как сохраняемый статический результат некоторой когнитивной деятельности. В то же время З. могут рассматриваться и как средство организации практических манипуляций с элементами реальности, как предметной, так и ментальной. По степени общности З. разделяют на эмпирические (практические) и теоретические, по преобладающему виду ментальных процессов — на концептуаль-

ные (понятийные), образные (иконические, эйконические и др.) и сенсомоторные, по способам получения — на опытные, сообщаемые и выводимые, по степени систематичности и достоверности — обыденные и научные, по типу реальных объектов — на 3. о предметах, о процессах, об отношениях. Основу любых 3., в т.ч. науки и тех. творчества, составляет ее специфический язык, с помощью к-рого фиксируются известные и вновь добываемые спец. знания. Язык науки должен быть однозначным и в то же время достаточно выразительным, позволяющим в явном виде описать известные факты и предположения, а также операционально эффективным, т.е. обеспечивать путем известных формальных символических манипуляций с науч. текстами воспроизведение и проверку науч. выводов. Фактически язык является кодом, к-рый используется коллегами для эффективного обмена фактами как реальными, так и виртуальными (ментальными). Всякое предложение языка может интерпретироваться собеседниками как наименование некоторой ситуации. При этом в предложении могут содержаться многозначные термины и словосочетания. Язык базируется на системе науч. понятий и концептуальных моделей изучаемой предметной области. Любая система знаний опирается на некоторую схему изучаемого объекта (предмета). При решении конкретных задач в рамках теории делаются дополнительные предположения о характере взаимодействия и св-вах элементов системы. Эти предположения представляют собой концептуальную модель изучаемой системы. Концептуальные модели (от лат. *conceptus* — понятие) — это 3. содержания (смысла) понятия о классе явлений (объектов или процессов), дающее обобщенное представление о явлении как системе, о множестве связей между элементами системы. Напр., концептуальными моделями в физике являются: модель газа как совокупности твердых шаров, модель жидкости как непрерывной среды с заданной плотностью, модель атома и т.п. Концептуальная модель служит приближенным представ-

лением реальной системы и в процессе ее изучения может уточняться и даже заменяться новой. Гипотетическое место модели изучаемого объекта в структуре идентификационной (ориентировочной, в др. системе терминов) деятельности представлено на рис.



Предполагается, что наиболее эффективным способом фиксации концептуальных моделей (выработанным в процессе естественной эволюции) служат системы понятий. Понятия вводятся с помощью определений. Под определением понимается способ обозначения или разъяснения значения знакового выражения в некотором языке. Различают экстенциональное и интенциональное определения понятий. Экстенциональное определение задает класс объектов, к-рые входят в объем понятий, перечислением. Интенциональное определение задает значение термина описанием св-в, указанием признаков объектов, входящих в их объем. Способы определения понятий зависят от целей обучения и субъективных предпочтений. Номинальное определение предполагает объяснение значения нового термина с помощью известных и используется для сокращения выражений, описывающих некоторые объекты, а также устанавливает тождество двух различных выражений без использования ссылок на существование обозначаемых

объектов. Реальное определение вводится через пояснение смысла термина путем указания правил выделения объектов, входящих в объем определенного понятия. Наиболее распространен способ определения, заключающийся в указании ближайшего родового понятия и отличительных признаков, имеющих только у данного вида объектов. Изначально система понятий базируется на первичных, или реальных, понятиях, к-рые строятся на наборе реальных признаков. На начальном этапе обучения, когда у обучаемого не сформирована система понятий, используются остенсивные определения через указание на обозначаемый объект (предмет). С их помощью в лексику обучаемых вводят новые имена, знаки и знаковые выражения путем непосредственного ознакомления с примерами объектов и явлений. Остенсивные определения придают значения незнакомым словам и знакам. Особенно часто их применяют при ситуативном обучении иностранному языку. Др. способом формирования первичных понятий служит операционное определение — определение св-в объекта посредством описания операций, выявляющих наличие или отсутствие этих св-в. С помощью последних выясняется физ. смысл символов в выражениях, описывающих операции и процессы. Значение каждой физ. величины определяется с помощью совокупности измерений. Остенсивные и операционные определения вводят науч. понятия, опираясь на расплывчатые интуитивные представления об объектах. Ими пользуются в тех случаях, когда еще не сформированы определения с выделением существенных и специфических признаков, а также при введении абстрактных понятий (причинность, одновременность и т.п.). Обучаемый формирует свое понимание объекта (предмета) и концептуальные представления о нем в процессе образования и развития. Системы понятий, к-рые он получает, отражают формы жизни и мышления, распространенные в обществе. Концептуальное наследство воссоздается снова и снова в каждом новом поколении благодаря процессам окультуривания,

включающим в себя обучение и формальное образование. Поэтому, несмотря на то, что интеллектуально личность обладает способностью к оригинальному мышлению, оригинальность ограничивается пределами концептуального наследства и именно понятия представляют собой необходимые инструменты для эффективного мышления. В общем виде понятие представляет собой результат мыслительной деятельности, отражающий в обобщенной форме объекты и явления действительности и связи между ними посредством фиксации общих и специфических признаков, в качестве к-рых выступают св-ва объектов и явлений и отношения между ними. Объект характеризуется в понятии обобщенно за счет применения в процессе познания таких умственных действий, как обобщение, сравнение, определение, абстракция. При работе с понятиями человек в общем случае имеет дело с четырьмя элементами: объектом, термином (т.е. словом), определением или набором существенных признаков данного понятия, моделью понятия (образом в памяти человека). Существенными считаются такие признаки предмета, к-рые связаны с его сущностью. Кол-во существенных признаков также определяется сущностью понятия и чем больше признаков, тем более узким является понятие, а уменьшение кол-ва признаков ведет к обобщению понятия. В компьютерных *экспертных системах* концептуальные модели обычно представляются символическим описанием композиции трех элементов: теории предметной области, моделей предметной области, интерпретатора теории на моделях. При этом задание теории сводится к определению системы предметных понятий и их связей. Интерпретация и модели отражают семантический аспект теории в отличие от синтаксического аспекта самой теории, в рамках к-рого делаются заключения об истинности ф-л теории по их вн. структуре. Понятия представляются спец. формальными объектами — концептуально-логическими сетями, с помощью к-рых представляются классы и множества объектов и действий, а также система отношений

между ними (напр., типа род—вид, часть—целое или ассоциативных: иметь св-во и др.). Классы понятий могут быть представлены несколькими способами: через его элементы; с помощью базового прототипа, отражающего наиболее типичные св-ва объектов класса; путем указания набора признаков. При введении в теорию абстрактных объектов (предметов) широко используются дескриптивные определения, позволяющие выделить объекты (предметы), для к-рых нет самостоятельного имени. Этот вид определения вводит имена отдельных предметов, реальных и абстрактных, и имеет форму: «тот X , к-рый есть Y », где X — определяемое единич-

ное понятие, Y — определяющее понятие. Отношения между понятиями определяются, как правило, процедурным способом, а отношения между составляющими понятий (определяющими структуру понятия) — декларативным способом.

Лит.. Горский Д.П. Определение. М. Мысль, 1974; Акофф Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах/Пер. с англ. М.: Сов. радио, 1974; Савельев А.Я., Новиков В.А., Лобанов Ю.И. Подготовка информации для автоматизированных обучающих систем. М.: Высш. шк., 1986; Искусственный интеллект. В 3-х кн. Кн.2.: Модели и методы: Справочник/Под ред. Д.А.Поспелова. М.: Радио и связь, 1990; Представление и использование знаний/Под ред. Х.Уэно, М.Исидзука/Пер. с япон. М.: Мир, 1989; Лобанов Ю.И. Ресурсы повышения эффективности самообразования специалистов//Последипломное образование, потребности, проблемы, тенденции. М.: НИИВО, 1992.



И-ИЛИ ГРАФОВ МЕТОД — метод синтеза *технических решений*, основанный на представлении множества решений в виде *И-ИЛИ-графа* (*дерева*). Модель множества тех. решений представляет собой комбинаторное множество возможных вариантов структур тех. решений (включая и новые тех. решения), объединенное с методами оценки основных показателей тех. системы. Модель представляет собой совокупность пяти компонент: $M = (T, S, Q, G, N)$, где T — И-ИЛИ-дерево (граф), S — конечный словарь для описания элементов и признаков тех. решения, Q — отображение множества вершин дерева в словарь S , $G = (g_1, \dots, g_n)$ — вектор показателей качества *технической системы*, определенный на вершинах дерева, $N = (N_1, \dots, N_n)$ — вектор множеств возможных значений показателей. Расчеты показателей для некоторого решения производятся на основе оценок отдельных вершин, входящих в решение. При этом возможны следующие способы подъема оценок от вершин-приемников к вершинам-источникам: 1) классификационный — значение показателя на вершине-источнике равно значению показателя на вершинах-приемниках, если все эти значения одинаковы; 2) минимальный — значение показателя на вершине-источнике равно мин. значению показателя на вершинах-приемниках; 3) максимальный — аналогично 2, но берется макс. значение; 4) суммарный — значение показателя на вершине-источнике есть сумма значений показателей на вершинах-приемниках; 5) средний взвешенный — значение показателя на вершине-источнике есть средняя взвешенная сумма значений показателя на вершинах-приемниках. Для ИЛИ-вершин используются способы 2 и 3, для И-вершин — 1–5. Для показателей в классификационных шкалах используется метод 1, для ранговых — 2 и 3, для интервальных — 4 и 5. На модели M ставится задача синтеза (поиска) допустимых тех. решений: по заданным *ограничениям* на показатели G

найти все тех. решения, удовлетворяющие этим ограничениям. Ограничения могут быть типа равенства и неравенства. Применение метода при поисковом конструировании состоит из построения модели M множества тех. решений для определенного класса тех. систем и решения задачи поиска *допустимых решений*. Построение модели M множества тех. решений проводится в несколько шагов: определить класс тех. систем; выделить отдельные известные тех. решения этого класса и для каждого построить И-дерево его описания на основе *декомпозиции* элементов и признаков тех. решения; построить из отдельных И-деревьев словарь S и общее И-ИЛИ-дерево, «склеивая» общие вершины; выделить множество показателей рассматриваемого класса тех. систем с указанием типа шкалы и вектора N возможных значений; определить вектор показателей G на множестве вершин дерева и метод расчета каждого показателя. Решение задачи поиска допустимых тех. решений на построенной модели M состоит в задании ограничений на показатели и применении алгоритма поиска решений на И-ИЛИ-графе. В зависимости от методов расчета показателей используется та или иная модификация алгоритма поиска решений на И-ИЛИ-графе. При методах расчета 2 и 3 алгоритм состоит в удалении недопустимых вершин дерева и построении усеченного дерева решений. В остальных случаях могут применяться алгоритмы, основанные на методе ветвей и границ.

Лит.: Автоматизация поискового конструирования/Под ред А.И. Половинкина. М.: Радио и связь, 1981.

И-ИЛИ-ГРАФЫ (ДЕРЕВЬЯ) — один из подходов, используемый для представления пространства поиска решения *задач технического творчества и искусственного интеллекта*. Представление в виде И-ИЛИ графа наиболее приемлемо для задач, к-рые естественным образом разбиваются на взаимонезависимые задачи, напр., символическое интегрирование, доказательство теорем, игровые задачи и, в частности, задачи поиска *технических решений*. И-ИЛИ-граф — это ориентированный

граф без орциклов с одной выделенной вершиной, называемой корнем (в нее не заходит ни одна дуга). Все вершины графа разделены на три непересекающихся класса: И-вершины, ИЛИ-вершины, концевые (или целевые) вершины. Пространство решений определяется следующим образом: отдельное решение — это подграф И-ИЛИ-графа, который строится по правилам: в решение входит корень; если в решение входит И-вершина, то в него включаются все ее приемники и соответствующие дуги; если в решение входит ИЛИ-вершина, то в него включаются только один из ее приемников и соответствующая дуга. Наиболее общая интерпретация И-ИЛИ-графа: вершинам графа соответствуют отдельные задачи, а дуги графа отражают взаимосвязь между задачами. Решающий граф — способ решения корневой задачи путем сведения ее к подзадачам. Концевые вершины соответствуют элементарным задачам. Для представления пространства возможных тех. решений вершины интерпретируются как конструктивные признаки (функциональные элементы, взаимное расположение элементов, взаимосвязь элементов, особенности конструктивного исполнения элементов, геометрическая форма элементов, материал элементов, соотношение параметров), а дуги отражают связи между признаками («состоит из», «имеет»). Представление тех. решения в виде И-ИЛИ-графа есть обобщение морфологической табл. при учете многоуровневой иерархии отдельных альтернатив. Для автоматизации синтеза тех. решений методом И-ИЛИ-графов граф дополняется обобщенной моделью (процедурой) оценки любого решающего графа относительно списка показателей (см.: *Методы морфологического анализа и синтеза*).

Лит.: Нильсон Н. Искусственный интеллект. Методы поиска решений. М.: Мир, 1973; Автоматизация поискового конструирования/Под ред А.И. Половинкина. М.: Радио и связь, 1981.

ИГРЫ ЗАКОН КАК ЗАКОН ТВОРЧЕСТВА — субъективный закон творчества. Игра представляет собой своеобразное моделирование окружающей среды. С позиций теории информ. эволюции живого игра выполняет ф. ис-

кусственного увеличения информ. разнообразия среды обитания и подталкивает интеллект к реализации поисковой активности в таком разнообразии. И.з.з.т. — фундаментальный психологический феномен, выполняющий ф. стимуляции и усиления тв. потенциала и соответственно накопления «будущего времени» в индивиде. Игра реализует ф. обучения в творчестве. Через игру осуществляется разрушение психологической инерции, происходит прорыв информации («идей») с нижних этажей «информационной пирамиды» организма, т.е. с подсознания, на уровень сознания. Игра активизирует работу правого полушария мозга и соответственно *интуицию*. Сама игра является своеобразным творчеством в «среде игры», в «игровом мире» и она одновременно есть модель творчества, поскольку «игровой мир» — модель мира или модель какого-то св-ва, фрагмента, аспекта мира, какой-то ситуации. Игра творит и, творя, моделирует творчество, подготавливает человека к жизни как творчеству. В своей биологической ф. игра — результат биологической эволюции в форме тв. эволюции (см.: *Креативная онтология*). И.з.з.т. проявляется в науч.-тех., изобретательском творчестве в форме механизма инновационных игр. Осознание игры как закона творчества ведет к технологии «игровой терапии» как элемента креатотерапии (см.: Креатотерапия).

Лит. Субетто А.И. Творчество, жизнь, здоровье и гармония. Этюды креативной онтологии. М.: Изд. фирма «Логос», 1992.

ИЕРАРХИЯ — организованность, определенная упорядоченность целого и его частей от высшего к низшему. И. обычно рассматривается в одном из трех основных аспектов: как явление в жизни и неживой природе и в создаваемых человеком материальных и духовных ценностях, как познавательное средство в процессах анализа, синтеза, классификации и т.п. и как модель в процессах моделирования, проектирования, построения структур, алгоритмов, систем. Средством выявления И. является *декомпозиция*. Иерархическая структура — это форма представления И., при к-рой фиксируются элементы и

связи между ними, как правило, без уточнения их природы, основная роль к-рой — быть скелетом-моделью рассматриваемого объекта. Характеристиками И. являются: направление И. (вверх — вниз), к-рое характеризует окружение иерархической системы; признак декомпозиции, фиксирующий особенности конкретной И.; элементы, т.е. составные части целого без учета связей между ними; узлы — элементы, упорядоченные в иерархической системе (при учете прямой подчиненности вводится понятие подузла — узел самого близкого и более низкого по отношению к рассматриваемому узлу уровня); связи (по вертикали) между узлом и подузлами, направление к-рых должно соответствовать принятому направлению И.; мера И. — числовая величина (с конкретной смысловой нагрузкой), связанная с иерархической системой и/или ее частями. Производными характеристиками И. являются уровень, слой и ветвь. Уровень — это совокупность подузлов, образованных в результате приложения одного и того же признака декомпозиции ко всем узлам И. Если используется несколько признаков декомпозиции, то рассматриваются слои — один или несколько уровней с одним и тем же, но детализированным признаком декомпозиции, и ветвь — результат последовательной декомпозиции одного исходного узла. Иногда уровни подразделяются в зависимости от степени абстрагирования описания («страты»), сложности принимаемых решений («слои») и принадлежности к организованной И. («эшелоны»). Наряду с вертикальными связями в И. могут существовать и горизонтальные связи между узлами соответствующего уровня, к-рые, однако, не являются компонентами И. в строгом смысле. В И. обратные связи не отражаются, их можно исследовать и, как результат, И. инвертировать, т.е. сменить общепринятое в конкретной иерархической системе направление на противоположное. При анализе отдельных иерархических систем они подразделяются в зависимости от кол-ва признаков декомпозиции (один — гомогенная, несколько — гомеогенная), их

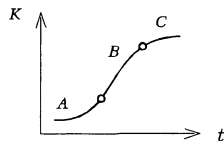
сложности (простой — монотематическая, сложный — политематическая), природы элементов (дискретная, непрерывная, напр., процесс) и реальности их существования (действительная, фиктивная). И., в к-рой учитываются и действительные, и фиктивные элементы, называют плотной, а при неучете фиктивных — вырожденной. Если подузел имеет связи с несколькими узлами, то И. — полииерархическая. При наличии меры И. измеримая (по уровням, узлам, связям), а при наличии слоев — расслоенная. При анализе нескольких иерархических систем сравниваются множество объектов И., направления И. (одинаковые, противоположные, параллельные, различные — несовместимые), признаки декомпозиции (подобные, сходные, различные — неподобные), характер множества элементов (совпадающие — изоморфные, частично пересекающиеся — гомоморфные, непересекающиеся — гомеоморфные), характер меры (полностью или частично соизмеримые, несоизмеримые). Над существующими иерархическими системами могут производиться операции соединения (без общих вершин всех или части узлов, дополнение, слияние) и разрыва, нормализации (повышение — понижение уровней), редукции (переоценка по узлам и связям), трансформации (изменение характеристик И.). Схема создания И. состоит из следующих основных этапов: определение класса (классов) объектов, образование множества признаков элементов иерархической системы, образование множества элементов, определение направления И., определение признаков декомпозиции, составление алгоритма декомпозиции, построение иерархической системы, определение меры, определение оценочной ф., характеристика вн. строения И., сравнение с др. иерархическими системами. Установление И. и производимые над ней операции являются мощным средством анализа и синтеза новых сложных *технических систем* (см.: И-ИЛИ-графы).

Лит.: Калайджиева М. Иерархия. Теория и методология. София. Изд-во на Българската академия на науките, 1985; Месарович М. и др. Теория иерархических многоуровневых систем/Пер с англ. М.. Мир, 1973.

ИЗДЕЛИЕ — предмет или совокупность предметов производства той или иной *технологии*; самостоятельно функционирующая выделяемая дискретная единица, рассматриваемая как элементарная. Описание изделия включает в себя только видовые признаки. Выделяют простейшее И., характеризующееся следующей совокупностью признаков: отсутствие количественных показателей, отражающих тех. уровень данного вида продукции; отсутствие эл., пневматического, гидравлического или др. привода и сопрягаемых линейных и угловых размеров, определяющих работоспособность И.; отсутствие влияния возможных отклонений физ. или хим. св-в (напр., эл. сопротивления, теплоты сгорания) на работоспособность И., в состав к-ого входит данное простейшее И.; отсутствие неизвестных технологических операций в технологическом процессе изготовления.

ИЗМЕНЕНИЯ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ

— общая закономерность развития *технических систем*, к-рая является следствием: 1) *закона прогрессивной эволюции*, регламентируя изменение *критериев эффективности* при одном и том же *принципе действия*, 2) *закона стадийного развития техники*, регламентируя изменение критериев эффективности в пределах одной стадии развития. В первом случае суть И.к.э.з. состоит в том, что у тех. систем, имеющих неизменные основные тех. ф. и принцип действия, наиболее важные критерии эффективности изменяются в зависимости от исторического времени монотонно в соответствии с S-образной ф., график которой имеет три периода (рис.): 1-й период *A* связан с освоением нового принципа действия, когда еще не найдены его наиболее эффективные *технические решения*, что обуславливает медленное возрастание критерия эффективности; 2-й период *B* — быстрый рост критерия за счет увеличения кол-ва *изобретений*,



реализующих новый принцип действия и использования все более эффективных тех. решений; 3-й период C — асимптотически замедленный рост критерия, что связано с исчерпанием возможностей данного принципа действия. При этом возникает необходимость перехода на более эффективный принцип действия. Для описания S-образной ф. используются различные мат. выражения. А.Ф.Каменев обоснованно выбрал и рекомендовал ф. вида $K = L / (a + e^{be-dt})$, где L , a , b , d — коэффициенты, отражающие специфику изменения критерия эффективности для рассматриваемого класса тех. систем; t — время в годах; e — основание натурального логарифма. В соответствии с S-образной ф. происходило изменение, напр., КПД паровых машин паровозов, скорости полета самолетов с поршневыми двигателями. Во втором случае (изменение критерия эффективности тех. систем в пределах одной стадии развития) содержательная суть закономерности и график изменения критерия аналогичны приведенным для 1-го случая. И.к.э.з. рекомендуется использовать при обосновании перехода на новый принцип действия или новую стадию развития тех. системы.

Лит.: Каменев А.Ф. Технические системы: закономерности развития. Л.: Машиностроение, 1985; Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники: закономерности техники и их применение М.: Информэлектрон, 1990.

ИЗОБРЕТЕНИЕ — новое решение, обеспечивающее удовлетворение новой актуальной *реализуемой потребности* или улучшение к.-л. *критериев эффективности* и др. показателей существующих объектов при неухудшении или незначительном ухудшении др. показателей. И. обычно связаны с улучшением *технических систем* (устройств), *технологий* (способов), *конструкционных материалов* и в-в либо с созданием пионерных изделий, технологий, материалов, в-в, штампов, микроорганизмов. Главными признаками И. являются существенная новизна и полезность. Для признания нового решения И. в установленном порядке подается заявка на выдачу *патента*, на основе к-рой после подтверждения новизны и полез-

ности И. выдается патент или др. аналогичный документ.

ИЗОБРЕТОЛОГИЯ — наука и искусство технического творчества и пром. внедрения его результатов. Наука — поскольку тв. процесс логифицирован, организован и алгоритмизирован; искусство — поскольку этот процесс остается в большой степени в областях «сотрудничества» сознания с подсознанием, естественной эвристики, учения альтернативного употребления интуитивных и логических приемов, процедур и методов творчества, сходящегося и расходящегося мышления, анализа и синтеза, индукции и дедукции. Фундаментальная цель И. — тв. соединение многосторонних знаний изобретателя, направленных на создание новых *технических решений*, характеризующихся макс. функциональностью и мин. стоимостью. И. — это наука и искусство оптимального прохождения пути от критического отбора информации, формулировки тв. задачи, поиска и нахождения решения до его пром. внедрения; наука и искусство поиска и нахождения «резонансов» — «резонанса» тв. задачи с современной стадией развития техники и «резонанса» нового решения с поставленной тв. задачей; наука и искусство преодоления гносеологических, психологических, воспитательных, психосоциальных, тех. и организационных *барьеров* (препятствий) *творчества*. И. использует различные знания и основывается на следующих отраслях науки и техники: математика, физика, химия, биология, производство, технология, общие тех. дисциплины, материаловедение, философия, праксиология, социология, экономика, маркетинг и менеджмент, пром. право, патентоведение, эргономика, психология, эвристика, искусство, архитектура, тех. эстетика и др. Главные части И.: праксиологические основы, *законы и закономерности техники*, психофизиологические, психогносеологические, психопедагогические и психосоциальные основы тех. творчества, мат. основы тв. поиска и синтеза, интуитивные, логико-интуитивные и логические методы тех. творчества, общий алгоритм тех. творческого процесса и пром. внедрения его

результатов, инж. анализ изобретений (включая анализ патентной чистоты и патентоспособности), составление описаний и редактирование заявки на выдачу патента. И. — часть общей науки и искусства творчества, часть эвристики — тех. эвристика. С т.зр. праксиологии (логики человеческого действия, логики максимизации эффективности действия, общей человеческой технологии) И. — это праксиология изобретения и пром. внедрения результатов тех. творчества. С т.зр. логико-мат. основ И. имеет много общего с оптимальным проектированием. Наиболее близкие к И. дисциплины — методы технического творчества, поисковое проектирование и конструирование (см.: *Барьеры творчества; Организация изобретательской деятельности студентов; Развитие изобретательских способностей*).

Лит.: Belous V. *Manualul inventatorului Sinteza creativa in tehnica*. Bucuresti: Editura Tehnica, 1991. Kaufman A.L. *Inventigue. Entreprise moderne d'edition*. Paris, 1971. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988.

ИЗУЧЕНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ТЕХНИКИ — анализ исторического процесса эволюции техники, связанный с выявлением и описанием характерных изменений перехода *технических систем* от предшествующих моделей или поколений S_i к новым моделям или поколениям S_{i+1} . И.э.т. основывается на изучении законов и закономерностей развития техники и в первую очередь — закона прогрессивной эволюции *технических систем*. Методика И.э.т. должна отражать в каждом переходе $S_i \rightarrow S_{i+1}$ изменение внеш. факторов, вызывающих или обеспечивающих переход, главные дефекты и противоречия в S_i , к-рые вызвали переход, изменение состава *технических функций*, выполняемых тех. системой, улучшаемые критерии эффективности, изменение структуры тех. системы и ее тех. решения, обеспечивающее улучшение критериев эффективности, *частные закономерности изменения структуры технических систем* и др. ценную информацию. И.э.т. — одна из главных задач *истории техники*. И.э.т. дает ценный материал, необходимый при разработке новых моделей и поколений техники и создании новых изобретений.

Лит.: Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988; Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники: закономерности техники и их применение. М.: Информэлектрон, 1990.

ИНВАРИАНТНЫЕ ФУНКЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ — система ф. интеллектуальной деятельности, общая для человеческого, общественного, искусственного и гибридных интеллектов и одновременно для экономики, образования, техники, медицины, политики и др. сфер. В качестве системного основания выделения И.ф.и.д. принят набор ф., к-рые необходимо выполнять любому интеллекту для решения возникающих перед ним проблем, задач: сбор, хранение (запоминание) относящейся к этим проблемам информации; структурирование информации — представление ее в виде формализованных и неформализованных моделей; анализ информации на моделях; диагноз причин возникновения проблем, прогноз тенденций их развития (проблематизация); обоснование, доказательство; целеобразование — формирование целей деятельности по решению проблем, критериев достижения целей; проектирование, разработка программы решения проблем; планирование реализации программы; контроль и управление ее реализацией; обучение в процессе деятельности новым средствам деятельности; координация выполнения И.ф.и.д., прямых и обратных связей между ними; саморефлексия в своей деятельности; кооперация с др. интеллектами. Совокупность информ., моделирующей, аналитической ф. и ф. целеобразования и проектирования вместе со всеми их прямыми и обратными связями образует подсистему проектирования, к-рая в И.ф.и.д. является основной ф. координации. И.ф.и.д. представляет только ту часть структуры интеллекта, к-рая непосредственно ориентирована на решение его проблем, т.е. И.ф.и.д. — проблемно-функциональная составляющая интеллекта. В указанных сферах деятельности И.ф.и.д. представлены соответствующими инвариантными задачами деятельности. Формирование и развитие системы И.ф.и.д. представляются частью процесса саморефлексии,

самообучения и саморазвития общественного интеллекта в виде циклов синтеза и *декомпозиции*. Выделение и развитие системы И.ф.и.д. актуально для решения следующих проблем: 1) усиление человеческого интеллекта по каждой из И.ф.и.д. с помощью искусственного интеллекта в виде гибридных интеллектов за счет оптимального распределения ф. между человеческим, искусственным и общественным интеллектом. По мере развития искусственного интеллекта и упрощения языков общения с ним усиление человеческого интеллекта должно происходить в следующих направлениях: от чисто информ. возможностей человеческого интеллекта, его моделирующих, и аналитических ф. к прогностической, проектной и обучающей ф.; от репродуктивных к творческим возможностям. Т.к. искусственный интеллект есть продукт общественного интеллекта, дальнейшее усиление человеческого интеллекта зависит от развития общественного интеллекта и уровня нравственности людей. Недооценка этого фактора может привести к серьезным негативным последствиям для человеческой цивилизации; 2) определение и выбор совокупности инвариант, к-рые могут составить ядро образовательных стандартов для специальностей естественно-науч. и проектно-управленческого профилей; 3) согласование, увязка в систему совокупности *знаний* о естественном и искусственном, создаваемом цивилизацией мирах с деятельностью по проектированию, строительству, эксплуатации искусственного мира, по управлению его подсистемами, объектами, процессами; 4) разработка курсов, дисциплин по общим теориям информации, моделирования, анализа, целеобразования, проектирования, прогноза, строительства, управления, обучения, рефлексии системно увязанных курсом общей инженерии; 5) разработка курсов, дисциплин экономической, политической, образовательной, педагогической, медицинской, тех., экологической (и др.) инженерий, системно увязывающих данные, модели и методы традиционных фундаментальных дисциплин с помощью и на основе новых

дисциплин по общей инженерии со спец. дисциплинами, в т.ч. на базе теории и методов тех. творчества.

Лит.. Пиаже Ж. Природа интеллекта // Хрестоматия по общей психологии. М.: МГУ, 1981; *Саймон Г.* Наука об искусственном. М.: Мир, 1972; *Информатика: Энциклопедический словарь.* М.: Знание, 1994

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ — частный случай метода *экспертных оценок*, когда используются оценки одного или нескольких экспертов без их усреднения. И.э.о. применяются прежде всего при анализе проблем, для к-рых информ. потенциал недостаточен. Основные этапы использования метода И.э.о. — те же, что и в методе экспертных оценок, но большинство статистических методов заменяется методами качественного анализа. Генерация основного информ. массива в И.э.о. осуществляется с помощью методов, связанных с индивидуальной работой экспертов: методов опроса (экспертные оценки), разработки «сценариев» и «докладных записок» и *морфологического анализа систем*. «Сценарии» обычно применяются при поиске узких мест производства, в критических ситуациях и т.п., к-рые в дальнейшем могут быть подвергнуты более детальному анализу. В изобретательском творчестве чаще используется морфологический анализ.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ФОНД ЭВРИСТИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ — описание *эвристических приемов*, накапливаемых и используемых изобретателем и отражающих субъективные особенности тв. личности и круг ее тв. интересов. Плодотворно работающий изобретатель после решения задачи часто имеет два результата: новое *техническое решение* и полученный методический опыт, обобщенный в виде краткого правила — эвристического приема, к-рый он затем сознательно пытается использовать при решении следующих изобретательских задач. Такие правила составляют И.ф.э.п., к-рый пополняется изобретателем также при анализе выдающихся *изобретений* др. авторов и их методического опыта. И.ф.э.п. представляет собой наиболее ценный материал при создании и развитии *межотраслевого фонда эвристических*

приемов, специализированных фондов эвристических приемов, а также др. И.Ф.э.п.

ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ — процесс создания крупного машинного производства во всех отраслях народного хозяйства.

ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ — предвидение и предсказание развития *технических систем, конструктивных материалов, технологий* и др. *технических объектов*. Можно условно выделить два типа задач И.п.:

1) предсказание изменения *внешних факторов, технических функций, потребительских качеств и критериев эффективности* существующих тех. объектов, а также предсказание новых актуальных *потребностей*, вызывающих появление принципиально новых тех. объектов; 2) предсказание изменений конструкции тех. систем. По времени упреждения И.п. разделяется на краткосрочное (до 5 лет), обычно связанное с обоснованием новой конструкции модели тех. системы, среднесрочное (5—10 лет), относящееся к обоснованию нового поколения *технической системы*, долгосрочное (10—20 лет) и сверхдолгосрочное (более 20 лет). И.п. выполняется с помощью методов тех. творчества и анализа последних *патентов, законов и закономерностей развития техники*, построения «дерева проблем» и «дерева целей», экспертных оценок, мат. моделирования тенденций развития, инновационных игр, эскизного проектирования новой среды обитания человека и гармоничной *ноосферы* и др.

ИНЖЕНЕРНОЕ ТВОРЧЕСТВО — постановка и решение задач, связанных с созданием, проектированием, испытанием, доводкой, транспортировкой, эксплуатацией, ремонтом и утилизацией *технических систем*, их элементов, *конструкционных материалов и технологий*, к-рые отличаются более высоким тех. уровнем и конкурентоспособностью. К И.т. относятся задачи *технического творчества*, ориентированные на создание новой продукции, а также задачи выбора и обоснования способов моделирования и испытания *технического объекта*.

Потребность в И.т. возникает в тех случаях, когда в процессе проектирования традиционные известные решения, способы и средства не удовлетворяют потребности и требуется предложить или изобрести новые решения. Результат И.т. часто составляет предмет *изобретения*. Для развития тв. способностей и повышения результативности и эффективности И.т. рекомендуется использовать разнообразные *средства интенсификации технического творчества*. И.т. часто включает как основную часть *научно-технического творчества*.

Лит.: Джонс Дж.К. Методы проектирования М.: Мир, 1986, Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М. Машиностроение, 1988

ИНЖИНИРИНГ — 1. Осуществление работ, включающих проведение *предпроектных, инж.-изыскательских работ*, науч. исследований, составление *технических заданий*, проектных предложений и технико-экономических обоснований строительства пром. и др. объектов, разработка тех. документации, проектирование и конструкторская проработка объектов *техники и технологий*, консультации и авторский надзор при монтаже, пусконаладочных работах, консультации экономического, финансового или иного характера.

2. Инж.-консультационные услуги; обособленный в самостоятельную сферу деятельности комплекс услуг коммерческого характера, обеспечивающих любую часть (раздел) цикла *техноэволюции*: проведение науч.-иссл. и опытно-конструкторских работ по созданию новых *изделий*, технологий, материалов; процессы подготовки производства, обеспечения наладки, контроля, испытаний и реализации продукции; разработка проектной документации на строительство, расширение, тех. перевооружение, модернизацию пром., инфраструктурных и любых др. *техноэволюций*; оценка и прогноз потребностей, объемов продукции и требований к потребителю св-вам. Продажа инжиниринговых услуг может быть связана с продажей изделий, технологии, материалов крупными фирмами. Инжиниринг может выступать и самостоятельно на рынке товаров и услуг.

ИНКУБАЦИЯ — один из этапов интуитивного (см.: *Интуиция*) поиска решения проблемы, состоящий в бессознательной, неосознаваемой умственной деятельности, обеспечивающей вызревание проблемы. Термин «И.» в применении к науч. творчеству впервые употребил Ф.Энгельс. Исследователи используют и др. термины для обозначения данного этапа поисков: «стадия оформления мысли» (А.Колмогоров), «настороженность к теме» (Д.Пойа) и т.д. Наличие этапа И. связано с затруднениями решения осознанной проблемы в жестких рамках логики. Закрепленные в сознании исследователя парадигмы и уже отработанные методы решения в ситуации встречи с новой проблемой оказываются препятствием (см.: *Барьеры творчества*) на пути открытия, блокируют возможность возникновения неожиданного, оригинального хода мысли, к-рый и требуется в этом случае. Для его возникновения следует «расшатать» устоявшиеся стереотипы, уйти от привычных, стандартных подходов. Эту ф. осуществляет бессознательное, как бы принимающее эстафету от доказавшей свое бессилие логики. Модель проблемной ситуации становится доминантой тв. процесса, подчиняя себе всю энергию исследователя. Мозг работает над загадкой и в то время, когда деятельность ученого никоим образом не связана с проблемой. Возбужденное состояние мозга, возникшее под воздействием доминантной установки, активизирует его определенные участки, где была «записана» неосознаваемая ранее информация. В процессе этой работы модель проблемной ситуации как бы неосознаваемо рассматривается под разными углами, включаясь в новые системы отношений, расцветаясь новыми красками образов и ассоциаций, дающими новое видение проблемы. Наблюдения творцов науки и техники за процессом поиска решений обнаруживают одну интересную особенность: наиболее плодотворными для творчества оказываются периоды, когда сознанию удастся максимально освободиться от рутинной логической работы — во время прогулок, путешествий, в состоянии перехода от

сна к бодрствованию, во сне. Важность использования в тв. процессе образов, черпаемых исследователем из сна, отмечена в ставших знаменитыми словах А.Кекуле: «Учитель видеть сны, господа!». Признание этапа И. в структуре тв. поиска означает необходимость наличия у ученого не только развитого логического, но в не меньшей степени и образно-ассоциативного мышления, к-рое сопряжено с занятиями музыкой, живописью, искусством.

Лит.: Вейн А.М. Бодрствование и сон. М., Мир, 1970; Пономарев Я.А. Психика и интуиция. М., МГУ, 1967; Сухотин А.К. Парадоксы науки. М., Мол. гвардия, 1978.

ИННОВАЦИЯ (нововведение) — процесс создания, освоения и практической реализации науч.-тех. достижений. Процесс И. обычно включает следующие фазы: фундаментальные исследования, приводящие к науч. открытиям; прикладные науч. исследования и инженерное творчество, приводящие к созданию изобретений в виде устройств, способов или в-в; разработка и испытание экспериментальных образцов новых изделий, технологий, материалов и т.п.; проектирование новой техники и ее пром. освоение; реализация первых пром. образцов и при достижении коммерческого успеха расширение производства; фаза диффузии (проникновения) И. в др. области науки, техники, производства, духовной сферы и т.д. Т.о., процесс И. представляет собой органическое единство деятельности, направленной на развитие науки и техники, и экономических интересов производственных организаций. И. осуществляет «стыковку» трех разнородных компонентов: потенциальных возможностей науки и техники, реальных возможностей производства, реальных потребностей рынка в новых науч.-тех. достижениях. И. имеет свой «жизненный цикл», соответствующий указанным фазам. «Жизненный цикл» И. можно моделировать, проектировать, прогнозировать, что позволяет осуществлять управление процессом И. и его ускорением. И. включает как одну из основных частей маркетинг и маркетинговые исследования.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ — пром. собственность, а

также права, относящиеся к литературным, художественным и науч.-тех. произведениям, исполнительской деятельности артистов, звукозаписи, радио- и телевизионным передачам, науч. открытиям и другие права, вытекающие из тв. деятельности в области производства, науки, литературы, искусства и т.п.

ИНТУИЦИЯ (от лат. *intueri* — пристально смотреть): 1. Процесс непосредственного постижения истины путем целостного видения *проблемной ситуации* без обоснования с помощью дискурсивного доказательства. Потребность в последнем возникает после рождения новой идеи — процедура доказательства переводит новое *знание*, обладающее статусом научности лишь для его творца, в ранг науч. истины. Логический компонент обнаруживает себя и на стадии подготовки к решению проблемной ситуации. Т.о., поиск истины протекает в смене логических и интуитивных процедур, дополняющих друг друга. Процесс интуитивного постижения истины включает в себя два этапа: *инкубацию* и озарение. Суть 1-го этапа состоит в «расшатывании» устоявшихся подходов к решению задачи, в продуцировании самых неожиданных представлений проблемной ситуации. Интуитивная работа мышления на этой стадии происходит в сфере бессознательного, не прерываясь даже с «отключением» субъекта от проблемы. Если поиск оказывается плодотворным, инкубационные волнения завершаются озарением, представляющим собой акт внезапного усмотрения истины. Решение возникает полностью и завершается непосредственно быстро в сравнении с длительностью инкубации, циклы к-рой могут длиться годы, иногда десятилетия. Вспышка озарения означает, что знания, участвующие в решении проблемы и находившиеся до этого в разрозненном состоянии, составили единственно возможную комбинацию, целостный узор, подобный возникающему в калейдоскопе при смещении осколков. Для образования общей картины обычно недостает самой «малости», элемента, несопоставимого по своей информ. значимости с результа-

том. Роль этого решающего элемента, а им зачастую оказываются явления, отстоящие далеко от проблемной ситуации, состоит в порождении цепи ассоциативных образов, в к-рой находится и недостающий для складывания общей картины элемент. Тем самым способность видеть предметы окружающего мира в неожиданных комбинациях оказываются существенно важной предпосылкой И. Для интуитивного вызревания решения не менее важно умение временно «отключиться» от проблемы и параллельно работать над несколькими проблемами, используя переходы от одной к другой для активизации механизмов сферы бессознательного. К числу феноменов, стимулирующих процесс И., относятся способность *фантазии*, воображения, позволяющая на основе имеющихся образов создавать необычные комбинации; так называемое «боковое», или «периферическое», видение предмета, дающее возможность открывать с необычной позиции важные стороны объекта; использование «размытых» (в терминологии В.Гейзенберга — неопределенных) понятий, не имеющих жестко фиксированного значения, но обладающих высокой степенью метафоричности. Классификация И. включает в себя следующие виды: чувственная И., выражающаяся независимо от интеллекта в образах и др. ощущениях (ее формой является эстетическая И. — способность непосредственного переживания красоты); интеллектуальная И., проявляющаяся как непосредственное интеллектуальное схватывание сущности явлений (Платон, Гуссерль); эмоциональная И., реализующаяся в актах аксиологического предпочтения (Шеллер); экзистенциальная И. как форма постижения собственной субъективности, того, что мы собой представляем (Маритен). В интуитивизме И., отличающаяся от инстинкта лишь отсутствием прагматической направленности, трактуется как непосредственное взаимодействие субъекта с объектом, открывающее сущность вещей и жизненных явлений (Бергсон). Психоанализ объявляет И. бессознательным первопринципом творчества (Фрейд). В ре-

лигиозной философии И. понимается как таинственный и интимный акт озарения при общении с Богом, позволяющий видеть духовные глубины человеческого Я, постигать его устремленность к Абсолюту. И. играет большую роль в инж. и тех. творчестве.

2. Мгновенное понимание или познание чего-либо без всякого сознательного размышления, внезапное предчувствие искомого решения без вмешательства логики, концептуализации или др. форм умственной деятельности. Способностью к интуитивному мышлению, как и к др. видам тв. деятельности, «ведает» правое полушарие головного мозга, к-рое способно к восприятию явлений во всем множестве красок, оттенков и ассоциаций, что позволяет моментально осознать суть в целом, а не по элементам — «кирпичикам», подвывая проблему логическому анализу, как это происходит в левом полушарии. И. — это процесс осознания неосознанного или полусознательного восприятия. И. свойственна всем людям, но только действительно тв. личности прислушиваются к ней и следуют ее предначертаниям.

Лит.: Асмус В.Ф. Проблема интуиции в философии и математике (очерк истории. XVIII — начало XX в.) М.: Мысль, 1965.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТБОР — результат цикла эволюции *техники и технологий* (техноэволюции), к-рый основывается на изменчивости, преемственности и оценке *технических систем*. По аналогии с законом естественного отбора Дарвина можно сформулировать следующие положения: любой документ изменяется; *видов изделий* (т.е. документов) появляется больше, чем есть свободных экологических ниш; реализованные фенотипы ведут борьбу за существование при ограниченных вещественных и энергетических ресурсах; популяции, к-рые обладают признаками, способствующими освоению новых или перераспределению в свою пользу существующих экологических ниш, образуют источник незакрепленной информации; незакрепленная информация документируется и превращается в программу; документ утверждается и становится действую-

щим для изготовления изделий. Учитывая, что исторически, по генезису, вначале возникли физ. системы (атомная и хим. эволюция), затем — биологические (эволюция), далее — тех. системы (техноэволюция), и, используя понятие информации, можно описать исследуемые объекты следующим образом: 1) развитие неорганического мира (физ. системы) происходит при использовании информации (окружающей неоднородности), определяемой физ.-хим. законами, при отсутствии спец. (выделенного) материального объекта — носителя информации и отсутствии плана ее использования; 2) эволюция (биологическая) происходит при использовании недокументальной записи информации на молекулярном уровне (генетический код) при совмещении материального носителя информации и аппарата воспроизведения себя и наличия плана использования информации; 3) техноэволюция реализуется на основе только документальной записи информации при пространственно-временном разделении способа воспроизведения (создания) документа и процесса вещественно-энергетического воспроизведения плана (изделия), предусмотренного документом. Существует принципиальная разница в использовании информации объектами неживой и живой природы. В неорганическом мире выделенный объект изменяется под влиянием окружающей среды, при этом информация используется объектом для перехода в более стабильное, более вероятное для данных условий состояние. Неорганический мир в процессе развития претерпел качественный скачок: на основе многократного воспроизведения копий возник способ записи и сохранения информации во времени; появился план, программа использования информации для создания системы, обладающей гомеостазисом, благодаря чему появилась жизнь, создались биологические системы, началась эволюция. Природа, развиваясь в направлении специализации, создала материальный носитель информации — ген, что позволило записать информацию обо всем живом. Создание тех. систем связано с появлением

материального объекта, содержащего закреплённую информацию, — документа, выделившегося из гомеостатической системы, к-рая создается по плану, программе, содержащейся в документе (уникальность и способ воспроизведения документа не зависят от способа и времени воспроизведения и функционирования гомеостатической системы — изделия). Воспроизведение (изготовление) изделия стало осуществляться во времени и пространстве в соответствии с закреплённой информацией, содержащейся в документе, с использованием определенного документом в-ва и энергии, к-рые не принадлежат документу, но к-рые определены им. В результате произошла техноэволюция: изделие — тех. системы — *техноценозы*. Появление тех. систем привело к появлению информ. систем: создающих документы; использующих документы для создания новых документов. Сформировались системы различной документации и отдельные документы как системы. Все это обусловило информ. эволюцию (см.: *Техноценозы*). Лит.: Кудрин Б.И. Введение в технетику. Томск: Изд-во ТГУ, 1991

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ФОНД ТРИЗ включает указатели физ., хим., геометрических и др. эффектов и явлений, а также фонд задач-аналогов и поисковый аппарат, позволяющий находить эффекты и аналоги, применение к-рых обеспечивает эффективное решение изобретательских задач. *Теория решения изобретательских задач* (ТРИЗ) создавалась для применения в *технике*. Однако оказалось, что после определенной адаптации основы ее логики многие поисковые инструменты хорошо «работают» и в нетехнических областях, в первую очередь при решении иссл. проблем и построении новых концепций в науке, в области воспитания с целью формирования тв. качеств личности (см.: *Развитие творческой личности*), в области управления развитием коллективов и т.п. Накоплен обширный опыт обучения данной теории различных категорий слушателей: от науч. работников и ведущих специалистов промышленности до детей дошкольного возраста (см.: *Обучение*

теории решения изобретательских задач). Создана Ассоциация ТРИЗ (см.: *Ассоциация ТРИЗ*), в разных городах функционируют школы, уч. центры, кооперативные и малые предприятия, профессионально использующие теорию решения изобретательских задач. Использование теории хорошо сочетается с другими тех. и экономическими мероприятиями, направленными на повышение эффективности, качества и т.п. Лит. Альтшуллер Г.С. Алгоритмы изобретения. М.: Моск. рабочий, 1969 (1-е изд.), 1973 (2-е изд.), Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. Новосибирск: Наука, 1986; Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей. от озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач). Кишинев: Картия молдовеняскэ, 1989.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ЛИЦЕНЗИЯ

— предоставление права монопольного пользования *объектом лицензии* одному лицу (лицензиату) в объеме, определяемом условиями лицензионного договора с сохранением за лицензиаром права на использование *изобретения* в части, не передаваемой лицензиату.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ПРАВО НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ — предоставление права монопольного пользования изобретением, на к-рое выдан *патент* патентообладателю.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ — введение в хозяйственный оборот продукта, изготовленного с применением запатентованного *изобретения*, а также применение способа, охраняемого *патентом* (см.: *Патент*).

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

— одно из научных направлений информатики. Предметом его исследований является создание вычислительных систем, обладающих такими св-вами, как имитация тв. процессов, логический вывод, восприятие естественных языковых запросов и команд, аккумуляция знаний в ЭВМ. Основные направления использования И.и. (моделирование на ЭВМ отдельных ф. тв. процессов: игровые задачи, автоматическое доказательство теорем, автоматический синтез программ, анализ и синтез музыкальных произведений, *технических решений* и др.); внеш. интеллектуализация ЭВМ: исследования по

комплексному диалоговому интерфейсу (на базе ЭВМ существующей архитектуры); вн. интеллектуализация ЭВМ (создание ЭВМ новой архитектуры, построенных на принципах И.и. и предназначенных для построения эффективных интеллектуальных систем); создание интеллектуальных роботов, способных автономно совершать операции по достижению целей, поставленных человеком.

Лит.: Пospelов Г.С. Искусственный интеллект — основа новой информационной технологии. М. Наука, 1988.

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ КРИТЕРИЙ — показатель экономии материалов, израсходованных при изготовлении *технической системы*, характеризует прогрессивность используемых *технологий*. И.м.к. определяется по формуле: $K = G/P$, где G — масса тех. системы; P — масса материалов, израсходованных при изготовлении элементов тех. системы. В случаях, когда в тех. системе используются материалы, значительно различающиеся по стоимости, рекомендуется вычислять приведенные массы G_n , P_n по формулам:

$$G_n = \sum_{i=0}^m k_i g_i; P_n = \sum_{i=0}^m k_i p_i,$$

где $i = 0, 1, \dots, m$ — порядковый номер используемого материала; g_i — масса i -го материала, используемого в тех. системе; $k_i = C_i/C_0$ — весовой коэффициент i -го материала, где $i = 1, \dots, m$; C_i — стоимость единицы массы i -го материала; C_0 — стоимость единицы массы основного материала; p_i — масса i -го материала, израсходованного на изготовление элементов тех. системы. Критерий K изменяется в интервале $0 < K < 1$ ($K \approx 1$ достигается при использовании прогрессивных технологий). И.м.к. относится к группе *технологических критериев*.

ИСТОРИЧЕСКИЙ МЕТОД — метод исследования, основанный на изучении возникновения, формирования и развития объектов в хронологической последовательности. Благодаря использованию И.м. достигается углубленное понимание сути проблемы и появляется возможность формулировать более обоснованные рекомендации по новому

объекту. И.м. основывается на выявлении и анализе противоречий в развитии объектов, законов и закономерностей развития технологий и техники (см.: *Эволюция техники, Метод повторного использования*).

Лит.: Bruhns D., Muller H. Zur Nutzung methodischer Hilfsmittel bei der Lösung technischer Probleme. Maschinenbautechnik, Berlin, 1987. Bd 36. S.265–267.

ИСТОРИЯ ТЕХНИКИ — наука о развитии *технических систем* и средств труда в системе общественного производства в связи как с формами и приемами труда, так и с объектом (предметом) труда. С т.зр. естественных наук И.т. изучает этапы овладения человеком законами природы, что обеспечивает более глубокое и разностороннее использование и применение в-ва и энергии природы. С социальной т.зр. И.т. изучает общественные движущие силы, общественные условия развития *техники* и роль творцов техники. К наиболее крупным периодам И.т. относятся: история каменного века и ручных орудий, техники машин и механизации, техники автоматизированных устройств и производств. В И.т. по отраслям выделяют историю машиностроения, металлургии, горного дела, земледелия, транспорта, энергетики, связи, военной техники, радиотехники, электроники и др. При более мелком подразделении выделяют И.т. определенного момента или промежутка времени или историю развития конкретного класса тех. систем. Книги, статьи и архивные материалы по И.т. содержат богатый фактологический материал по *техническим решениям*, ошибкам проектирования, *внешним факторам*, к-рые могут быть полезны при создании новых аналогичных изделий. Фактологический материал по И.т. используется при разработке и обосновании гипотез о *законах и закономерностях техники*, которые в свою очередь представляют собой результаты теоретического осмысления и обобщения истории развития техники. Для инж. и тех. творчества наиболее важной частью И.т. является изучение и анализ *эволюции техники*.

Лит.: Зворыкин А.А., Осмова Н.И., Чернышев В.И., Шухардин С.В. История техники. М.: Наука, 1962.



КАТАЛОГ НАИМЕНОВАНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ — перечень наименований *физических эффектов*, составляющих базу данных *автоматизированной информационно-поисковой системы по физическим эффектам*.

КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ — совокупность св-в *технического объекта* или др. продукции, обуславливающих его способность удовлетворять определенные *потребности* в соответствии с ее назначением в рамках определенного периода времени. С-ва, составляющие К.п., характеризуются с помощью непрерывных или дискретных величин — показателей *технической системы* или др. продукции, к-рые должны иметь количественный измеритель. Они могут быть абсолютными, относительными или удельными. Совокупность наиболее важной части этих показателей составляет *потребительские качества*. Действия как производителя, так и потребителя направлены на получение макс. эффекта от соответствующей продукции. Производитель может реализовать произведенную им продукцию и получить планируемый эффект, если продукция обладает высоким качеством. Потребитель, приобретая необходимую ему продукцию, стремится получить продукцию высокого качества, поскольку это обеспечивает ему возможность достижения макс. эффекта. След., и для производителя, и для потребителя К.п. является своеобразным индикатором ожидаемого эффекта от ее реализации. К.п. — ее основная характеристика в процессе покупки — продажи. Уровень К.п. определяется с различных т.зр. на различных этапах жизненного цикла изделия. В частности, качество проекта как модели будущего изделия оценивается прежде всего с т.зр. *конкурентоспособности* продукции с учетом интересов отдельных групп потребителей и мирового *технического уровня продукции*. Одновременно качество проекта оценивается как степень соответствия конкретным производственным возможностям про-

изготовителя. Качество готовой продукции оценивается органами контроля как степень соответствия реальным показателям изделия проектным показателям. И, наконец, после поступления изделия на рынок, производитель оценивает реальную конкурентоспособность изделия, а отдельный потребитель оценивает К.п. на базе степени соответствия своим конкретным условиям. Повышение К.п. в основном происходит благодаря тех. творчеству.

Лит.: Гличев А.В. и др. Прикладные вопросы квалиметрии. М.: Изд-во стандартов, 1983; Райзберг Б.А. и др. Качество исследований и разработок в машиностроении. М.: Машиностроение, 1982.

КАЧЕСТВО ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ — совокупность св-в *технического объекта*, связанных с полученными при его реализации результатами. При этом под св-вом тех. объекта понимается та и только та его характеристика, к-рая проявляется в процессе его реализации (использования, применения). Что касается св-в, которые хотя объективно и присущи тех. объекту, но не проявляются в процессе его реализации, то они не рассматриваются: напр., св-во магнитострикции объективно присуще всем ферромагнитным телам (из железа, никеля, кобальта) и заключается в изменении формы и размеров этих тел при воздействии на них магнитного поля. Поскольку такое изменение формы и размеров, напр., деталей точных часовых механизмов (выполненных из ферромагнетиков) проявляется в процессе эксплуатации мех. часовых устройств (влияет на точность их хода), постольку магнитострикция может считаться одним из св-в тех. объекта, связанного с совершенствованием приборов времени. В то же время для таких тех. объектов, как, напр., скобяные изделия из ферромагнетиков, магнитострикция не должна считаться одним из св-в тех. объекта. Хотя этому классу *изделий* магнитострикция объективно присуща, но ее проявление оказывает слишком малое влияние на процесс практического использования скобяных изделий. Св-ва тех. объекта могут быть полезными (напр., обеспечивающими существование новых и эффективных способов

получения и переработки материалов, энергии или информации) или вредными (напр., ухудшающими экологическую обстановку). Поэтому К.т.о. является такой его характеристикой, к-рая одновременно и в совокупности учитывает все его св-ва (как положительные, так и отрицательные), относящиеся к достигаемым при реализации тех. объекта результатам. В связи с этим следует избегать распространенной ошибки, когда под К.т.о. понимают не все множество его св-в, а только некоторое подмножество из этого множества, а иногда — даже какое-то одно, пусть и весьма важное, но все-таки только одно св-во. В тех. творчестве К.т.о. дает информацию о том, насколько ценно созданное новое *техническое решение*, т.е. какой эффект оно потенциально может дать при реализации. Причем эта ценность (эффект) должна учитывать не какое-то одно св-во тех. объекта (напр., производительность технологической установки), а весь комплекс таких св-в, к-рые будут проявляться на практике при его реализации. Кроме св-в тех. объектов, связанных с результатами его реализации, выделяют св-ва, определяющие затраты на его разработку и функционирование. Совокупность таких св-в называют совокупными затратами (частным случаем к-рых являются, напр., используемые при определении экономической эффективности т.наз. приведенные затраты). В случае, когда при анализе тех. объекта необходимо учитывать не только те св-ва, к-рые влияют на результат его реализации, но и те св-ва, к-рые определяют совокупные затраты, используют понятие интегрального К.т.о. — наиболее общей характеристики тех. объекта, в совокупности дающей информацию и о результатах его реализации, и о связанных с этим затратах (см.: *Квалиметрический анализ технических объектов, Показатели качества технических объектов, Качество продукции*).

Лит.: Гличев А.В., Панов В.П., Азгальдов Г.Г. Что такое качество? М.: Экономика, 1968.

КВАДРА — четыре взаимодополняющих типа людей, образующих устойчивую работоспособную группу. *Социо-*

ника описывает четыре К., каждая из к-рых состоит из двух *дуальных пар*. Напр., первая К. включает такие пары: интуитивно-логический экстраверт — сенсорно-этический интроверт и этико-сенсорный экстраверт — логико-интуитивный интроверт. Тв. группы людей, образующих по психологическим типам К., работают в условиях психологического комфорта, т.к. между всеми ее участниками возникают интертипные отношения, способствующие взаимопониманию и сотрудничеству. Каждая из четырех К. лучше работает с определенными типами тв. задач. Напр., лозунг первой К.: «Не здесь и не сейчас». Естественное состояние представителей первой К. — погоня за горизонтом, самое трудное — подчинение рутине повседневности. Вторая К. — это строители и защитники иерархий, они, как правило, догматичны, но именно их усилиями осуществляется стабилизация общества. В третьей К. — реформаторы-функционалы. Если в первой К. чаще возникают перспективные замыслы, то третья К., как правило, ищет и находит пути их реализации. Жизненным основанием представителей четвертой К. служит идея космического порядка и гармонии. Девиз представителей этой К.: «Следовать бесстрастию природы и любить свой рок». Ограниченность тв. работы каждой К. может быть преодолена в *кольцах прогресса*, в к-рых четыре дуальные пары объединяются по отношениям социального заказа и ревизии.

Лит.: Филатова Е. Соционика для Вас. Новосибирск: Сиб. хронограф, 1994, Алва А. Квадра — что это такое? // ЭВРО. 1991. № 4. С. 20–26.

КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ — количественный анализ *качества технических объектов*, проводимый с целью решения следующих основных задач: выбор лучшего по качеству варианта тех. объекта; 2) сравнение качества тех. объекта с мировыми стандартами (или с уровнем качества любого другого тех. объекта); 3) выявление динамики изменения качества тех. объекта, предложенного субъектом тех. творчества (рационализатором, изобретателем, тв. коллективом и т.д.); 4) опре-

деление цены, соответствующей качеству тех. объекта; 5) оценка *конкурентоспособности* тех. объекта; 6) разработка *целевой функции* при решении задач оптимизации тех. объекта; 7) количественное выражение наиболее общей характеристики тех. объекта — его интегрального качества; 8) выявление св-в тех. объекта, по к-рым он превосходит (или отстает) др. аналогичные тех. объекты и т.д. Методологической основой К.а.т.о. является *квалиметрия*. Для решения большинства из перечисленных задач требуется разработка оценки качества, пригодной для К.а. т.о. всех классов, имеющих близкие *технические функции*. Для разработки такого рода методик в квалиметрии применяется общий алгоритм, основными операциями к-рого являются: 1) определение ситуации оценки. При этом должны быть получены ответы на три группы вопросов: «Каковы особенности процесса использования того тех. устройства, которое будет создано на основе оцениваемого тех. объекта?», «Каковы особенности процесса использования результатов оценивания качества?» (об оценивании качества см.: *Показатель качества технических объектов*); «Каковы особенности процесса разработки методики оценки качества?»; 2) построение «дерева св-в» тех. объекта; 3) определение эталонных и браковочных значений показателей св-в тех. объекта; 4) определение значений абсолютных показателей св-в тех. объекта; 5) определение значений относительных показателей св-в тех. объекта; 6) определение значений коэффициентов весомости св-в тех. объекта; 7) определение значений показателя качества (или интегрального качества) тех. объекта. Впервые в мире разработал и применил на практике методику К.а.т.о. известный русс. механик и кораблестроитель академик А.Н.Крылов. В 1907 г. он столкнулся с проблемой выбора лучшего из десятков вариантов в виде тех. проектов военных кораблей (для каждого класса кораблей: линкоров, крейсеров, миноносцев и т.д.), представленных многими судостроительными фирмами мира. (Речь шла о восстановлении русс. фло-

та, большая часть к-рого была уничтожена в Цусимском сражении.) Для решения этой проблемы А.Н.Крылов разработал методику К.а.т.о. (хотя сам термин «квалиметрия» тогда еще не существовал), основные положения к-рой используются и сегодня (как одна из разновидностей К.а.т.о.). В современных условиях К.а.т.о. (хотя очень часто и под др. названиями: «Системный анализ», «Анализ затрат — эффективность», «Оценка полезности» и др.) широко применяется в развитых странах при проведении науч.-иссл. и опытно-конструкторских работ. При этом анализу подвергаются и очень сложные и дорогостоящие тех. объекты (типа вариантов *технического решения* по доставке человека на Луну — известная программа «Апполон»), и тех. объекты, используемые при выпуске относительно недорогих товаров широкого потребления. В настоящее время при проведении К.а.т.о. в основном применяется *экспертный метод*. Однако наблюдается тенденция перехода от технологии экспертного метода к технологии *экспертных систем*, когда К.а.т.о. (напр., оценивание качества, выбор лучшего варианта тех. объекта и т.д.) осуществляется в автоматизированном режиме на основе использования компьютеров (см.: *Квалиметрия, Качество технических объектов, Показатель качества технических объектов*).

Лит. Азгальдов Г.Г. Квалиметрия в архитектурно-строительном проектировании. М.: Стройиздат, 1989.

КВАЛИМЕТРИЯ (от лат. qualis — какой по качеству и греч. метрео — мерить, измерять) — науч. дисциплина, в рамках к-рой изучаются методология и проблематика комплексной, количественной оценки качества объектов любой природы: одушевленных или неодушевленных, предметов или процессов, продуктов труда или продуктов природы, имеющих материальный или духовный характер (естественно, что объектом приложения методов К. может быть и любое конструктивное и технологическое решение, если его качество требуется подвергнуть квалиметрическому анализу). К. — область

практической и науч. деятельности, связанная с разработкой теоретических основ и методов измерения и количественной оценки качества. К. является составной частью квалитологии — науки о качестве. Объект К. — это исследование принципов и методов оценки качества, а предмет — совокупность составляющих качество св-в предметов и процессов, с к-рыми человек контактирует в своей практической деятельности. К. обычно подразделяется на теоретическую, изучающую проблемы оценки качества в общем плане, и прикладную, рассматривающую вопросы измерения качества применительно к конкретным объектам. К. как наука переживает период становления, чем объясняется отсутствие единого мнения по ряду вопросов. Являясь в значительной степени науч. дисциплиной межотраслевого характера, К. по многим вопросам смыкается с конкретными инж. дисциплинами: стандартизацией, метрологией, экономикой, организацией производства, правом, психологией и др., а в ее аппарат включается целая группа мат. теорий. Конечной целью К. являются разработка и совершенствование методик, с помощью к-рых качество конкретного оцениваемого объекта может быть выражено одним числом, характеризующим степень удовлетворения данным объектом общественной или личной потребности. Кроме того, подобные методики позволяют решить и др. задачи квалиметрического анализа. С т.зр. точности и надежности получаемых оценок качества используемые в К. методы подразделяются на точные (являющиеся хотя и самым трудоемкими, но обеспечивающими макс. достижимую на момент разработки точность и надежность) и приближенные, упрощенные (не требующие существенных затрат, но менее точные и надежные). В К. разработано несколько подходов к количественному оцениванию качества. Наиболее употребительный из них базируется на следующих принципах: 1) качество представляет собой совокупность только тех св-в объекта, к-рые связаны с достигаемым при его помощи результатом (но не с понесенными при этом за-

тратами) и к-рые проявляются в процессе потребления (эксплуатации, использования) объекта в соответствии с его назначением; 2) некоторые сложные и любые простые св-ва могут быть измерены с помощью абсолютного показателя св-ва Q_i ($i = 1, n$; n — кол-во св-в оцениваемого объекта). Полученные в результате этого значения показателя Q выражаются в специфических для каждого св-ва единицах. Для измерений могут использоваться метрологические, экспертные, аналитические методы; 3) все св-ва, формирующие качество, образуют иерархическую структуру в виде дерева св-в. Низший ярус этого дерева (корень дерева) представляет самое сложное св-во — качество объекта, а ветви высшего яруса представляют простые и квазипростые св-ва; 4) для сопоставления различных св-в, измеряемых в разных по размаху и размерности шкалах, используется относительный безразмерный показатель K_i , отражающий степень приближения абсолютного показателя св-ва Q_i к эталонному $Q_i^{э}$ и браковочному $Q_i^{бр}$ показателям, характеризующим самый высокий и самый низкий уровни общественных потребностей. Относительный показатель описывается зависимостью $K_i = f(Q, Q_i^{э}, Q_i^{бр})$, к-рая в случае применения упрощенного метода квалиметрии может быть представлена нормирующей ф.

$$K_i = \frac{Q_i - Q_i^{бр}}{Q_i^{э} - Q_i^{бр}};$$

5) для сопоставления по относительной важности всех св-в, входящих в «дерево св-в», используются безразмерные коэффициенты весомости G_i . Для удобства обычно принимается $0 < G_i < 1$,

а $\sum_{i=1}^n G_i = 1$. Значения коэффициентов

весомости определяются с привлечением разновидностей экспертного и неэкспертного (аналитического) методов; 6) количественная оценка качества выражается с помощью показателя $K_x = \varphi(K_i, G_i, K_{эф})$. Ф. φ может выражаться различными полиномами, средними и т.д. (см.: *Аддитивные показатели качества*). При применении упрощен-

ного метода K эта функция очень часто может быть выражена формулой

$$K_x = K_{эф} \sum_{i=1}^n K_i G_i.$$

7) если кроме качества объекта необходимо учитывать затраты на его производство и потребление (использование, эксплуатацию) — т.наз. совокупные затраты (частным случаем к-рых являются используемые в теории экономической эффективности приведенные затраты), то вместо показателя качества K_x используется показатель интегрального качества, определение значений к-рого основывается на тех же принципах. Одной из главных проблем K , к-рая обычно решается эмпирически, является разработка алгоритма преобразования параметров объекта в показателя его качества и, в частности, целенаправленный поиск той мин. совокупности св-в (показателей), к-рые образуют качество объекта. Проблема выбора состоит в выявлении определенных групп показателей, к-рые удовлетворяли бы требованиям их необходимости, достаточности и независимости. Для решения этой проблемы может быть использован функционально-типологический анализ, основанный на рассмотрении качества как системы. При этом различают внеш. потребительские качества (св-ва), по к-рым судят о пригодности продукции удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением, и вн. потребительские качества — физ., обуславливающие внеш. качества и характеризующие объект (создаваемый и эксплуатируемый) как обладающий структурой взаимосвязанных физ. св-в составляющих его элементов. Классификация показателей качества аналогична классификации показателей *технических систем*. Оценка качества часто проводится с целью решения задачи оптимизации качества объекта, т.е. достижения наилучшего соотношения между получаемым от использования объекта полезным эффектом и определения степени соответствия объекта оценки заданному эталону. Оптимизация оценки качества обычно является многокритериальной задачей (см.: *Тех-*

нический уровень изделий, Показатель качества технических объектов, Качество технических объектов).

Лит.: Азгальдов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров (Основы квалиметрии). М.: Экономика, 1982; Андрианов Ю.М., Субетто А.И. Квалиметрия в приборостроении и машиностроении. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд., 1990; Гличев А.В. и др. Прикладные вопросы квалиметрии. М.: Изд-во стандартов, 1983.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА — явление и систематизация отдельных видов, типов и классов *задач технического творчества*, имеющих свои специфические св-ва и особенности, к-рые обуславливают разработку и применение специфических методов тех. творчества. Существуют различные принципы К.з.т.т., исходящие из различных практических *потребностей*. Так, на основе *методологии выбора конкурентоспособных решений* можно достаточно четко выделить шесть типов задач: задачи *поиска новых потребностей*, задачи *определения наиболее подходящих потребительских качеств технической системы*, задачи *определения наиболее рациональной функциональной структуры* тех. системы, задачи *выбора наиболее эффективного принципа действия* тех. системы, задачи *выбора наиболее рационального технического решения* на основе выбранного принципа действия, задачи *определения оптимальных значений параметров* выбранного тех. решения. Кроме того, существует класс задач *поискового проектирования и конструирования, учебные задачи и др.*

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ — см.: *Систематика потребностей и технических функций.*

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ — см.: *Систематика потребностей и технических функций.*

КОГЕРЕНТНОСТЬ — общефизическое, общенаучное понятие, обозначающее несливовое взаимодействие объектов, синхронизацию, согласованность процессов, характеризующее вн. единство мира и общее св-во материи, неразрывно связанное со св-вом отражения. К. — специфическое св-во ор-

ганизованного объекта, связанное с понижением энтропии системы. Когерентные, кооперативные состояния представляют наиболее высокоорганизованную форму природных и технико-технологических процессов. Понятие К. играет существенную роль в неравновесной термодинамике, *синергетике*. При повышении степени неравновесности в открытых системах возникают корреляции, взаимосвязи между отдельными процессами, появляются возможности управления, взаимодействия при малых затратах энергии, кибернетической обратной связи; при этом возникают стационарные неравновесные состояния с высокой степенью упорядоченности, к-рым свойственно согласованное кооперативное взаимодействие подсистем. В социогуманитарных исследованиях (социологии, психологии, эстетике, лингвистике) К. обозначает конкретные методы анализа, алгоритмы и модели, в к-рых существенную роль играют кооперативные, корреляционные связи в поведении людей. К. учитывает то, что при разработке моделей информ. и предметно-волевого поведения определенных совокупностей людей чисто детерминистский и чисто вероятностный подходы, как правило, не являются оправданными из-за наличия вн. связей существующих корреляций. К. наряду с др. системологическими, кибернетическими и синергетическими понятиями на современном этапе науч.-тех. революции приобретает статус философской категории. Св-во К. полезно учитывать при анализе и синтезе очень сложных *технических систем* и комплексов.

Лит.: Шелепин Л.А. Когерентность. М.: Знание, 1983; Шелепин Л.А. Вдали от равновесия. М. Знание, 1987; Уайтхед А. Избранные работы по философии/Пер. с англ. М.: Прогресс, 1990.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ — см.: *Противоречие количественное.*

КОЛЛЕКТИВНЫЕ ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ — частный случай *экспертных оценок*, когда используется группа экспертов с проведением усреднения их оценок. К.э.о. применяются прежде всего при анализе проблем, для решения к-рых имеется необходимый ин-

форм. потенциал, т.е. достаточный уровень знаний и опыта. Основными принципами К.э.о. являются: 1) ограничение разнообразия суждений экспертов за счет выравнивания информ. неоднородности между ними и итеративного подхода к формированию коллективного мнения группы; 2) обеспечение циркуляции информации внутри экспертной группы за счет создания соответствующего «психологического климата». Основные этапы использования К.э.о. аналогичны этапам, описанным в ст. *Экспертные оценки*. После каждой из операций, связанных с получением индивидуальных оценок, производится их промежуточная статистическая обработка с внесением соответствующих корректив в методику проведения К.э.о. Генерация основного информ. массива в К.э.о. осуществляется на базе методов, связанных с индивидуальной работой экспертов (см.: *Индивидуальные экспертные оценки*) и их коллективной работой. К последним относятся *мозговая атака* и ее разновидности, синектические методы, генерация, производимая в ходе деловой игры, и т.п. Выбор способа генерации осуществляется в зависимости от характера задачи. Обмен информацией между экспертами (методы коммуникаций, групповой метод опроса) имеет целью достижение глубокого понимания проблемы всеми экспертами, что в свою очередь обычно приводит к сближению оценок. Поэтому часто методы коммуникаций рассматриваются как методы уменьшения рассогласованности оценок экспертов. Методы коммуникаций делятся на открытые (опрос с взаимодействием) и анонимные (опрос без взаимодействия), напр., методы анонимной аргументации, итерации, дельфийские методы, ПАТТЕРН и его аналог — метод прогнозного графа, процедура «Шан» и др. При реализации группового метода опроса с взаимодействием следует учитывать, как влияют мнения др. экспертов на суждение эксперта; это влияние может быть информативным (как правило, положительным), конформным и авторитетным (обычно отрицательным). Целью статистической обработки результатов

опроса является определение степени согласованности мнений экспертов и формирование К.э.о. Последнее не имеет реального смысла, если не достигнута достаточно высокая согласованность оценок экспертов, что непосредственно определяет надежность и достоверность К.э.о. Формы и методы статистической обработки зависят от вида экспертных оценок и типа используемых шкал. При анализе качественных показателей следует иметь в виду характер связей: связь признаков, измеренных по шкале наименований, корреляционную, синдроматическую и ограничивающую. Анализ согласованности качественных признаков обычно проводится в терминах табл. сопряженности (коэффициенты Пирсона, Чупрова, Кендала). Для анализа согласованности мнений экспертов, применяющих ранговые оценки, чаще всего используются дисперсионный и энтропийный коэффициенты и коэффициент ранговой корреляции, а для анализа согласованности точечных (числовых) оценок — дисперсия, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации. При анализе рассогласованности оценок возможны три основных случая: равномерная рассогласованность оценок всех экспертов, образование групп оценок («школ») и выпадение отдельных оценок (появление «еретиков»). В первом случае причиной обычно являются пропуски в организации экспертизы, во втором и третьем — использование различных принципиальных подходов при формулировании оценок. Особенно тщательно следует проводить качественный анализ отдельных несовпадающих оценок. Выработка окончательных К.э.о. осуществляется с помощью соответствующих методов мат. статистики. Основная проблема агрегации ранговых оценок состоит в обоснованном выборе одного из множества известных алгоритмов применительно к условиям данной задачи (см.: *Экспертные оценки*).

КОЛЬЦО ПРОГРЕССА — восемь психологических типов людей, объединенных в четыре *дуальные пары* и связанных между собой отношениями социального заказа и ревизии. Осо-

бенностью групп, формирующихся в виде К.п., является их самоорганизация. В К.п. каждый представитель имеет своего дуала, что обеспечивает его надежной психологической поддержкой. В то же время каждый участник такой группы является социальным заказчиком и ревизором и одновременно ревизуемым и социальным приемником четырех других членов восьмерки. Такой характер интертипных отношений в группе обеспечивает автоматическую передачу ф. лидера в группе в зависимости от характера рассматриваемых вопросов. Поэтому К.п. быстро включается в работу и работает «командно» без приложения к.-л. усилий по организации их взаимодействия.

Лит. Аугустинавичуте А. Социон. Отдел рукописей Б-ки Литовской АН, 1982

КОМПЛЕКТУЮЩИЕ И СТАНДАРТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ — детали, узлы, агрегаты и др. сборочные единицы, к-рые производят массовыми сериями для использования в готовом виде в самых различных *технических системах*. Один из важнейших технологических критериев эффективности проектируемых изделий связан со степенью использования выпускаемых промышленностью К.с.и.

КОМПОНОВКА ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ — расположение функциональных элементов технической системы в пространстве и по отношению друг к другу. Особенности К.т.с. являются очень важной группой конструктивных признаков *технического решения*, к-рые часто составляют предмет изобретения и патентуются. К.т.с. может быть более удачной и эффективной и менее целесообразной, что оценивается по *компоновочным затратам*. Известна закономерность минимизации *компоновочных затрат*, на основе к-рой можно определить наилучшую К.т.с.

КОМПОНОВОЧНЫЕ ЗАТРАТЫ — показатель экономичности *технической системы*, характеризующий рациональность размещения в пространстве и по отношению друг к другу ее функциональных элементов. К.з. можно определять по формуле

$$Q = \sum_{i,j=1}^n q_{ij} + \sum_{k=1}^m C_k,$$

где q_{ij} — стоимость каналов передачи в-ва, энергии или информации между функциональными элементами a_i и a_j , а также затраты, связанные с экранированием или изоляцией между этими элементами при их несовместимости (напр., тепловой, магнитной, в виде агрессивных испарений и т.п.); C_k — отдельные составляющие части К.з., зависящие от расположения функциональных элементов в пространстве, напр.: C_1 — стоимость несущего элемента; C_2 — стоимость элементов прикрытия и защиты тех. системы в целом (корпуса, кожуха, оболочки, футляра и т.п.); C_3 — затраты, определяемые габаритными размерами тех. системы, от к-рых зависит стоимость др. тех. систем (здание цеха, склада, гаража, транспортное средство и т.п.); C_4 — др. затраты, зависящие от компоновки функциональных элементов. Следует отметить, что в сумму К.з. не входит стоимость основных функциональных элементов тех. системы, к-рая обычно остается неизменной при различных компоновках тех. системы.

Лит. Половинкин А.И. Законы строения и развития техники. Волгоград. ВолгПИ, 1985, Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988.

КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА — см.: *Автоматизация поискового проектирования и конструирования*.

КОНВЕРГЕНЦИЯ — процесс сокращения множества возможных вариантов решения до единственного оптимального проекта. Эта стадия реализуется после установления целей, отбора возможных вариантов; при этом проектировщику надо поэтапно разрешать главные и второстепенные противоречия, что позволит из множества возможных альтернатив выбрать окончательное решение. Основная цель К. — как можно быстрее уменьшить исходную неопределенность, поэтому полезны все методы и приемы, способствующие исключению альтернатив, не заслуживающих рассмотрения. Модели, описывающие альтернативы в процессе

К., должны становиться все менее абстрактными и более детализированными, с тем чтобы приток дополнительной информации увеличивал надежность принимаемых решений.

Лит.: Джонс Дж.К. Методы проектирования М.: Мир, 1986.

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ — комплекс потребительских, стоимостных и социальных характеристик товара (*изделия*), определяющих его успех на данном рынке, т.е. способность данного товара быть обмененным на деньги на конкретном рынке в условиях широкого предложения к обмену других конкурирующих товаров-аналогов. К. — это степень соответствия совокупности св-в объекта ценностной системе рынка. Границы понятия «К.» непрерывно расширяются, переходя от К. изделия к К. предприятий и даже государств. Однако общим во всех этих случаях является реакция рынка, прежде всего внешнего, и успех «продавца». Понятие К. весьма сложно и многопланово, а порой и просто условно, но имеет вполне конкретное содержание — возможность реализации товара в данный момент на данном рынке. На К. оказывают влияние большое число факторов, состав к-рых зависит от конкретных условий рынка и целей анализа. Следует помнить, что если качество изделия в каждый отдельный момент представляет собой вполне определенную совокупность св-в, то К. может значительно меняться с изменением *внешних факторов*, что и предопределяет необходимость расчета К. на всех стадиях конструирования. Основными элементами, составляющими К., являются качество изделия и его новизна, полные затраты на приобретение и эксплуатацию изделия и условия поставки и поддержания работоспособности изделия. Как ограничения проявления К. выступают тех. и социальные нормы, финансовые условия рынка, причем последние могут рассматриваться и как элемент К., а также организация рекламы и расходы на нее. Не преуменьшая значимости остальных элементов К., следует подчеркнуть, что ее исходным элементом является качество изделия, к-рое в последнее время

превратилось в доминирующий фактор успешной реализации товаров на мировом рынке. Выигрыш в конкурентной борьбе на мировой арене сейчас определяется сочетанием традиционной формы конкуренции — товар против товара — с соревнованием в использовании эффективного управления качеством, производством и обслуживанием (сервисом). При установлении номенклатуры факторов, определяющих К. изделия, следует иметь в виду связь запросов потребителей и уровень *качества продукции*, к-рые, по мнению Р.М.Тихонова, можно условно разделить на следующие непрерывно уменьшающиеся по продолжительности стадии: 1) новизна потребления, 2) изощренное потребление, 3) функционирование, 4) товарная стадия. На 1-й стадии основное внимание обращается на появляющиеся вновь ф. изделия и «прощаются» отдельные недочеты; на 2-й стадии наиболее существенную роль играют факторы моды и возможность сочетания с др. изделиями; 3-я стадия наступает, когда изделия превращаются в неотъемлемую часть современных технологических процессов, а 4-я стадия характеризуется повсеместным использованием изделия. Цена изделия, как фактор К., играет двойственную роль. С одной стороны, это своеобразное зеркало, отражающее при определенных допущениях уровень К., особенно в случае цены на изделия, бывшие в употреблении, а с другой — один из главных экономических показателей К. При определении уровня К. изделия по отношению к образцу, выбранному за базовый для сравнения, следует принимать во внимание интегральный показатель качества, тех. и экономические характеристики, уровень К. по нормативным требованиям и степень соответствия изделия *потребностям* основных групп возможных потребителей. Сопоставление оцениваемой продукции осуществляется, как правило, по табл. сравнения показателей качества и экономических показателей. В результате сравнения возможно одно из следующих заключений относительно К. изделия: высокая (достаточно высокая) К., недостаточно

высокая К. и неконкурентоспособное изделие. Обоснованность оценки определяется прежде всего качеством существующей информ. системы и в первую очередь информацией о поведении изделия в процессе эксплуатации. Оценка К. производится при анализе перспектив реализации для группы изделий или конкретного изделия, установлении цен на экспортную продукцию, подготовке рекламы и т.п. Конкурентоспособная продукция имеет, как правило, более высокий тех. уровень.

Лит.: Тихонов Р.М. Конкурентоспособность промышленной продукции. М.: Изд-во стандартов, 1985.

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ОБЪЕКТА ТЕХНИКИ — совокупность св-в объекта, определяющая его способность как товара отвечать требованиям рынка в определенный момент (интервал) времени. Как правило, К.о.т. обеспечивается высоким тех. уровнем, соответствием требованиям и стандартам стран-импортеров, фирм-покупателей, высоким уровнем технологического обслуживания, патентной чистотой и патентной защитой, приемлемой ценой, льготными условиями платежа и т.д. Формированию К.о.т. содействуют также реклама и организация сервиса. К.о.т. определяется в процессе *патентных исследований* по ГОСТ 15.011-82, при анализе результатов, отражаемых в *патентном формуляре* по ГОСТ 15.012-84.

КОНСТРУИРОВАНИЕ — вид инж. работы, к-рая осуществляется в различных областях человеческой деятельности: в проектировании *технических систем*, *дизайне*, моделировании одежды и др. В технике К. является обязательной составной частью процесса *проектирования* и связано с разработкой *конструкции технической системы*, к-рая затем материализуется при изготовлении на производстве. К. включает анализ и синтез различных вариантов конструкции, их расчеты, выполнение чертежей и др. Разработка вариантов конструкции обычно связана с постановкой и решением *задач технического творчества*.

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ — естественные и искусственно

производимые материалы, из к-рых изготавливаются различные детали и элементы *технических систем*. По выполняемым ф. К.м. разделяются на материалы, воспринимающие силовую нагрузку; материалы, проводящие и передающие потоки в-ва, энергии и информации; оптические и изоляционные материалы; лакокрасочные и декоративные материалы и др. По хим. составу К.м. разделяют на материалы из живых организмов (дерево, растительные волокна, кости, кожа), естественные неорганические (минералы, песок, глина), искусственные неорганические (огнеупоры, стекло, керамика), металлы (стали, бронзы, алюминиевые и др. сплавы), искусственные органические в виде разнообразных пластмасс.

КОНСТРУКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ — представление (отображение или прообраз) упорядоченной в пространстве совокупности механически связанных между собой элементов *технической системы* и представление допустимых строений (структур, признаков и параметров) каждого из этих элементов. Однако не все тех. системы принято отражать их конструкциями. Таковы, напр., предприятия (заводы), элементы к-рых (цехи), хотя и упорядочены в пространстве, но механически между собой не связаны. Из всех тех. систем конструкция имеет широкий класс систем — *устройства*. Информацию о К.т.с. несут изображение и описание общего вида тех. системы, ее обобщенный сборочный чертеж, чертежи узлов ее сборочных единиц и основных (специальных) деталей с указанием материала, из к-рого должна быть изготовлена каждая деталь, а также требований к чистоте выполнения ограничивающих ее поверхностей и др. важной информации для изготовления, сборки и контроля изделия. Описание конструкции, полученное на основе описания *структуры системы*, часто включает в себя вопросы функционирования системы в процессе ее эксплуатации. Т.к. конструкция системы в целом и всех ее элементов являются важнейшей составной частью проекта тех. системы, то и совершенствование К.т.с. относится к одной из наиболее

распространенных *задач технического творчества*. Новые признаки К.т.с., к-рые обеспечивают существенное улучшение *критериев эффективности и потребительских качеств* тех. системы, часто составляют предмет *изобретения* и патентуются.

КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ МЕТОД — метод, обобщающий опыт решения определенного типа задач, реализуемый в виде вопросов или советов. Вопросы направляют, подсказывают разные пути поиска решения проблемы. К.в.м. разделяют на универсальные, предназначенные для решения разнообразных задач, и специализированные — для конкретного класса задач. Известно множество списков контрольных вопросов: Альтшуллера, Бонзака, Буша, Грегори, Джонса, Крика, Мэтчетта, Осборна, Пирсона, Пойа, Тринга и Лейтуэйта, Хилла, Эйлоарта, Юнга и Волфа и др. В принципе каждый *эвристический метод* может стать основой К.в.м. В этом отношении следует отметить *обобщенный эвристический метод* А.И.Половинкина. Все К.в.м. относятся к классу эвристических методов тех. творчества. В содержательном смысле К.в.м. пересекаются. Из множества К.в.м. рекомендуется выбрать «удобный» для человека и класса решаемых задач перечень вопросов и получить индивидуальный К.в.м. К наиболее употребляемым К.в.м. принадлежат *вопросы Эйлоарта* и список контрольных вопросов Осборна: 1. Какое новое применение *технического объекта* можно предложить? Возможны ли новые способы применения? Как модифицировать известные способы применения? 2. Возможно ли решение изобретательской задачи путем приспособления, упрощения, сокращения? Что напоминает данный тех. объект? Вызывает ли *аналогия* новую идею? Были ли в прошлом аналогичные *проблемные ситуации*, к-рые можно использовать? Что можно копировать? Какой тех. объект нужно опережать? 3. Какие модификации тех. объекта возможны? Приемлема ли модификация путем вращения, изгиба, скручивания, поворота? Какие изменения назначения (функции), движения,

цвета, запаха, формы, очертаний возможны? Какие др. изменения возможны? 4. Что можно увеличить в тех. объекте? Что можно присоединить? Можно ли увеличить срок службы, воздействия? Имеет ли смысл увеличить частоту, размеры, прочность, повысить качество? Можно ли присоединить новый элемент, продублировать? Возможны ли мультипликации рабочих органов, позиций или др. элементов? Целесообразны ли преувеличение, гиперболизация элементов или всего объекта? 5. Что в тех. объекте можно уменьшить или заменить? Можно ли что-нибудь уплотнить, сжать, сгустить, сконденсировать, применить способ миниатюризации, укоротить, сузить, разделить, раздробить, приумножить? 6. Что в тех. объекте можно заменить? Что и сколько можно замещать в нем, использовать др. ингредиент, др. материал, др. процесс, др. источник энергии, др. расположение, др. цвет, звук, освещение? 7. Что в тех. объекте можно преобразовать? Какие компоненты допустимо взаимно заменить? Можно ли изменить модель, разбивку, разметку, планировку, последовательность операций? Можно ли транспонировать причину и эффект, изменить скорость или темп, режим? 8. Что в тех. объекте можно сделать наоборот? Нельзя ли поменять местами противоположно размещенные элементы или повернуть их задом наперед, низом вверх, поменять местами? Нельзя ли поменять полярность, перевернуть зажимы? 9. Какие новые комбинации элементов тех. объекта возможны? Можно ли создать смесь, сплав, новый ассортимент, композицию? Можно ли комбинировать секции, узлы, блоки, агрегаты, цепи? Можно ли комбинировать признаки, идеи?

Лит.: Джонс Д. Методы проектирования/Пер. с англ. М.: Мир, 1986, Дитрих Я. Проектирование и конструирование/Пер. с польск. М.: Мир, 1981; Пойа Д. Как решать задачу/Пер. с англ. М.: Учпедгиз, 1961.

КОНЪЮНКТУРА МИРОВЫХ ТОВАРНЫХ РЫНКОВ — совокупность факторов (экономических, социальных, природных), определяющих в каждый данный момент положение на конкретных мировых товарных рынках

и обуславливающих направление, ход и результаты коммерческой деятельности.

КОНЬЮНКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ — вид науч.-иссл. деятельности, в основе к-рой лежит изучение возможности реализации продукции (включая анализ спроса и предложения) на товарном рынке и патентно-лицензионной ситуации. Прогноз всегда краткосрочный (1–1,5 года). Более длительные прогнозы получают на основе анализа долгосрочных тенденций развития рынка и экономики. Основными источниками информации являются общеоэкономическая и отраслевая статистика, технико-экономические публикации, каталоги, реклама, выставки, ярмарки, командировки, науч. симпозиумы, сведения, получаемые от сбытовой сети, сети тех. обслуживания, опросов потребителей, услуги фирм-консультантов, экономическая разведка.

КОРРЕЛЯЦИИ ПАРАМЕТРОВ РЯДА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ отражает связи и отношения, существующие между *параметрами технических систем с одинаковыми техническими функциями и техническими решениями*. Суть ее состоит в том, что члены однородного ряда тех. систем, имеющих одинаковые ф. и тех. решения, отображаемые набором параметров (x, y_1, \dots, y_n) и различающиеся только значениями главного параметра X_j , связаны между собой отношениями (1): $y_i = a_i x_j + b_i$ ($i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, k$). Данная закономерность относится к группе *законов и закономерностей строения техники*. Закономерность корреляции параметров рекомендуется использовать при разработке и проектировании однородного (размерного) ряда тех. систем, различающихся некоторым главным параметром, напр., отдельных деталей, мех. передач, насосов, блоков цилиндров двигателя и т.п. При этом осуществляют детальную разработку 2–3 образцов однородного ряда тех. систем. Параметры промежуточных (в однородном ряду) изделий определяются по формуле (1).

Лит.: Половинкин А.И. Законы строения и развития техники. Волгоград: ВолгПИ, 1985, Сидоров А.И. Основные принципы проектирования и конструирования машин. М.: МАКИЗ, 1929.

КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ

— показатель эффективности использования энергии в *технической системе*. К.п.д. определяется по формуле: $K = W_0/W$, где W_0 — полезно использованная энергия; W — суммарное кол-во энергии, полученной тех. системой. В процессе исторической эволюции *техники* К.п.д. имеет тенденцию к возрастанию. К.п.д. является частным случаем *критерия расхода энергии*. Многие *изобретения* по совершенствованию тех. систем направлены на увеличение их К.п.д.

КРАСОТА И ГАРМОНИЯ В ТЕХНИКЕ

— совокупность качеств предмета, доставляющих наслаждение, удовольствие, удовлетворение взору, слуху, душе и уму человека и вызывающих в нем положительные эмоциональные переживания. Красота предмета основывается на св-ве гармонии, отражающей соразмерность и упорядоченность частей целого, единство многообразия, согласованность формы и содержания. Итальянский мыслитель, архитектор, инженер и музыкант 15 в., автор знаменитых 10 книг о зодчестве и *технике* Альберти писал: «Красота есть строгая соразмерная гармония всех частей, объединяемых тем, что ни убавить, ни прибавить ничего нельзя, не сделав хуже. Великая это и Божественная вещь, осуществление которой требует всех сил искусства и дарования, и редко когда даже самой природе дано произвести на свет что-нибудь вполне законченное и во всех отношениях совершенное». Св-ва красоты и гармонии являются интегральным критерием совершенства *технической системы*, к-рый основывается на законе красоты: наиболее красивые и гармоничные изделия одновременно наиболее целесообразны и функционально совершенны. Поэтому часто тв. создание новых *изделий* осуществляется по закону красоты, т.е. по вн. восприятию св-в красоты и гармонии изделия. Поэтому развитие в человеке чувства красоты и гармонии в природе, искусстве, технике, науке является одним из наиболее важных способов повышения *творческих способностей* и перспективных средств интенсификации инж. и тех.

творчества. Красота любого изделия состоит из вн., или функциональной красоты, и дополнительной декоративной. Так установилось с древнейших времен, и каждый вид красоты несет свою полезную нагрузку. Уже в каменном веке многие функционально совершенные орудия труда, одежда, жилище имели орнаментальные и др. украшения, к-рые улучшали настроение пользователя, повышали его жизнеспособность и веру в себя, культуру его развивали и т.п. Иногда функциональная красота выступает одновременно и в качестве декоративной, т.е. в последней нет необходимости. Это наблюдается в некоторых ручных орудиях, самолетах, автомобилях и др. Функциональная красота основана в первую очередь на *законах и закономерностях техники и физики* и создается на основе глубокого знания или ощущения функционально-физической сущности работы тех. системы и ее взаимодействия с окружающей средой. Эти законы лучше знает и чувствует инженер, и здесь ему должно принадлежать решающее слово. Декоративная красота основана на законах психофизиологического воздействия некоторых образов на человека. Эти законы лучше знают дизайнер, архитектор, художник, и при создании изделий решающее слово по декоративному оформлению принадлежит им. Дизайнеры имеют большие возможности усиления эстетического воздействия функционально совершенного изделия. Разумеется, функциональное совершенство и декоративная красота должны гармонично дополнять друг друга. На стыке декоративной и функциональной красоты происходит разделение сфер деятельности инженера и дизайнера.

Лит. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988, Сомов Ю.С. Композиция в технике. М.: Машиностроение, 1972; Хогарт У. Анализ красоты/Пер. с англ Л.: Искусство, 1987.

КРАСОТЫ ТЕХНИКИ КРИТЕРИИ

— показатели гармоничной соразмерности всех частей *технической системы*, обеспечивающей ее наибольшую целесообразность и функциональное совершенство. Наряду с обязательной вн. функциональной красотой издели-

ям часто дополнительно придается еще декоративная внеш. красота на основе размерных приемов и подходов в *дизайне*. Совершенствование тех. систем часто осуществляется по критериям красоты, что более удается тем, у кого развито чувство восприятия и оценки красоты предметов. К.т.к. относится к группе *антропологических критериев техники* (см.: *Красота и гармония в технике*).

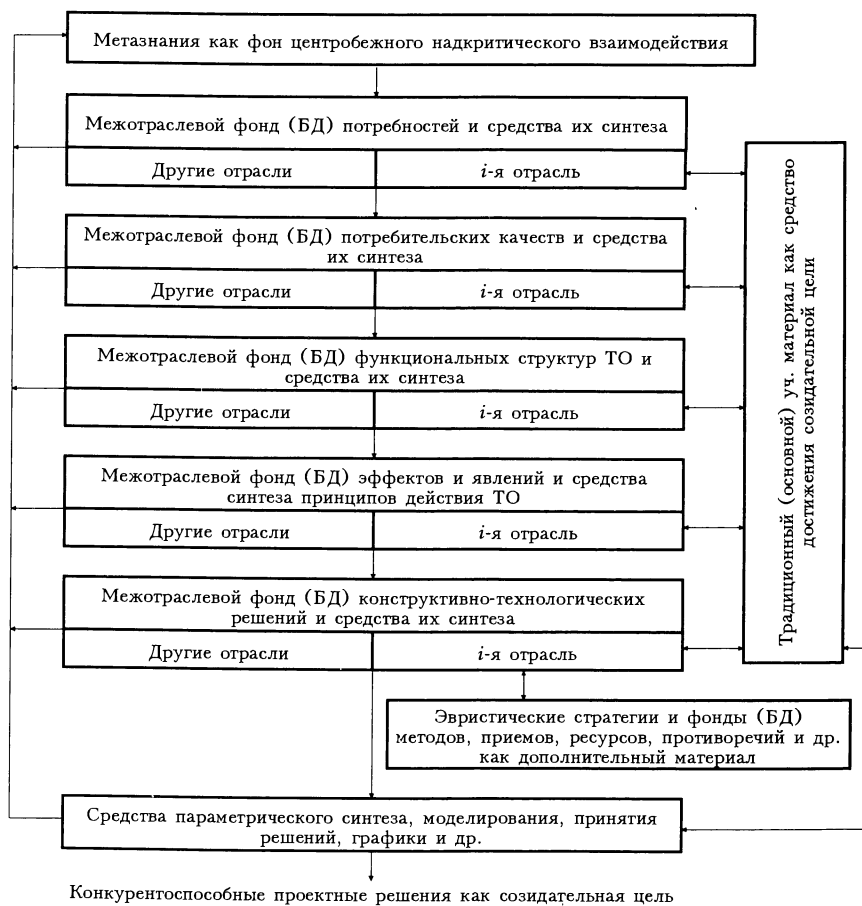
Лит.. Азгальдов Г.Г., Повилейко Р.П. О возможности оценки красоты в технике. М. Изд-во стандартов, 1977; Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988

КРЕАТИВНАЯ ОНТОЛОГИЯ — часть философии, изучающая бытие как тв. бытие. К.о. исходит из того, что бытие мира является тв. бытием, т.е. онтологическое творчество является фундаментальным св-вом не только живого, но и неживого мира. Природа в К.о. предстает как самотворящая природа, как Природа-Пантакреатор. С позиций онтологического творчества как фундаментального св-ва бытия природа и есть Сверхразум, она есть Бог. Этот Разум тождествен всей Природе, включая и неживую Природу, он неантропоморфен, он есть Разум с определенной условностью, и главной его характеристикой является онтологическое творчество. Природа разумна в смысле наличия в ней творческой (креативной) эволюции как формы ее бытия. Механизмы творения в К.о. раскрываются на базе представлений системогенетики — общей теории преемственности (наследования) систем, в частности закона дуальности управления и организации систем. К.о. — философско-методологическая и системно-методологическая база раскрытия К.о. человека, фундаментальной связи творчества, жизни, здоровья и гармонии. Науч.-тех. и социальное творчество человека — репрезентатор онтологического творчества в техн. и социальной эволюции, к-рые предстают как тв. эволюции.

Лит. Субетто А.И. Творчество, жизнь, здоровье и гармония. Этюды креативной онтологии. М. Изд. фирма «Логос», 1992, Субетто А.И. Идеи Пантакреатора в современной науке//Системогенетика и учение о цикличности развития. Тольятти. Междунар академия бизнеса и банковского дела, 1994.

КРЕАТИВНАЯ ПЕДАГОГИКА — педагогика, ориентированная на развитие творческих способностей обучаемого. В принципе любая педагогика имеет творческую (творческую) ориентацию (напр., т. наз. проблемное, программированное, интенсивное обучение и др.). Определенной креативностью обладает и педагогика, основанная на традиционной дидактике, считающей обучение процессом объективно детерминированного развития, обеспечиваемого передачей обучаемым уже известного фактологического знания. Наиболее четко

способы и средства достижения целей К.п. сформулированы (как ни парадоксально, в виде ф-лы *изобретения*) А.Г.Алейниковым (строгость изложения в виде ф-лы изобретения обладает и определенной эвристичностью, т.к. лингвистика здесь как бы «заставляет» осмыслить вводимую новизну) следующим образом: «Педагогика креативной ориентации, содержащая педагогическое воздействие на субъект для освоения определенного уч. материала (уч. предмета) и отличающаяся тем, что с целью повышения эффективности обу-



чения педагогическое воздействие осуществляется на фоне центробежного надкритического взаимодействия, при этом обучаемый переводится из ранга объекта воздействия в ранг субъекта творчества (креативности), а традиционный (основной) учебный материал переводится из ранга предмета освоения в ранг средства достижения некоторой созидательной цели, дополнительный же материал содержит описание и показ действия эвристических приемов и методов». Иными словами, для достижения эффекта креативной ориентации необходимо: создать в уч. процессе фон центробежного (выходящего в метаобласть, метазнания, т.е. за пределы узкой специальности) надкритического (допускающего только доброжелательную, «конструктивную» критику) взаимодействия, способствующего раскрытию и развитию тв. способностей обучаемых; переорганизовать уч. процесс таким образом, чтобы в ходе его обучаемый стал созидателем, а уч. материал — средством достижения созидательной цели; ввести дополнительный уч. материал, включающий описание и показ действия *эвристических приемов*. При этом следует помнить, что обучаемый не может развить свои тв. способности, если у него в сознании не отражалась модель проблемной ситуации (доминанта Ухтомского). Требования (и базального принципа эвристики) выхода в метаобласть и метазнания приводят к мысли о том, что, возможно, целесообразно готовить специалистов широкого профиля (напр., по дезинтеграции материала, перемещению объектов и т.п.), владеющих метатехнологиями, основанными на достижениях различных отраслей.

КРЕАТИВНОСТЬ — тв. начало, изобретательность, продуктивная оригинальность интеллекта и мышления человека, субъективная сторона творчества. К. — следствие нейродинамической неустойчивости мозга, смены притягивающих режимов функционирования, или аттракторов, игры паттернами. К. обусловлена тем, что человеческий мозг представляет собой динамически сложную, открытую, неустойчивую си-

нергетическую систему (см.: *Синергетика*). Неравновесность мозговой системы становится источником ее новой более высокой упорядоченности, появления притягивающих режимов более сложной структуры и вместе с ними новой пространственно-временной организации (см.: *Новое*). Генетически это связано с тем, что сама биологическая эволюция является историей динамической неустойчивости, к-рая и составляет существенный ингридиент тв. начала, присущего человеческому бытию. Такая неустойчивость мозга приводит к усилению сигналов, поступающих от сенсорной системы, появлению вн. и внеш. связанности, когерентности нейронных процессов и структур и тем самым к более эффективной креативной адаптации. Удаляясь от равновесного состояния, мозг человека развивается в сторону специфического и уникального. При наличии цепочки неустойчивостей число путей к различным состояниям интеллекта резко возрастает, что приводит к повышению уровня К. Креативная нейродинамическая игра паттернами, включающая перманентное отбрасывание заданных образов, стереотипов, шаблонов мышления, эмоционального реагирования и поведения, способствует преодолению психологической инерции, расширению перцептивного поля, усилению тв. *мотивации* и психологически переживается как тв. воображение, *фантазия*, вдохновение, нетривиальное чувственное сопереживание (см.: *Эмпатия*) и неожиданность поступков. Усиление отклика мозга на сенсорные сигналы повышает его чувствительность и приводит на уровне поведения к таким характерным для тв. личности проявлениям, как пристрастие к деталям, увлеченность, эмоциональный подъем. Общим препятствием для проявления К. являются как прямые ограничения свободы творчества, так и иллюзии автономности или самоопределения личности. На область подлинной профессионально-продуктивной и креативной автономии обычно накладываются области иллюзорной автономии, связанной с иллюзиями, предрассудками и их некритичным самооправданием. Эти антикреа-

тивные св-ва приводят к тому, что человек ведет себя гораздо более упорядоченно, чем того требует ситуация, или же неспособен заметить прогностические, экстраполяционные факторы внеш. среды (см.: *Антиципация*). Мобилизуя механизмы разупорядочения, неопределенности ментального уровня, креативный поиск устраняет фактическую неопределенность перехода от модели (образа, облика, цели) решения к самому решению (средству), а также информ. и личностный разрыв между ними. К. выступает как поиск необходимого соответствия, или оптимального динамического равновесия между субстантными возможностями интеллекта (*образами, символами, знаками, понятиями, идеями*) и его структурой на всех уровнях сознания. При пассивном, репродуктивном мышлении различные субстанции и структуры, цели и средства интеллекта и языка фиксируются в фокусе сознания. В случае активного, продуктивного мышления фокус сознания удерживается на целях и смыслах, а средства (субстанции и структуры) интеллекта распределяются в краевом, периферическом сознании. Креативное мышление отличается более высокой степенью динамической оптимизации соотношения целей и средств, субстанций и структур на уровнях сфокусированного (связанного), краевого (свободного) сознания, подсознания (памяти) и их необычными корреляциями. Креативное мышление характеризуется одновременным схватыванием противоположностей: информации, извлекаемой из среды, и ее наложения на нейронные и психологические структуры и формы разнообразия; структурного и деятельностного аспектов поведения и общения человека со средой; образно-логической, знаково-символической организации интеллекта и *технических систем, конструкций и функций*. К. также выступает как способ самореализации личности. Субстантные, алгоритмические и методические интеллектуальные средства, размещенные в периферическом сознании, становятся как бы продолжением человека, его инструментальной опорой. Такая опорная связь интеллек-

туального действия является актом самоотдачи и способом реализации собственной личности, присутствующими в каждом тв. свершении. К. реализует кульминационную точку восприятия необратимости мира (ориентированного времени). При этом необратимость внеш. мира обретает глубокий смысл, к-рый неотделим от тв. смысла человеческого существования как участия в *эволюции техники и мира*. К. служит основой для разрешения основного объективного противоречия (между целями и средствами) поиска нового тв. решения, в том числе *технического решения*.

Лит.. Мельников Г.П. Системология и языковые аспекты кибернетики. М.: Сов.радио, 1978, Поляни М. Личностное знание/Пер. с англ. М.: Прогресс, 1985, Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса/Пер. с англ. М.: Прогресс, 1986.

КРЕАТИВНО-СТЕРЕОТИПНОЙ ВОЛНЫ ЗАКОН — закон тв. волны,

или волны творчества, определяющий своеобразную креаторитмологию человеческого интеллекта на протяжении его жизни. Закон определяет циклически-волновой механизм динамического равновесия двух процессов: креатизации и стереотипизации интеллекта. Креатизация есть процесс формирования инноваций, поисковой активности. Стереотипизация есть процесс перехода тв. достижений, новообразований в стереотипы, навыки, автоматизмы. Баланс процессов креатизации и стереотипизации осуществляет волнообразное движение, раскрывая механизм тв. цикличности, или креаторитмичности. В начале тв. волны интеллект обладает наибольшим тв., креативным потенциалом и наименее стереотипизирован. В течение тв. волны происходит стереотипизация интеллекта: развивается память, формируются автоматизмы. В конце волны по мере роста стереотипной составляющей и падения креативного потенциала нарастает кризис интеллекта (кризис тв. способности). Преодоление кризиса интеллекта, или кризиса творчества, связано с механизмом «сброса» части «прошлого времени», накопленного в памяти в форме стереотипов, через частичное разрушение стереотипов. Происходят «перестройка» интеллекта и подготовка к

новой тв. волне. Креативно-стереотипная волна может иметь разную длительность: 2,5 года, 5–6 лет, 10–11 лет и, наконец, вся жизнь человека от момента рождения и до смерти есть большая креативно-стереотипная волна. Тв. волна, равная по длительности жизни, отражена в ф-ле Лао-Цзы в «Дао дэ цзин»: «Человек при рождении нежен и слаб, а после смерти тверд и крепок. Все сущее — растения, деревья при рождении нежны и слабы, а при гибели сухи и крепки. Твердое и крепкое — это то, что погибает, а нежное и слабое — это то, что начинает жить». Человек рождается готовым к творчеству, с богатством потенциального разнообразия. «Нежность» и «слабость» отражают пластичность, потенциал адаптации к будущей среде жизни, т.е. потенциал творчества, где творчество и жизнь предстают как синонимы. Творчество — фундаментальный закон жизни. «Твердость» и «крепость» отражают заскостенение, стереотипизацию, сокращение потенциального разнообразия, снижение потенциала предадаптации. Так, в ф-ле жизни Лао-Цзы законодировано представление о жизни как тв. волне. К.с.в.з. применительно к творчеству коллективов, фирм, общества интерпретируется как закон креативно-бюрократической волны. Бюрократизация — это стереотипизация управления, ведущая к сокращению потенциала творчества в организационной системе. Требование периодических перестроек управления в фирмах, напр., с цикличностью 3 года, как на фирме IBM, представляет собой учет закона креативно-бюрократической волны, к-рому подчиняется коллективное (социальное) творчество. К.с.в.з. позволяет глубже понять методологическое требование смены тематики исследований, тех. и изобретательского творчества с ритмичностью 10–11 лет.

Лит.: Субетто А.И. Творчество, жизнь, здоровье и гармония. Этюды креативной онтологии. М.: Изд. фирма «Логос», 1992; *Субетто А.И.* Системологические основы образовательных систем. М.: Иссл. центр проблем качества подготовки специалистов, 1994. Ч. 1, 2; *Субетто А.И.* Гуманизация российского общества (авторская концепция). М.: Иссл. центр проблем качества подготовки специалистов, 1992.

КРЕАТОТЕРАПИЯ — лечение болезней с помощью творчества. Основанием К. является глубинная, фундаментальная связь творчества и психосоматики организма. Здесь раскрывается единство высшего творчества человеческого мозга и творчества всех уровней организации человеческого организма, включая клеточный уровень. Данное единство отражает «свернутую спираль» всей биоэволюции в организме человека как тв. эволюции. В теории К. получает свое дальнейшее развитие *креативная онтология*. Проявлением «дефицита творчества», ведущего к психосоматическим заболеваниям, к инфарктам, к язвам желудка, являются синдромы «достигнутой цели», «рухнувшей надежды», «пенсионного возраста», описанные в концепции поисковой активности В.С.Ротенберга и А.А.Аршавского. Обобщение указанных синдромов позволило А.И.Субетто высказать догадку о существовании «синдрома конечной жизни», в соответствии с к-рым высказывания в юности и в зрелые годы «формул» о достаточности прожить до определенного возраста приводят к тому, что эти «формулы» «спускаются» с уровня сознания на уровень подсознания и от него по ступеням «информационной пирамиды» организма вплоть до клеточного и субклеточного уровней и начинают выполняться. Человеческий интеллект как бы самопрограммирует длительность жизни через внушение и, возможно, сокращает ее, не ведая об этом. Преодоление «синдрома конечной жизни» связано с осознанием того положения, что интеллект должен жить «бесконечной жизнью». Это означает ориентацию личности на творчество, поскольку только «потребности творчества» обладают практически неисчерпаемым разнообразием. Своеобразным аналогом «дефицита творчества» является «дефицит времени». Именно он определяет «синдром дефицита времени», к-рый ведет к таким же последствиям, как и синдромы «достигнутой цели» и «рухнувшей надежды». Особенно эффективна К. для лечения психических заболеваний. Теория К. позволяет понять роль науч.-

тех., изобретательского, художественного творчества для поддержания здоровья людей, занимающихся творчеством.

Лит Субетто А.И. Творчество, жизнь, здоровье и гармония. Этюды креативной онтологии. М.: Изд. фирма «Логос», 1992; Бурно М.Е. Терапия творческим самовыражением. М.: Гиппократ, 1989; Ротенберг В.С., Аршавский В.В. Поисковая активность и адаптация. М.: Наука, 1984; Петленко В.П., Субетто А.И. Креативная философия жизни и софотерапия // Вест гипнологии и психотерапии 1993 № 2(5). С.106–113.

КРИТЕРИИ КРАСОТЫ ТЕХНИКИ — см.: *Красоты техники критерий.*

КРИТЕРИЙ БЕЗОПАСНОСТИ — см.: *Безопасности критерий.*

КРИТЕРИЙ ГАБАРИТНЫХ РАЗМЕРОВ — см.: *Габаритных размеров критерий.*

КРИТЕРИЙ ЗАТРАТ НА ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ — показатель, оценивающий затраты на подготовку и обработку информации, необходимой для функционирования *технической системы*, и относительную эффективность этих затрат. Определяется по формуле: $K = S/Q$, где S — затраты на подготовку и обработку информации, включающие стоимость и эксплуатацию вычислительной техники, разработку (или аренду) прогр.

обеспечения и т.п.; Q — *главный функциональный критерий эффективности*. К.з.и.о. относится к группе *экономических критериев техники*.

КРИТЕРИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ — см.: *Использования материалов критерий.*

КРИТЕРИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ — см.: *Производительности критерий.*

КРИТЕРИЙ РАСХОДА МАТЕРИАЛА — см.: *Расхода материала критерий.*

КРИТЕРИЙ РАСХОДА ЭНЕРГИИ — см.: *Расхода энергии критерий.*

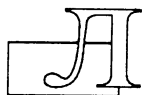
КРИТЕРИЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ И УНИФИКАЦИИ — см.: *Стандартизации и унификации критерий.*

КРИТЕРИЙ ТРУДОЕМКОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ — см.: *Трудоёмкости изготовления критерий.*

КРИТЕРИЙ ЭКОЛОГИЧНОСТИ — см.: *Экологичности критерий.*

КРИТЕРИЙ ЭРГОНОМИЧНОСТИ — см.: *Эргономичности критерий.*

КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ — см.: *Эффективности технической системы критерий.*



ЛЕВО- И ПРАВОПОЛУШАРНОЙ ВОЛНЫ ЗАКОН — закон ритмиче-

ского, циклически-волнового чередования левополушарного (формально-логического, рационального) и правополушарного (эмоционально-образного, иррационального) видов деятельности. Эмоциональные фазы деятельности тренируют правое полушарие и подсознание, постоянно подготавливают *интуицию* к производству открытий. Рациональные фазы деятельности тренируют левое полушарие, готовят творящую личность через логику мышления к обобщениям, абстрагированию, фильтрации наработанного правым полушарием человеческого мозга. При достаточно свободном режиме тв. деятельности Л.-п.в.з. реализуется тв. личностями интуитивно, через потребности определенной сменяемости видов деятельности. Л.-п.в.з. — методологическая основа ритмологии сменяемости видов деятельности в течение дня, правильной организации режимов уч. процессов в школах и вузах. Нарушение данного закона может вести к патологиям функционирования и развития интеллекта. Напр., такую опасность таит компьютеризация деятельности человека. Использование компьютеров, построенных на арифметизации рациональных процедур деятельности и ориентированных на алгоритмические языки общения, чрезмерно загружает левое полушарие и тормозит деятельность правого полушария, отвечающего за интуицию, открытие. Возникает опасность потери (частичной, но достаточно большой) интуиции, способности открывать, а значит, и способности творить, т.е. появляется угроза формирования «компьютерных дураков» в результате навязывания компьютером арифметически-алгоритмического, чрезмерно процедурно-формализованного стиля мышления. Поэтому необходима науч. организация работы с компьютером, в частности профилактика в форме программирования сменяемости видов деятельности, создания при вычислительных центрах салонов игры, жи-

вописи, музыки, смеха, хорового пения и т.п. В соответствии с этим аналогичные салоны должны быть в школах, вузах, центрах подготовки менеджеров и др. уч. заведениях. Л.-п.в.з. взаимодействует с *законом креативно-стереотипной волны*. Лево- и правополушарная волна является как бы субстратом креативно-стереотипной волны, образуя вместе с ней своеобразное волновое, колебательное поле творчества. Выдвинуто предположение, что симметрия — асимметрия левополушарной деятельности колеблется в рамках креативно-стереотипного волнового движения. В период кризисов творчества, когда происходит ломка стереотипов, усиливается потребность в более широком задействовании эмоционально-иррациональных форм, фаз, видов деятельности, обеспечивающих тренаж интуиции, раскрытие новых каналов для тв. генерации. Мобилизация эмоциональных структур личности в период кризисов творчества осуществляется с помощью спец. креатологических приемов: игра, смех, ротация деятельности, обеспечивающих через «культуру радости и счастья» более свободное и, след., более легкое для психики преодоление этих кризисов. Л.-п.в.з. имеет системно-онтологическое объяснение в системогенетике, в частности в одном из ее разделов — концепции постфутуристического диморфизма систем, связанного с действием закона дуального управления и организации систем. Функциональный диморфизм мозга человека в форме специализации его левого и правого полушарий — проявление постфутуристического (от лат. post — после и лат. futurum — будущее) диморфизма, к-рый всегда является механизмом волны или цикла. Л.-п.в.з. имеет большое значение для организации науч.-тех., изобретательского творчества, ориентируя управленцев на поиск решений правильного чередования лево- и правополушарных (по доминанте) видов деятельности.

Лит.: Субетто А.И. Творчество, жизнь, здоровье и гармония. Этюды креативной онтологии. М.: Изд. фирма «Логос», 1992; Субетто А.И. Системологические основы образовательных систем. М.: Иссл. центр проблем качества подготовки специалистов, 1994. Ч. 1,2. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. М.: Гиппократ, 1988

ЛИЦЕНЗИОННОЕ СОГЛАШЕНИЕ

— внешнеторговая сделка, по к-рой одна из сторон (лицензиар) предоставляет др. стороне (лицензиату) разрешение на использование *объекта лицензии*. При заключении Л.с. оговариваются территория использования, время, объем выпускаемой и продаваемой продукции, сфера применения и др.

ЛИЦЕНЗИОННЫЙ ДОГОВОР

— документ, предусматривающий передачу патентообладателем (лицензиаром) права на использование *изобретения* др. лицу (лицензиату), к-рый обязуется вносить лицензиару обусловленные договором *лицензионные платежи* и осуществлять др. действия согласно договору об *исключительной* и *неисключительной* лицензиях.

ЛИЦЕНЗИОННЫЙ ПАСПОРТ — документ, обособывающий возможность продажи объекта иностранному покупателю на условиях *лицензионного соглашения*. Л.п. содержит сведения об объеме тех. документации, относящейся к объекту *лицензии*; затратах на науч.-иссл. и опытно-конструкторские работы, связанные с его созданием; патентовании изобретений и пром. образцов, входящих в объект *лицензии*, и др.

ЛИЦЕНЗИОННЫЙ ПЛАТЕЖ

— форма вознаграждения лицензиара, предусмотренная *лицензионным соглашением*. Виды платежей: паушальные, периодические отчисления (роялти), передача лицензиару ценных бумаг и т.д. Наиболее распространены паушальные платежи и роялти.

ЛИЦЕНЗИЯ — разрешение на определенных условиях, как правило, за вознаграждение, использовать *изобретения*, полезные модели, пром. образцы, *товарные знаки*, *ноу-хау* и иные науч.-тех. достижения др. юридическими лицами. Предоставление Л. является коммерческой сделкой и предметом *лицензионного соглашения*. Продажа Л. — одна из наиболее прибыльных экономических операций, т.к. позволяет получать доходы без дополнительных вложений капитала. Кроме того, Л. — важное средство борьбы за рынки, поскольку часто вынуждает лицензиата покупать у лицензиара узлы, детали, сырье и др. Приобретение Л. позволя-

ет лицензиату сокращать расходы на науч. исследования и разработки, сроки внедрения прогрессивных *технологий* и т.д. По объему передаваемых прав различают следующие основные виды Л.: *полная, исключительная и неисключительная (простая)*.

ЛИЦО, ПРИНИМАЮЩЕЕ РЕШЕНИЕ — эксперт, осуществляющий выбор из нескольких альтернатив. Л.п.р. формирует стратегию *векторной оптимизации*, особенно в заключительной ее части на *множестве Парето*. Л.п.р. является центральным звеном в *теории принятия решений*. Выбор альтернатив Л.п.р. определяется двумя факторами: представлениями о вероятностях различных исходов (последствий), к-рые возможны при выборе того или иного варианта решения; предпочтени-

ями, отдаваемыми Л.п.р. различным возможным исходам.

Лит.: Исследование операций. Т.1/Пер. с англ. Под ред. Дж.Моудера, С.Эмаграби. М.: Мир, 1981.

ЛОГИЧЕСКИЙ ПРИЕМ — изменение параметра *технической системы* в соответствии с известной мат. зависимостью.

ЛОКАЛЬНЫЙ ЭКСТРЕМУМ — значение *целевой функции* на множестве допустимых решений в некоторой окрестности области поиска, где целевая ф. принимает макс. или мин. значение. Если во всей области поиска имеется один экстремум, то Л.э. одновременно является и *глобальным экстремумом*. Определение Л.э. производится с помощью *алгоритмов поиска локального экстремума*.



МАРКЕТИНГ. 1. Система прямых и обратных связей разработчика (производителя) с рынком, призванных обеспечить максимально возможную увязку науч.-производственной деятельности с рыночной ситуацией и уменьшить элементы неопределенности при сбыте продукции. Современная концепция М. включает три основных элемента, соблюдение к-рых считается обязательным для успешной реализации продукции: ориентация на потребителя (его нужды, запросы и поведение); подход к М. как к общему делу, успех к-рого зависит от всех функциональных подразделений и требует их структурной и организационной кооперации; ориентация на прибыль как конечный результат мероприятий в первых двух элементах и фактор, определяющий конкретную тактику продаж.

2. Осуществляемая крупными компаниями система мероприятий по изучению рынка и активному воздействию на потребительский спрос с целью расширения сбыта производимых ими товаров (прогноз спроса и морального устаревания товара, правильный выбор цены, рекламная стратегия и т.д.).

МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ЗАДАЧИ — класс математических задач, сводящихся к одной общей постановке: найти значения переменных X_1, X_2, \dots, X_n , доставляющие максимум (минимум) заданной ф. $C = f(X_1, \dots, X_n)$ и удовлетворяющие в то же время ряду условий-ограничений вида $g_i(X_1, \dots, X_n) \leq b_i (i = 1, 2, \dots, m)$. Функция C называется *целевой функцией*. К М.п.з. сводятся задачи определения оптимальных *параметров технических систем*, к-рые при этом выступают в качестве определяемых переменных X_1, X_2, \dots, X_n . Т.к. рассматриваемые задачи сводятся к отысканию экстремума (максимума или минимума) целевой ф., их часто называют *экстремальными*. Если выражения C или g_i нелинейны относительно переменных, то М.п.з. является нелинейной.

Лит.. **Основы кибернетики.** Математические основы кибернетики / Под ред. К.А. Пупкова. Уч. пособие для втузов М.. Выш. шк., 1974, **Автоматизация поискового конструирования** / Под ред. А.И. Половинкина М. Радио и связь, 1981.

МАТРИЦА ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ФУНКЦИЙ И ИХ НОСИТЕЛЕЙ — двумерная табл., при построении к-рой в строках размещают элементы одного иерархического уровня, а в столбцах — главные ф. этих элементов, а также дополнительные, вредные и нейтральные ф. объекта в целом. На пересечении столбцов и строк отмечают участие каждого элемента в выполнении каждой ф. При этом для полезных ф. в матрице фиксируется уровень их выполнения. Использование матрицы позволяет выявить неочевидные (скрытые) ф. элементов объекта, как полезные, так и вредные. Напр., анализируя ее по строкам, можно установить факт участия включенных в матрицу элементов объекта в выполнении конкретной ф., а анализируя по столбцам, — установить факт участия конкретного элемента в выполнении ф., отраженных в матрице. С помощью матрицы рекомендуется также выявлять однородные или подобные ф., имеющие одинаковую или близкую по содержанию действия глагольную часть, напр., «проводить ток», «подводить ток», «отводить ток». Результаты такого анализа полезны как для экспертной оценки функциональной значимости отдельных элементов, так и для нахождения элементов, подлежащих исключению при функционально-идеальном моделировании (свертывании) анализируемого объекта (см.: *Функциональный анализ, Функционально-стоимостный анализ*).

Лит.: Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа. Метод. рекомендации. М.: Информ-ФСА, 1991.

МАТРИЦА ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ — двумерная табл., где в строках расположены *показатели качества технической системы*, к-рые необходимо улучшить, а в столбцах — показатели качества, к-рые при этом ухудшаются. На пересечении строки и столбца расположен набор *звристических приемов*, к-рые, как известно из лит., приводят к разрешению тех. противоречия. В настоящее время подобные матрицы составлены для различных отраслей *техники*. Существуют программные модули поиска приемов

разрешения противоречий по заданной схеме.

Лит.: Альшутлер Г.С. Алгоритм изобретения. М.: Моск. рабочий, 1973.

МАШИНА — широкий класс устройств, выполняющих мех. движение для преобразования энергии, материалов, информации с целью замены или облегчения физ. и умственного труда человека. Классификация М. обычно рассматривается в контексте классификации всей *техники*, к-рая до сих пор не получила своего однозначного решения. Распространенные подходы к классификации техники базируются на рекомендациях, разработанных С.М.Бреховскими, Ю.С.Мелешенко, А.И.Половинкиным. Классификация М. обычно проводится на базе двух признаков: отраслевого и функционально-целевого, причем более предпочтительным является последний. Одной из самых известных является классификация И.И.Артоболевского, согласно к-рой М. делятся на энергетические (двигатели, генераторы) — для преобразования энергии; рабочие (транспортные, технологические) — для изменения формы, св-в и положения материала или всего объекта; информационные (контрольно-управляющие, информ.) — для преобразования информации; кибернетические — заменяющие или имитирующие процессы и обладающие элементами *искусственного интеллекта*. С развитием техники все большее значение приобретают агрегаты — совокупность сложных унифицированных узлов, из к-рых проектируют и собирают М. Серьезное внимание уделяется автоматизации М. В зависимости от уровня автоматизации М. подразделяются на полуавтоматы, автоматы и автоматические линии. Полуавтоматы — это М., в к-рых автоматизированы основные и вспомогательные производственные операции, автоматы — это М., в к-рых, кроме того, автоматизированы операции контроля, управления и блокировки. В автоматических линиях совокупность рабочих М. «обвязана» автоматизированными транспортирующими устройствами. М. тем совершеннее, чем непрерывнее совершаемый ею процесс. Поэтому самая высокая степень

автоматизации достигается в автоматически непрерывных потоках, в частности в роторных М. и линиях.

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ «ЭВРИСТИКА» — добровольное объединение специалистов и единомышленников в области тех. творчества. Учреждена как всесоюзная ассоциация в 1989 г., стала международной в 1992 г. Учредитель ассоциации — Всесоюзное общество изобретателей и рационализаторов. В М.а.э. входят более 200 членов из Болгарии, Беларуси, Казахстана, Латвии, Литвы, России, Румынии, Украины. Основные направления деятельности ассоциации: проведение фундаментальных исследований в области теории проектирования новой техники, законов и закономерностей техники; разработка и применение эвристических методов тех. творчества; разработка и применение компьютерных методов и средств поддержки инж.-тех. творчества; педагогическая деятельность по выявлению и развитию способностей человека в области инж.-тех. творчества; деятельность по культурно-нравственному развитию человека и гуманитаризация инж.-тех. творчества. М.а.э. осуществляет: проведение конф., семинаров, школ, курсов, инновационных игр по направлениям работы; подготовку и издание монографий, уч. пособий, методических разработок; издание бюллетеня и журнала «ЭВРО»; выполнение членами М.а.э. совместных исследований и разработок; организацию посреднической деятельности по реализации разработок членов ассоциации. Отделения М.а.э. открыты в Алма-Ате, Волгограде, Донецке, Москве, С.-Петербурге, Яссах.

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ ФОНД ЭВРИСТИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ — описание *эвристических приемов*, к-рые могут быть использованы при решении *задач технического творчества* в различных отраслях техники. В М.ф.э.п. целесообразно включать один или несколько примеров решения изобретательских задач с помощью каждого эвристического приема. Такие примеры облегчают применение эвристических приемов при решении новой задачи, а также могут быть использованы как

прототипы новых *технических решений*. М.ф.э.п. могут содержать от нескольких десятков наиболее часто используемых эвристических приемов до нескольких сотен. При большом числе приемов их целесообразно разделить на однородные группы. Так, напр., выделяют группы приемов преобразования формы и структуры объекта, в пространстве и во времени, движения и силы, материала и в-ва, приемы дифференциации и интеграции, использования профилактических мер и резервов, преобразования по аналогии и др. Формирование и развитие М.ф.э.п. осуществляется на основе *индивидуальных и специализированных фондов эвристических приемов*, а также анализа процесса и истории создания выдающихся *изобретений*. М.ф.э.п. рекомендуется использовать как основной информ. фонд в *методе эвристических приемов, экспертной системе*, при формировании отраслевых и индивидуальных фондов эвристических приемов, в исследованиях по выявлению и формулировке *частных закономерностей изменения структуры технических объектов*.

Лит.: Альштуллер Г.С. Алгоритм изобретения. М.: Моск. рабочий, 1973; *Методы поиска новых технических решений*/Под ред. А.И. Половинкина. Йошкар-Ола: Маркигиздат, 1976; *Половинкин А.И. Основы инженерного творчества*. М.: Машиностроение, 1988.

МЕНЕДЖЕР — специалист-профессионал по управлению и организации в сферах проектирования, производства, сбыта и обслуживания, обладающий определенной административно-хозяйственной самостоятельностью (см.: *Менеджмент*).

МЕНЕДЖМЕНТ — понятие, трактуемое очень широко, и поэтому любое его определение будет неполным. С некоторой степенью приближения М. — это система решения широкого класса управленческих задач для получения макс. эффекта в целевых устремлениях (извлечение прибыли, достижение высокой науч., тех. или художественной значимости результатов и т.д.) в условиях рыночной экономики. М. включает организацию и управление работами и коллективами, перспективное и текущее планирование, прогнозирование,

обеспечение реализации продукции и услуг. М., опираясь на использование тв. потенциала человека, раскрытого в наиболее полной мере, помогает создать предпосылки для повышения эффективности его деятельности, указывает методы рационального формирования социальных групп, а также способы поддержания в них благоприятных межличностных отношений. М. предполагает многоальтернативное решение любых проблем, нестандартность мышления, безусловную ответственность за принимаемые решения. В качестве иллюстрации приведем наименование тем, включенных в типичную программу повышения квалификации менеджеров одной из крупнейших американских фирм: маркетинг; прогнозирование (концепции, методы, техника); цены и ценообразование; бюджет (концепция формирования, техника разработки, способы использования); каналы товародвижения; формирование спроса на продукцию и рекламу; трудовое законодательство; теория и практика принятия управленческих решений; отбор, воспитание и управление кадрами; фирма (история, структура, способы управления, политика, принципы деятельности); ведение деловых переговоров и осуществление контактов с клиентами; способы выхода из конфликтных ситуаций; технология производства и *nou-hau*. Т.о., перечень тем очень широк, а подготовка профессионального менеджера по месту работы занимает, напр., в Японии, 8—10 лет после окончания высшего уч. заведения.

МЕТАФОРА — перенос св-в одного объекта (явления) на другой по принципу их сходства в к.-л. отношении. М. является результатом *фантазии* и базируется на одном из св-в человеческих способностей — сравнивать (приближать) и различать (удалять). Готовыми М. являются пословицы и поговорки. По способу получения М. разделяются на случайные и направленные; по природе элементов — живое, духовное, одушевленное, с одной стороны, или неживое — с другой; по переносу св-в — живое на неживое, неживое на неживое, неживое на живое и

живое на живое; по грамматическим характеристикам элементов — существительное, прилагательное и глагол. М. являются составными частями *эвристических методов, методов фокальных объектов, синектики, гирлянды ассоциаций и метафор* и др. Одновременно они выступают и как *эвристический прием*. Некоторые способы создания *технических систем* связаны с генерированием М. Обычно используют два способа генерирования М.: 1) получение случайных М.: определяется ключевое слово (слова) — фокус проблемы (напр., стул); выбирается случайный объект — луч (напр., книга); фокус и луч связываются в М. с помощью либо связывающего тире (напр., стул — книга), либо связывающего предлога (напр., стул из книги, стул книги, стул внутри книги и др.), либо глагола (напр., стул является книгой), в качестве случайного объекта можно выбрать прилагательное (глагол), к-рое является случайным и присущим живой природе (напр., живой, смешной, петь, думать и т.д.); 2) направленное получение М.: дефинируется сущность объекта — фокус (напр., телефон — устройство звуковой связи или устройство для передачи информации и др.), при этом рекомендуется более общее дефинирование фокуса; уточняются некоторые объекты (лучи) из класса фокуса (напр., звонок, телевизор, ЭВМ и т.д.); используется способ случайного получения М.

Лит.: Бунш Г. Аналогии и техническое творчество. Рига. Авотс, 1981

МЕТОД АНАЛОГИЙ — способ решения проблем и тв. задач. М.а. включает три этапа: 1) постановка задачи как необходимости преобразования исходного множества признаков M_a в новый состав признаков M_1 ; 2) поиск объекта *аналогии* для искомого решения L , новых признаков M_2 идей решения M_1 ; 3) формирование искомого набора признаков M_2 с помощью идей M_1 . Напр.: 1) задача — экономия материала в конструкции; 2) аналогии — соломина, паутина, пчелиные соты; 3) искомым набор признаков — облегченная конструкция, использующая строение соломины и паутины. М.а. дает эффектив-

ные решения на более высоком уровне абстракции, когда аналогии отыскиваются и обрабатываются на уровне функции, принципиального решения, принципиальной структуры устройства, функциональной структуры и т.п. (См.: Аналогия, Прямая аналогия, Символическая аналогия).

МЕТОД ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ — см.: Взаимодействующих поверхностей метод.

МЕТОД ГИРЛЯНД АССОЦИАЦИЙ И МЕТАФОР — см.: Гирлянд ассоциаций и метафор метод.

МЕТОД И-ИЛИ-ГРАФОВ — см.: И-ИЛИ-графов метод.

МЕТОД КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ — см.: Контрольных вопросов метод.

МЕТОД МНОГОКРАТНОГО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО КЛАССИФИЦИРОВАНИЯ — См.: Многократного последовательного классифицирования метод.

МЕТОД МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ЯЩИКОВ — см.: Морфологических ящиков метод.

МЕТОД ОТРИЦАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ — см.: Отрицания и конструирования метод.

МЕТОД ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ — см.: Повторного использования метод.

МЕТОД СИНЕКТИКИ — см.: Синектики метод.

МЕТОД СИНТЕЗА ОПТИМАЛЬНЫХ ФОРМ — см.: Синтеза оптимальных форм метод.

МЕТОД СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ЭВРИСТИКИ — см.: Систематической эвристики метод.

МЕТОД ФОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ — см.: Фокальных объектов метод.

МЕТОД ЭВРИСТИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ — см.: Эвристических приемов метод.

МЕТОДИКА ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧИ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА — см.: Постановки задачи технического творчества методика.

МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ РЕШЕНИЙ — теория последовательного принятия решений в процессе разработки и проектирования новых технических систем.

Обычно различают 6 уровней (этапов) принятия решений: 1) выбор удовлетворяемой *технически реализуемой потребности*, реализация которой принесит наибольшую пользу обществу и прибыль изготовителям; 2) определение оптимальных *потребительских качеств*; 3) выбор наиболее рациональной *функциональной структуры*; 4) выбор наиболее эффективного *принципа действия* для реализации функциональной структуры; 5) выбор наилучшего *технического решения*, реализующего принцип действия; 6) определение *оптимальных параметров* выбранного тех. решения. М.в.к.р. является одним из важнейших разделов *теории проектирования новой техники* и основывается на *закономерностях возникновения и развития потребностей, законе стадийного развития техники, прогрессивной эволюции технических систем, соответствия между функциями и структурой технических систем*. М.в.к.р. рекомендуется в первую очередь использовать при проектировании новых поколений *технических систем*, когда выполняются стадии разработки *технического задания*, тех. предложения и тех. проекта, а также в *инженерном прогнозировании*. При этом на каждом уровне для выбора наиболее правильного решения рекомендуется использовать соответствующие методы тех. творчества, *автоматизацию поискового проектирования и конструирования*, банки данных по инженерному и техническому творчеству, *законы и закономерности техники*. Главное достоинство М.в.к.р. заключается в том, что она является той системно-методической основой, которая открывает возможности и гарантирует разработку конкурентоспособных изделий при условии, что на каждом уровне принятия решений будет достаточно полное информ. обеспечение для синтеза и просмотра наиболее интересных альтернатив и будут использованы эффективные методы выбора глобально оптимальных решений. Эффективность решения задач возрастает от 6-го до 1-го уровней. Так, на 6-м уровне может быть получено улучшение *критериев эффективности* на 10–30%, на 5-м

уровне — на 30–50%, а иногда в несколько раз; на 3-м — 4-м уровнях показатели часто улучшаются в несколько раз, а иногда на порядок и более; от принятого решения на 1-м — 2-м уровнях прибыль может изменяться в несколько раз или на несколько порядков или вообще принятое решение может принести значительные убытки. Поэтому большую часть ресурсов, затрачиваемых при разработке новых изделий, нужно вкладывать в первые этапы (уровни) и меньшую часть — в последние.

Лит. Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники. М.: Информэлектро, 1990.

МЕТОДЫ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И СИНТЕЗА — см.: *Морфологического анализа и синтеза методы.*

МЕТОДЫ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ — см.: *Поиска оптимальных параметров методы.*

МЕТОДЫ РАЗРЕШЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИЙ — см.: *Разрешения противоречий методы.*

МЕТОДЫ СПУСКА — см.: *Спуска методы.*

МЕХАНИЗМ — широкий класс устройств, часть элементов к-рых под действием приложенных внеш. сил совершают строго определенные движения. В последнее время к М. относят не только устройства с жесткими связями, но и гидравлическими, эл. видами связей и др. Основными св-вами М. являются выполнение определенных функций и в соответствии с ними определенность движения его подвижно соединенных между собой элементов — звеньев. М. является кинематической основой машин, приборов. Разработано несколько видов классификаций М. Наиболее строгой является структурная классификация, в разработку к-рой внесли существенный вклад Л.В.Ассур, И.И.Артоболевский, В.В.Добровольский и др. С т.зр. функционального назначения М. обычно подразделяются на: М. двигателей и преобразователей (генераторов), используемых для преобразования различных видов энергии; передаточные М.; исполнительные М. (рабочие органы), к-рые часто рассматриваются как орудия; М. контроля,

управления и регулирования; М. подачи, транспортировки, питания и сортировки; М. гашения скоростей и амортизации; М. автоматического счета, взвешивания и упаковки. М. изучаются в теории механизмов и машин, в к-рой в последние годы особенно интенсивно развивается теория автоматических устройств реальных М. (с учетом упругости звеньев, зазоров, ошибок монтажа и т.п.) и их автоматизированный синтез. Совершенствование М. различного назначения составляет новые задачи технического творчества.

Лит.: Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М.: Наука, 1975; Юдин В.А., Петрокас Л.В. Теория механизмов и машин. М.: Высш. шк., 1967

МИНИМИЗАЦИИ КОМПОНОВОЧНЫХ ЗАТРАТ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ

— один из типичных случаев проявления закономерности оптимального соотношения параметров. Суть ее состоит в том, что у технических систем, выполняющих определенные технические функции, элементы, соединенные между собой каналами передачи в-ва, энергии и информ. и осуществляющие определенные физ. (хим., биологические) преобразования св-в потоков в-ва, энергии и информации, располагаются в пространстве и по отношению к друг другу так, что компоновочные затраты, связанные с расходом материалов на несущие элементы, каналы передачи, элементы защиты, а также с др. затратами, зависящими от габаритов тех. системы и взаимного расположения элементов, имеют мин. значение. Данную закономерность рекомендуется использовать при решении задач выбора оптимальной компоновки изделий.

Лит.: Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники. закономерности техники и их применение. М.: Информэлектро, 1990, Богданов Г.М., Половинкин А.И. Об одном подходе к задаче компоновки технических систем // Управляющие системы и машины. 1983 № 2 С. 24–27.

МНЕМОНИКА (греч. mnemonikol — искусство запоминания) — система приемов, облегчающих запоминание и увеличивающих объем памяти путем образования искусственных ассоциаций (смысловых или мех. связей) между уже известными и легко воспроизводимыми сведениями и отдельными новы-

ми данными. Напр., запоминание номера телефона 234-49-16 как последовательности чисел 2, 3 и 4 и их квадратов; запоминание последовательности цветов в спектре с помощью фразы, в к-рой первые буквы слов соответствуют первым буквам названий цветов «Каждый охотник желает знать, где сидит фазан». В тех. творчестве М. применяется для запоминания алгоритмов решения задач, массивов ценной информации, сильных решений разных типов задач. Знание множества таких задач и их решений можно условно сравнить со знанием шахматистом множества шахматных партий. Наличный фонд решений может способствовать решению данной задачи по аналогии с уже известной. При использовании приемов М. надо учитывать, что легче запоминаются необычно представленные данные. Рифма является одной из возможных форм мнемонического представления данных. Мнемоническое представление информации можно использовать для развития тв. фантазии человека.

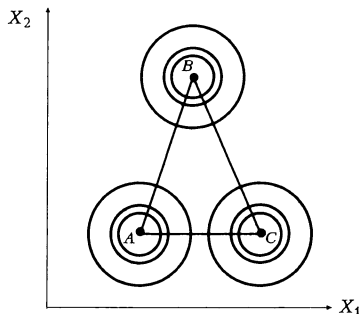
МНОГОКРАТНОГО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО КЛАССИФИЦИРОВАНИЯ МЕТОД

— вариант метода морфологического синтеза, базирующийся на многократной «фильтрации» морфологического множества путем пошагового снижения степени агрегированности описания исследуемых технических систем с соответствующим «отсевом» вариантов на каждом шаге «фильтрации». Отсев вариантов в М.п.к.м. основывается на следующих принципах: 1) организация полного перебора вариантов возможна лишь на морфологической табл. небольшого размера; 2) только агрегированное описание исследуемых систем позволяет построить морфологическую табл. небольшого размера, в к-рой тем не менее представлены признаки исследуемых функциональных структур, наиболее существенные с т.зр. условий задачи; 3) увеличение надежности экспертного оценивания вариантов можно обеспечить поэтапным увеличением детальности описания вариантов; 4) для увеличения оперативности оценивания вариантов поэтапное увеличение детальности их описания должно сопро-

вождаться поэтапным сокращением допустимого множества вариантов (поэтапной «фильтрацией»).

Лит. Одрин В.М., Картавов С.С. Некоторые итоги и перспективы развития морфологического анализа систем. Киев, 1973 (Препринт ИК АН УССР. Ин-т кибернетики, 73—62).

МНОЖЕСТВО ПАРЕТО — общая область определения нескольких критериев эффективности технической системы, для к-рой разыскивается оптимальное решение. М.П. сужает множество альтернатив. На М.П. решения в некотором смысле равнозначны, и задача выбора возлагается на лицо, принимающее решение. Оптимум на М.П. обычно определяется путем ранжирования критериев эффективности в текущей ситуации на основе ряда зачастую неформализуемых соображений, поэтому М.П. часто называют переговорным множеством. На рис. в плоскости переменных X_1, X_2 изображены линии рав-



ных уровней трех критериев эффективности (без учета ограничений), экстремумы к-рых расположены в точках А, В и С. Взаимный компромисс М.П. между каждой парой из этих трех критериев достигается на отрезках АВ, ВС и АС. Поэтому М.П. для трех критериев находится в области АВС.

Лит.. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1981

МОДЕЛИРОВАНИЕ (в дизайне) — процесс отображения, представления или описания целостного объекта (системы объектов), определенных аспектов структуры, ситуации или функционального процесса для выяснения их существенных сторон, тех или иных

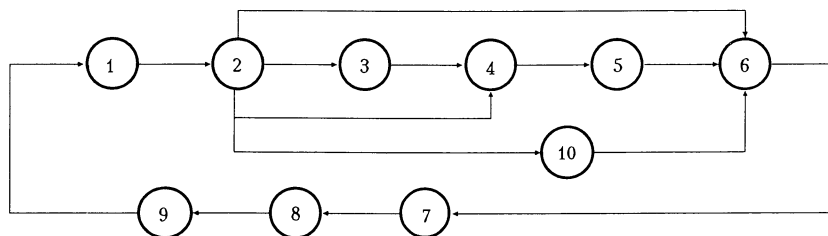
параметров (в т.ч. пространственных), поведения в предполагаемых условиях, возможности включения в систему соотношения объектов и среды и пр. Результатом моделирования является *модель* объекта. Средства М. — различные способы описания и представления объекта, в зависимости от к-рых различаются художественно-образное М., мат. М., проектно-графическое, объемное, словесное М. Для дизайнера особенно важно владеть художественно-образным М., т.е. процессом воображения и создания художественной модели действительности (вещи, комплекса вещей, ситуации), где *образ* выступает как категория проектирования. Дизайнеры используют случайные явления и *ассоциации* в качестве источника генерирования новых идей, опираясь на системный сознательный подход. Такой подход включает *эвристические методы*, генерирование гирлянд ассоциаций, выявление визуальных несоответствий, перечень *недостатков и дефектов*, наводящих вопросов, перестановки, модификации и др.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА — построение последовательного ряда *моделей*. При создании компонентной модели и используют данные, содержащиеся в тех. документации на объект (чертежи, спецификации, технологические карты, перечни оборудования и др.). В случае несложных малогабаритных объектов желательно произвести разработку и сборку натурного образца, ознакомиться с операциями технологического процесса. Компонентную модель объекта рекомендуется строить только по верхнему иерархическому уровню. Когда объектом рассмотрения является к.-л. подсистема, в компонентную модель могут включаться элементы более низкого иерархического уровня. При этом целесообразно сначала сформировать исходную модель объекта на основе ее иерархической структуры, включая в нее элементы, входящие в объект анализа, а затем скорректировать ее по результатам структурного и *функционального анализа*. Так, если объектом ф. в модели оказался элемент более

низкого иерархического уровня, то элемент — носитель этой ф. следует включить в качестве подсистемы в состав функционально связанного с ним элемента верхнего уровня. Напр., исходная формулировка ф. пластмассовой втулки подшипника алюминиевого корпуса мясорубки: «удерживать шнек». Функциональный анализ показывает, что эта ф. должна быть сформулирована для двух объектов: F_1 — удерживать вал (шнека в радиальном направлении относительно корпуса), F_2 — удерживать витки (шнека в осевом направлении относительно корпуса). Т.к. вал и витки мясорубки являются подсистемами шнека, то при построении уточненной компонентной модели мясорубки втулка должна быть включена либо в шнек, либо в корпус, с к-рым она связана функционально. К построенной компонентной модели объекта «пристраиваются» элементы надсистемы, с к-рыми объект взаимодействует. Поскольку на разных стадиях жизненного цикла объект входит в разные надсистемы и, след., взаимодействует с разными элементами, то компонентная модель формируется отдельно для каждой стадии жизненного цикла. Типовыми элементами надсистемы являются: 1) на стадии производства — оборудование, оснастка, материалы, комплектующие изделия, производственные помещения и др.; 2) на стадии эксплуатации — объект ф., пользователь (потребитель) или его элементы, системы, взаимодействующие с элементами верхнего уровня анализируемого объекта, напр., при построении компонентной модели мясорубки на стадии эксплуатации к модели «пристраиваются» элементы надсистемы: объект ф. — продукт (мясо, рыба, овощи и др.), пользователь — руки человека, др. элементы надсистемы, взаимодействующие с элементами мясорубки: вода для мытья, стол, посуда для продукта и фарша, нож для нарезания продуктов и пр.; 3) на стадии хранения и транспортировки — транспортные и грузоподъемные средства, упаковка, складские помещения, средства консервации и др. На всех стадиях в компонентную модель включается внешняя среда, с

к-рой взаимодействует объект анализа (воздух, вода, частицы пыли, тепловое, гравитационное, мех. поля и др.). Структурная модель объекта строится на основе данных компонентной модели путем установления связей элементов объекта друг с другом и элементами надсистемы, либо графически путем включения выявленных связей в компонентную модель, либо в виде матрицы, элементами столбцов и строк к-рой являются элементы объекта и его надсистемы. На пересечении строк и столбцов фиксируется наличие соответствующих связей. Структурные модели, как и компонентные, формируются отдельно для каждой стадии жизненного цикла. При этом фиксируются все возможные связи для любой штатной или нештатной ситуации анализируемой стадии жизненного цикла объекта. Установленные связи характеризуются комментариями к модели, объясняющими сущность каждой связи и ситуации, в к-рой она проявляется. Анализ связей между элементами системы и надсистемы на всех стадиях жизненного цикла и во всех рассмотренных ситуациях позволяет выявить дополнительные ф. объекта. Напр., при построении структурной модели ручной мясорубки на стадии эксплуатации установлена связь между рукой человека и гайкой, прижимающей решетку к ножу. Эта связь проявляется в штатных ситуациях: при сборке (подготовке мясорубки к работе) и разборке после окончания работы, а также в нештатной ситуации — при подкручивании гайки в процессе работы мясорубки при ослаблении прижима решетки к ножу. По результатам анализа выделяют связи вещественные (непосредственные, контактные) и полевые (бесконтактные). Полевые связи соответствуют типовым физ. и тех. полям: мех. полям, акустическим, тепловым, электромагнитным, гравитационным и др. Вещественные и полевые связи, как правило, являются двусторонними, поскольку характеризуют взаимодействие элементов. Исключением являются информ. связи, являющиеся односторонними. Напр., связь очков с носом и ушами — вещественная — двусторон-

няя, а связь с глазами — полевая информационная (оптическая) — односторонняя. При анализе связей проводится также их предварительная функциональная оценка: связи подразделяются на полезные, вредные, нейтральные, напр., связь между ножом и решеткой мясорубки — вещественная. Эта связь полезная, т.к. обеспечивает измельчение продукта (нож и решетка составляют режущую пару), и в то же время вредная, т.к. приводит к истиранию и нагреву режущей пары. Между двумя элементами структурной модели может быть несколько различных связей, напр., в аппарате местного освещения между выключателем и клеммником высокого напряжения существует как эл. связь, так и мех. связь. Если в структурной модели к.-л. элемент объекта непосредственно связан только с одним из остальных элементов, то он исключается из модели и рассматривается как подсистема того элемента, с к-рым он связан, напр., в первоначальном варианте структурной модели аппарата местного освещения предохранитель оказался непосредственно связанным только с выключателем, поэтому предохранитель исключен из структурной модели аппарата и в дальнейшем рассматривается как подсистема выключателя. Если в первоначальном варианте структурной модели к.-л. элемент не связан ни с одним элементом объекта, то его следует вообще исключить из модели. Модели материальных потоков строятся на основе результатов структурного анализа для каждого вида потока, протекающего в анализируемом объекте. Напр., для мясорубки строятся модель потока в-ва (продукта) и модель потока мех. энергии (усилий). Модели строятся в виде графических цепочек, отражающих прохождение материальных потоков между элементами объекта и его надсистемы. Каждый участок потока характеризуется комментариями, объясняющими направление потока, его величину, изменения и др. Напр., модель потока мех. энергии в мясорубке приведена на рис., где 1 — ручка, 2 — шнек, 3 — нож, 4 — решетка, 5 — гайка, 6 — корпус, 7 —



стол, 8 — пол, 9 — человек, 10 — продукт. Мех. энергия передается от шнека к корпусу по четырем параллельным цепочкам с соответствующей долей потока: через продукт — 10 %, непосредственно (через втулку корпуса) — 5 %, через решетку и гайку — 5 %, через нож, решетку и гайку — 80 %. Функциональная модель объекта строится на основе данных функционального анализа и включает главную ф. объекта, комплекс дополнительных ф., а также основные и вспомогательные ф., обеспечивающие выполнение главной ф. Ранг вспомогательных ф., включаемых в функциональную модель, определяется уровнем самой модели. Возможны три уровня функциональной модели: 1) обобщенная, отражающая только главную, основные и дополнительные ф. независимо от принципа действия объекта и его вещественного (конструктивного, технологического и т.п.) воплощения. Такие модели рекомендуется строить при проведении функционально-стоимостного анализа объектов, не имеющих прямых аналогов, напр., модель устройства, выполняющего ф. «преобразовывать ток»; 2) модель принципа действия, отражающая иерархию ф. объекта, соответствующих его принципу действия, но абстрагированных от конкретного вещественного воплощения, напр., функциональная модель трансформатора на принципе электромагнитной индукции; 3) модель конкретного объекта, отражающая иерархию ф., соответствующих анализируемому вещественному воплощению объекта, напр., модель лабораторного автотрансформатора. Для того чтобы реализовать совокупность *потребительских качеств*

объекта, отраженных в его функциональной модели, с помощью мин. числа элементов, модель преобразуется в функционально-идеальную. Уменьшение кол-ва элементов объекта достигается процедурой функционально-идеального моделирования (свертывания). Напр., в функциональной модели очков исключаемый элемент — дужки, ф. к-рых — удерживать линзы (перед глазами). Формулировки свертывания: дужки можно исключить, если линзы либо отсутствуют (свет фокусируется, например, искусственным хрусталиком), либо сами удерживаются перед глазами (напр., контактные линзы), либо их удерживают перед глазами др. элементы очков (как, напр., в конструкции пенсне) или надсистемы (напр., в монокле линза удерживается глазницей, а в лорнете — рукой) (см.: *Понятия функционально-стоимостного анализа, Формулирование функций, Технология «свертывания», Функциональная модель объекта*).

Лит.: Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа: Метод рекомендации. М.. Информ-ФСА, 1991, *Применение методов технического творчества при проведении ФСА: Метод рекомендации*. М.. Информ-электро, 1990.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ — упрощенное отображение реального изделия и его описания с целью оценки соответствия его к.-л. требованию или осуществлению выбора наилучшего изделия из нескольких альтернативных вариантов. Обычно используют три способа М.т.с.: 1) мысленное М.т.с., в ходе к-рого человек, изучая изделие, его проект или др. описание, интуитивно оценивает соответствие определенным требованиям или выбор наилучшего ва-

рианта; 2) мат. М.т.с. связано с разработкой способов расчета и компьютерных программ для получения необходимых оценок; 3) физ. М.т.с. связано с изготовлением и испытанием упрощенных физ. моделей реального изделия. Мысленное моделирование *технических систем* основывается на *знаниях* и, главное, на собственном опыте проектирования и эксплуатации данного класса тех. систем и представляет собой одно из средств М.т.с. Точность мысленного моделирования зависит от личного опыта и природных способностей эксперта и для мало изученных тех. систем может превосходить точность мат. модели. Основные преимущества мысленного моделирования: малое время и низкая стоимость оценки. Умение осуществлять быстрое и точное мысленное моделирование является одним из необходимых качеств изобретателей и тв. личностей, к-рые должны его развивать и совершенствовать. При физ. моделировании решение принимается по измеряемым параметрам, данным измерительных приборов и оборудования, способу обработки полученных результатов. С целью снижения трудоемкости и стоимости часто изготавливают уменьшенные (в несколько раз, на порядок (и более)) образцы тех. систем, исключая из них малозначимые детали. При изменении масштаба тех. системы выбирают и обосновывают систему критериев подобия, с помощью к-рых выполняют перерасчет значений параметров, полученных путем измерений на уменьшенных моделях, для натуральных размеров. В различных прикладных областях (гидравлика, аэродинамика, строительная механика, электродинамика и т.д.) разработаны свои системы критериев подобия и накоплен специфический опыт их использования. Физ. моделирование часто используют для обоснования достоинств новых *технических решений*.

Лит.. Моделирование физическое // ВСЭ, т. 16, Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988.

МОДЕЛЬ (в дизайне) — идеальная, воображаемая, знаковая или материально реализованная система, создаваемая в целях исследования объекта или

представления проектной цели. В зависимости от средств построения выделяют знаковые М. (мат., информ.), наглядно-образные (проектно-графические), материальные (физ. М.). В зависимости от ф. М. может отражать тот или иной предмет исследования или эксперимента (*технология, принцип действия, параметры* и пр.). С этой т.зр. различаются: 1) художественная М. — образ объекта, возникающий в воображении дизайнера, обладающий ассоциативной культурной, конструктивно-технологической и пластической целостностью. Является наиболее продуктивной и методически активной М. будущего объекта, поскольку содержит в себе синтезированные представления о связях человека, образа жизни, вещи и среды; 2) информ. М. — систематизированная совокупность данных, описывающих существующие параметры объекта, выявленные на основе анализа результатов предметного исследования. Включает как предметные, так и социально-психологические параметры будущего продукта; 3) материальная М. — геометрически точное отображение реального объекта, построенное в масштабе по принципу подобия элементов и соответствующее всем его функциональным и конструктивным параметрам; 4) технологическая М. — материальная М. объекта, воспроизводящая его функционально-морфологические св-ва; 5) имитационная М. — М., воспроизводящая внеш. вид изделия для передачи его художественной сущности и совмещающая функциональную и имитационную задачи. Выполняется как в натуральную величину, так и в масштабе; 6) действующая М. — выполненная в реальном материале М., предназначенная для проверки действия спроектированного изделия. Понятие М. широко используется в эвристических методах активизации тв. поиска в *дизайне*.

МОДЕЛЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ — изделие, принадлежащее к определенному поколению *технических систем* и обладающее основными признаками этого поколения. М.т.с. обычно различаются конструктивным исполнением на уровне параметров и

признаков *технического решения*, к-рые обеспечивают улучшение некоторых *потребительских качеств*. М.т.с. часто называют «моделью техники».

МОЗГОВАЯ АТАКА — коллективный метод поиска новых тех. идей и решений. Цель данного метода — получение большого кол-ва различных идей и предложений в ограниченное время (обычно 20—40 мин). М.а. состоит из двух фаз: генерации идей и их последующей оценки. Рациональной основой метода М.а. является усиление эвристичности за счет использования случайности, к-рая возникает вследствие принципиальной непредсказуемости ассоциативных рядов, возникающих в группе людей, появления дальних ассоциативных связей из-за присутствия в группе людей с различной профессиональной ориентацией. Психологической основой метода М.а. является снятие барьера психологической инерции в результате запрета критики и поощрения самых неординарных высказываний. Создание благоприятного повышенного эмоционального фона, необходимого для получения качественно новых идей, достигается в благожелательной, дружелюбной атмосфере. Большая роль отводится ведущему, к-рый должен иметь гибкий план управления спонтанным процессом генерации идей, а также своим остроумием и дружелюбием стимулировать возникновение повышенного эмоционального уровня и поддерживать его. Вторая фаза М.а. заключается в осуществлении группой экспертов анализе высказанных идей, зафиксированных в протоколе М.а. Эта фаза представляет собой работу высокого тв. уровня, заключающуюся в преобразовании неожиданных, а иногда фантастических идей в реальные тех. предложения. В качестве экспертов могут выступать участники М.а. Существуют разновидности М.а.: прямая М.а., обратная М.а. (поиск недостатков *технической системы*), двойная М.а., комбинированные виды М.а. В лит. М.а. имеет и др. названия: мозговой штурм, конференция идей (см.: *Эвристические методы, Метод синектики*).

Лит. Джонс Дж.К. Методы проектирования. М., Мир, 1986; Половинки А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988.

МОЗГОВОЙ ШТУРМ — см.: *Мозговая атака*.

МОНИТОРИНГ — обычно это наблюдение, оценка и прогноз состояния окружающей среды в связи с хозяйственной деятельностью человека. Однако в последнее время к области использования М. нередко относят состояние самого человека, общества, *техники, техносценариев* и др.

МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ЯЩИКОВ МЕТОД — один из пяти морфологических методов, или методов морфологического исследования, предложенных Ф.Цвики. М.я.м. был использован Ф.Цвики для решения многих, прежде всего изобретательских задач: при создании новых двигателей, ряда взрывчатых в-в, баллистических устройств, способов комбинированной фотографии, при прогнозировании направлений развития науч. журналов, при изучении такой этической проблемы, как «нормы поведения», при исследовании экологической «проблемы смога» и пр. Известны два варианта М.я.м. Общепринятый вариант М.я.м. включает следующие этапы: 1) точная формулировка (описание или определение) поставленной задачи, а также ее целенаправленное обобщение; 2) выявление ф. и обобщение конструктивных (технологических) признаков исследуемого объекта; 3) выявление различных альтернатив выполнения ф. и обобщенных конструктивных (технологических) признаков исследуемого объекта и сведение их в матрицу (морфологический ящик) вида:

$$\begin{vmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & \dots & P_{1k} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & \dots & P_{2l} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{n3} & \dots & P_{nz} \end{vmatrix}.$$

Набор значений (по одному из каждой строки) различных альтернатив представляет собой возможный вариант решения данной задачи (напр., вариант $P_{11}, P_{23}, \dots, P_{nz}$). Общее число вариантов, содержащихся в морфологическом ящике, равно: $N = K_1 \times K_2 \times \dots \times K_n$, где $K_i (i = 1, 2, \dots)$ — множество значений i -го параметра (ф., признака); 4) оценка всех имеющихся в морфологическом ящике вариантов на основе

определенных нормативов для этих вариантов; 5) выбор из морфологического ящика оптимальных вариантов решения проблемы и отслеживание их морфологом до завершения конструирования или до окончательной реализации. В лит. вместо термина «морфологический ящик» нередко употребляют термин «морфологическая таблица».

Лит.: Zwicky F. Morphological Astronomy Berlin. Springer, 1957; Zwicky F. Morphology of aerial propulsion // *Helvetica Phys. Acta* 1948 Vol. 21. P. 299–340; Zwicky F. Entdecken, Erfinden, Forschen in Morphologischen Weltbild Zurich. Baeschlin, 1975 Glarus 1989 (Reprint 1966).

МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И СИНТЕЗА МЕТОДЫ — способы поиска новых решений, к-рые основываются на разделении рассматриваемой системы на подсистемы или элементы; формировании подмножеств альтернативных вариантов реализации каждой подсистемы; комбинировании различных вариантов решения системы из альтернативных вариантов реализации подсистем; выборе наилучших вариантов решения системы. Так, при поиске новых *технических решений* и *принципов действия технических систем* формируют морфологические табл. (морфологические ящики), в к-рых заголовками столбцов могут быть *технические функции* элементов, их принципы действия и обобщенные конструктивные признаки (материал, форма, компоновка и т.д.). В каждый столбец заносят соответствующие альтернативные варианты реализации; при этом рекомендуется использовать метод *мозговой атаки* и *эвристические приемы*. Преимущество М.а.с.м. состоит в том, что они позволяют образовывать и рассматривать все множество возможных решений. М.а.с.м. легко реализуются на компьютере (см.: *Метод морфологических ящиков*).

Лит.: Одрин В.М., Картавов С.С. Морфологический анализ систем. Киев: Наук. думка, 1977, Одрин В.М. Метод морфологического анализа технических систем. М.: ВНИИПИ, 1989, Половинкин А.И. Основы инженерного творчества М. Машиностроение, 1988

МОРФОЛОГИЯ — строение, структурная форма *изделия*, организованная в соответствии с его *функциями*, материалом и способом изготовления и выявляемая в процессе анализа. В морфологической структурности формы мож-

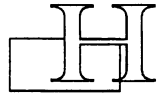
но выделить два плана: пространственный и функционально-тех. М. — одна из важнейших категорий в *дизайне*, т.к. именно в ней реально воплощается замысел дизайнера.

МОТИВАЦИЯ: 1. Система мотивов, побуждающих человека к деятельности. 2. Процесс реализации мотивов. Мотивы (в психологии) — это то, что побуждает человека к деятельности. Термин «мотивы» используется для обозначения различных явлений, вызывающих активность субъекта: *потребностей*, ориентаций, установок, интересов, эмоций, влечений, инстинктов, идеалов и др. Мотивы изучают многие исследователи в области психологии, социальной психологии, социологии. Известны весьма различные подходы к пониманию мотивов. Несмотря на большое кол-во работ, многие вопросы в достаточной степени не изучены. В российской психологии мотивы исследуются в связи с изучением деятельности и сознания. Предпосылки формирования мотива: потребности, опыт человека (*знания*, умения, социальные ориентации и др.), объекты внеш. мира, характер конкретной ситуации. Процесс формирования мотива начинается с потребности, к-рая вначале пребывает в диффузном состоянии нужды и неудовлетворенности и побуждает человека к поиску, не всегда осознанному и поэтому недостаточно целенаправленному. Наблюдая и анализируя внеш. мир, человек «примеряет» его объекты к своим потребностям, пытается «протянуть ниточки соответствия», к-рые помогли бы ему разрешить его потребности. Соответствие определяется сквозь призму собственного опыта личности, выполняющую роль «филтра» для отбора объектов. Этот процесс может быть достаточно длительным. В итоге потребность конкретизируется и опредмечивается в вещественных объектах, идеях, суждениях, нормах. Определенная потребность и есть мотив. «Жизнь» мотива не завершается актом его актуализации, а только начинается. Актуализация мотива задает «стратегическую» направленность деятельности, а на практике деятельность может реализовываться с изменениями в зависи-

мости от конкретных условий. Некоторые исследователи говорят о динамике ситуативных мотивационных процессов. Т.о., мотивы и М. имеют предметную и социальную природу. Система мотивов конкретной личности имеет конкретную структуру, *иерархию*. Один из мотивов может играть решающую роль — основной мотив. Система мотивов может быть противоречивой и непротиворечивой. Различные мотивы могут быть в разной мере основными

даже на стадии реализации деятельности. Мотивы не всегда могут быть поняты и объяснены самим субъектом и др. людьми. В М. творчества наиболее распространены следующие группы мотивов: мотивы самоутверждения и мотивы, связанные с самим процессом и содержанием деятельности.

Лит. Якобсон П.М. Психологические проблемы мотивации поведения человека. М.: Просвещение, 1969, Виллюнас В.К. Психологические механизмы мотивации человека. М.: Моск. ун-т, 1990.



НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

— св-во *технической системы* выполнять заданные ф., сохраняя эксплуатационные показатели в определенных пределах при заданных режимах работы и соблюдении условий использования, технического обслуживания и ремонта. Говоря, что система работает надежно, подразумевают, что обеспечены тех. возможности ее безотказного использования по назначению в нужное время и с требуемой эффективностью. При всей значимости понятия «надежность» неизвестен показатель, к-рый бы комплексно отражал его количественную сторону, поэтому используют набор единичных показателей: интенсивность отказов, долговечность (ресурс), контролепригодность, сохраняемость и др. Основные усилия изобретателей состоят именно в разработке процессов преобразования энергии, информации, *устройств, изделий* и материалов, к-рые ведут к достижению более высоких показателей Н.т.с. Лит.: Акимов В.М. Основы надежности газотурбинных двигателей. М.: Машиностроение, 1981; Политехнический словарь. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Сов. энциклопедия, 1989.

НАЗНАЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

— указание реализуемых *технических функций* и соответствующих им удовлетворяемых *потребностей*, а также некоторых основных *потребительских качеств*. Напр., назначение лодки: перевозка людей через водную преграду на расстояние до 10 км; грузоподъемность до 12 человек, при шторме до двух баллов.

НАРУШЕНИЕ ПРАВ ПАТЕНТООБЛАДАТЕЛЯ

— несанкционированное изготовление, применение, ввоз, предложение к продаже, продажа и иные введения в хозяйственный оборот продукта, содержащего запатентованное *изобретение*, а также способа, охраняемого *патентом*.

НАУКА — сфера иссл. деятельности общества, направленная на выработку и теоретическую систематизацию объективных *знаний* о действительности (природе, обществе и мышлении); социальный институт, ф. к-рого являют-

ся получение новых знаний, трансляция их по всем каналам социального организма и воплощение их в формах, обеспечивающих развитие человека как универсального существа; вид духовного производства, обладающий свойственными ему производительными силами, производственными отношениями, предметом и продуктом труда. Понятие Н. охватывает как деятельность по получению объективно нового знания, так и результат этой деятельности, представленный суммой полученных и определенным образом систематизированных знаний. Термином Н. обозначаются также отдельные отрасли (дисциплины) науч. знания. Н. как особый вид духовного производства включает в себя все моменты и условия этого производства: ученых с их знаниями, способностями и опытом; исторически определенные формы разделения и кооперации науч. труда; науч. учреждения; экспериментальное и лабораторное оборудование; определенные методы и методики науч. исследования; понятийный и категориальный аппарат; систему науч. информации и коммуникаций, включающую в себя специализированные науч. издания, патентную службу, науч.-популярную лит., музеи, науч. конф., симпозиумы и др. Непосредственные ф. Н. — описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности. Науч. познание, использующее особые средства, позволяющие отобразить существенные, фундаментальные стороны исследуемых явлений, обеспечивает высокую точность предвидения процессов, точность, к-рую не в состоянии дать обыденное познание, строящее прогноз на основе фиксации наблюдаемых регулярностей. В сравнении с обыденным познанием, использующим в качестве средств познавательной деятельности естественный язык и применяемым в наличном опыте орудия труда, науч. познание вырабатывает специфические средства как для эмпирического, так и теоретического изучения объектов (приборы, измерительная техника, язык Н., способы доказательства и др.). Др. отличительным признаком Н. выступают обоснованность,

доказательность, достоверность вырабатываемой ею системы знаний, причем это достигается посредством особых процедур (экспериментальная проверка, сведение одних знаний к другим, истинность к-рых уже установлена, и др.). Достоверность знаний, складывающихся в процессе стихийного, обыденного познания, устанавливается посредством их постоянного применения в практической деятельности. Наконец, науч. познание уже на стадии выделения и фиксации объекта исследования предполагает процедуру задания и осознания метода, посредством к-рого будет исследоваться объект. Обыденное познание, к-рое направлено на объекты, находящиеся в повседневной практике, не требует осознания приемов и методов исследования. От художественно-эстетического освоения действительности Н. отличается ориентацией на максимально логически обоснованное и обобщенное объективное знание. Создаваемое художником произведение несет на себе печать личного отношения к миру; напротив, продукты науч. познания выступают предельно очищенными от личного компонента и открытыми для критики любым оппонентом, принимающим презумпцию Н. Отмеченная особенность Н. не означает, что личное начало не сказывается на процессе познания объективной истины: выбор проблемы, исходной идеи, модельных представлений, метода, способа интерпретации во многом направляется личностными предпочтениями исследователя. Различия между Н. и искусством отнюдь не означают признания непреодолимой грани между ними: выступая двумя способами построения идеальных миров, они взаимодействуют друг с другом. Н., столкнувшись с ситуацией, когда наличными теоретическими средствами невозможно адекватно описать новую реальность, прибегает к услугам понятий-*метафор* (например, «очарованный кварк» и т.п.). Искусство же (особенно ярко это проявилось в импрессионизме и некоторых формах современного авангарда) обращается к Н. для достижения макс. выразительности своих *образов*. В более чем двух-

тысячелетней истории Н. можно выделить три этапа по такому основанию, как ведущая целевая ориентация Н. в обществе: 1) этап преимущественно личностно-мировоззренческой ориентации от ее возникновения до Галилея и Ньютона; 2) этап преимущественно технологической, материально-производственной ориентации — с 17 в. вплоть до наших дней; 3) этап ориентации на развитие интеллектуального, тв. потенциала личности, опирающейся на развитый базис материально воплощающейся Н. — со 2-й половины 20 в. Современный этап превращения Н. в непосредственную производительную силу, представляя собой развертывание принципов, заложенных еще в 17 в., характеризуется углублением процесса подведения Н. под фундамент производства, «онаучивания» производства и общества. С одной стороны, этот процесс реализуется в разработке Н., вооруженной методами математики и кибернетики, оптимальных моделей экономического развития, проблем науч. организации труда, форм и методов активизации тв. потенциала человека, включая круг задач *технического творчества*, социально-психологического климата науч. и производственных коллективов и т.д. С др. стороны, превращение Н. в основание производственно-технологической деятельности предполагает науч. решение комплексной проблемы критериев качественно новой *техники*. Средством успешного решения этой проблемы выступает углубление единства естественных, технических и общественных Н.

Лит. Бернал Дж.Д. Наука в истории общества. М.: Мир, 1956

НАУЧНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ — форма развития науч. знания, состоящая в радикальном пересмотре фундаментальных понятий и принципов науки. Философско-методологический анализ сущности Н.р. проводится в рамках структуры оснований науки, выполняющих ф. системообразующих факторов. Структуру оснований науки образуют три главных компонента: 1) идеалы и нормы исследования, 2) науч. картина мира, 3) философские основания науки. 1-й компонент представлен идеалами и нор-

мами доказательности и обоснования знания, объяснения и описания, построения и организации знания. Идеалы и нормы исследования задают идеальную схему метода. 2-й компонент оснований науки — науч. картина мира — фиксирует основные системные характеристики исследуемого объектного мира (онтология науки) и обеспечивает систематизацию знаний в рамках соответствующей науки. Задавая границы членения и синтеза объектов изучаемой реальности, она функционирует как иссл. программа, ориентирующая науч. сообщество на выбор определенной стратегии поиска. Ломка картины реальности влечет за собой изменение фундаментальных оснований стратегии исследования и всегда представляет собой Н.р. 3-й компонент оснований науки — философские основания науки обосновывают идеалы и нормы и онтологические постулаты науки и состыковывают науч. знания с культурой определенной исторической эпохи. Ф. философских оснований выполняют идеи, обеспечивающие эвристику поиска и вхождение научных знаний и принципов в контекст культуры. Они отбираются из массива философии, объем к-рого всегда избыточен по отношению к структурам науч. познания; благодаря этому обеспечивается обоснование новых онтологий и новых образов метода. Иссл. программа, образованная сплавом принятых в дисциплинарно оформленной науке идеалов и норм познания с картиной исследуемой реальности, реализует рост знания и его трансляцию по разным каналам внутри науч. сообщества. По мере развития наука встречает новые типы объектов, требующие иного видения онтологии исследуемой реальности и изменения схем метода познавательной деятельности (идеалов и норм исследования). Помимо пересмотра оснований науки за счет внутридисциплинарного развития знаний существует и иной путь — через «пересадку» парадигмальных установок одной науки (в этой роли выступает лидирующая отрасль) на почву др. науки. Типы Н.р. выделяются в соответствии с типом перестройки оснований науки. Первый тип связан с перестройкой (ломкой) картины исследуемой реальности, без

глубокого изменения идеалов и норм науки и ее философских оснований (напр., переход от мех. картины мира к электродинамической в физике и т.п.). Второй тип наряду с радикальным изменением картины мира включает в себя перестройку идеалов и норм исследования и его философских оснований. Он существует в двух разновидностях: в рамках первой ломка картины реальности, сопровождаемая сдвигами в системе норм и идеалов науки, не выливается в пересмотр глубинных нормативных установок познания и не затрагивает его философских оснований (напр., последарвиновский период в истории биологии, связанный с развитием эволюционных идей и применением количественных методов описания); вторая разновидность представлена радикальной ломкой всех компонентов оснований науки, включая глубинные уровни в организации идеалов и норм исследования и философского базиса (напр., формирование квантово-релятивистской физики). Т.о., Н.р. выступают своеобразными точками *бифуркации* в динамике знаний (Степин В.С.), когда, с одной стороны, меняются стратегии науч. поиска, а с другой — возникает новый «социокультурный пейзаж» науки, обеспечивающей ее стыковку с ценностями и мировоззренческими установками эпохи. Включение Н.р. в модель развития науки позволяет преодолеть упрощенное понимание динамики знания, представляемое кумулятивизмом. Согласно установкам кумулятивизма, развитие знания осуществляется путем постепенного накопления положений, эволюционного приращения наличной суммы знаний. Одним из вариантов преодоления кумулятивизма выступает куновская концепция динамики науч. знания, представленная им в книге «Структура научных революций». В модели Куна, базирующейся на историческом подходе к науке (все основные понятия концепции Куна: «парадигма», «научное сообщество», «нормальная наука», «Н.р.» — отмечены печатью историзма), историко-научный процесс предстает как картина постоянной смены нормальных периодов, характеризующихся господством парадигмы, революционными переворотами,

вводящими иную парадигму как определенный способ видения науч. сообществом исследуемой реальности и задания методов решения проблем и тем самым обеспечивающими переход к новому этапу «нормальной науки». Понятие Н.р. употребляется и для объяснения крупных переворотов в науке как социальном институте: речь идет о глобальных изменениях условий социального существования науки в целом, а не отдельных ее дисциплин — ее общественного статуса и престижа, характера социальной поддержки, организационного строения и т.п. Первая Н.р. уходит своими корнями в 16—17 вв. Ее устойчивым ядром стали возникшие в 17 в. первые академии и науч. сообщества. Факт их появления означал признание обществом способов познания, опирающихся на опыт, допускающих экспериментальную проверку, требующих логической обоснованности результатов. Науку начала финансировать правящая элита. Занятия наукой открывали для человека возможность повышения социального статуса. Следствиями ускоренного развития академической науки явились начавшаяся профессионализация науч. исследований и формирование тенденции специализации науки. Начало второй Н.р. относится к концу 18 в. и отражает общий рост потребности в квалифицированных специалистах (науч. работниках, инженерах, техниках и т.п.). Ядром науки стали ун-ты, возник новый тип уч. заведения, сочетающего подготовку специалистов с ведением собственно иссл. работы (Политехническая школа, созданная в 1795 г.). Начало третьей Н.р. положило появление прикладной науки, превращающейся впоследствии в наиболее динамично развивающуюся сферу науч. исследований, возникновение и расширение пром. лабораторий, она продолжается в таких явлениях, как государственное регулирование науч. исследований, создание наднациональных науч. институтов и межгосударственных программ.

Лит.: Кун Т. Структура научных революций. М.: Прогресс, 1977.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ — имеющиеся в наличии фундаментальные и прикладные знания в

области гуманитарных, естественных, медицинских, сельскохозяйственных, тех. и др. наук, знания в виде патентных описаний, стандартов и нормативов, в т.ч. знания в виде компьютерных программ и систем информатики, действующие *технические системы, технологии, техноценозы и техносферы*, имеющиеся в наличии и выпускаемые *вещества, конструкционные материалы, стандартные и комплектующие изделия*, уровень общего и спец. образования, культуры и нравственности населения, а также общеобразовательные и спец. заведения, науч.-иссл. и проектно-конструкторские организации и др. факторы, к-рые определяют *технический уровень продукции*. Н.т.п. имеет отношение к конкретному моменту исторического времени, стране или географическому местоположению.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО — постановка и решение задач поиска, разработки и исследования новых, более эффективных конструкторских и технологических решений, связанных с созданием более совершенных или принципиально новых *устройств, способов и технологий, конструкционных материалов и веществ*. Результаты Н.-т.т., как правило, составляют предмет изобретения, к-рый юридически охраняется *патентом*. Н.-т.т. условно разделяется на две части: тех. творчество, связанное с постановкой и решением задач поиска новых конструкторских и технологических решений; науч.-иссл. работа, связанная с нахождением идеи нового решения, ее обоснованием и экспериментальной проверкой. Н.-т.т. часто становится основной частью *инженерного творчества*.

НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ — средства автоматизированного выполнения деятельности в сфере науч. исследований. Первыми Н.и.а.с. были системы автоматизированного сбора информации науч. аппаратурой наблюдения (напр., в космических исследованиях). Системы автоматического проведения эксперимента под управлением ЭВМ масштабно разработаны для ядерных исследований. Внедрение но-

вых информ. технологий (на основе ЭВМ) на всех уровнях науч. исследований (сбор информации, тв. этапы, планирование и управление) ставит вопрос об охвате автоматизированной системой всех науч. исследований в данном направлении или в данной науч. организации. В связи с этим выделяют несколько типов Н.и.а.с. в зависимости от числа уровней системы, их ф. и наличного аппаратного и прогр. обеспечения. К проблемам разработки Н.и.а.с. относят: развитие методологических основ организации и планирования науч. исследований; разработку методик анализа объектов автоматизации; развитие методов анализа и синтеза структур Н.и.а.с., обеспечивающих различные режимы их функционирования; разработку формализованных процедур выполнения работ; развитие и использование информ. обеспечения в больших и сверхбольших размерах; развитие и совершенствование мат. обеспечения с учетом проблемной ориентации Н.и.а.с. Принципиальные затруднения при последовательном внедрении Н.и.а.с. связаны с тв. этапами науч. исследований (формулировка проблем предметной области, постановка и модификация целей науч. исследований и т.п.). На этих этапах применяют имитационное моделирование, вычислительный эксперимент и др., позволяющие генерировать и проверить большое число *проблемных ситуаций*. Перспективы развития современных Н.и.а.с. связывают главным образом с развитием основанных на принципах *искусственного интеллекта* сред моделирования и *экспертной оценки*. Н.и.а.с. являются перспективными средством ускорения разработки новых поколений и моделей сложной *техники*, основывающихся на *пионерных изобретениях*.

Лит.: Египко В.М., Акимов А.П., Горин Ф.Н. Процедуры и методы проектирования АСНИ. Киев: Наук. думка, 1982.

НЕДОСТАТКИ И ДЕФЕКТЫ — отклонения *показателей технической системы и параметров технической системы* от заданных нормативов или желаемых значений. Каждое используемое *изделие* имеет, как правило, свои

Н. и д., число к-рых с годами возрастает в связи с повышением тех. уровня аналогичных изделий. К Н. и д. обычно относят неучтенные или неудовлетворенные требования в списке требований, показатели ниже мирового уровня и т.п. Для каждой используемой тех. системы формируется список недостатков, к-рый служит основой для составления списка требований при разработке и проектировании новых моделей и поколений технических систем.

Лит.: Мюллер И. Эвристические методы в инженерных разработках / Пер с нем. М.: Сов. радио, 1984; Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988.

НЕЗАВИСИМЫЙ ПУНКТ ФОРМУЛЫ ИЗОБРЕТЕНИЯ — пункт, включающий совокупность существенных признаков, достаточных для получения тех. результата, проявляющегося во всех случаях, на к-рые распространяется испрашиваемый объем правовой охраны.

НЕИСКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ (ПРОСТАЯ) ЛИЦЕНЗИЯ — предоставление лицензиату (покупателю) прав на изготовление, использование и продажу соответствующей продукции с одновременным оставлением таких же прав за продавцом (лицензиаром). Позволяет лицензиару продавать лицензию нескольким фирмам, поскольку за ним остается право использовать объект лицензии и распоряжаться им.

НЕСУЩЕИЙ ЭЛЕМЕНТ — часть технической системы, к-рая обеспечивает образование определенной формы изделия или (и) определенного взаимного расположения и движения элементов в пространстве. Примерами и синонимами Н.э. в различных областях техники являются: каркасы, корпуса, картеры, балки и консоли, коробки, оболочки, основы, плиты и столы, рамы, станины и т.п. Н.э. имеется в любой технической системе; при этом он может одновременно выполнять и др. ф.

НОВИЗНА — условие патентоспособности изобретения, к-рое является новым, если оно не известно из уровня техники.

НОВОЕ. 1. С философской т.зр. разновидность изменений, разрыв однозначной, линейной, аддитивной причинности, т.е. регулярной обусловлен-

ности настоящего факторами прошлого. С системно-диалектических позиций Н. — специфический компонент, св-во эволюции (возникновения и развития) систем, обозначающее процесс и результат компенсации рассогласования между структурой, элементами и условиями функционирования системы, с одной стороны, и движением внеш. и вн. ресурсо-обменных потоков в ее надсистеме и ф. наднадсистемы — с другой. Н. как система (напр., новая технология) устраняет противоречие структурного переусложнения надсистемы (напр., экономики) из-за необходимости удовлетворить новый функциональный запрос наднадсистемы (социума) за счет перераспределения ресурсо-обменных потоков между компонентами надсистемы (включающей товары, финансы, сырье, рабочую силу, системы управления и связи и т.д.). Н. возникает сначала в виде внеш. основания или функционального запроса на новую систему со стороны надсистемы. С этого момента новая система функционально предопределена, «она есть раньше, чем она существует» (Гегель). Справедливо и обратное: если исчезает ф., то системы «нет раньше, чем она перестала существовать» телесно. Субстанциональное сущностное закрепление новых функциональных св-в требует, чтобы внеш. основание дополнилось вн. основанием (напр., наличие резерва материала и заданность условий функционирования). Существуют два пути возникновения нового: от возможности и от необходимости, заложенных в системе (см.: *Валентность*). Когда реализуются только возможности, т.е. глубинные потенции пассивного материала, то Н. может обладать почти безграничным перечнем св-в, «спровоцированных» словесными воздействиями. Именно этот вид воздействий на материал наиболее глубоко изучен современной наукой и техникой, что привело к сужению понятия причины и переоценке роли пассивности материала и активности деформирующего воздействия. При переходе к новой действительности не от пассивных возможностей материала, а от его активной predispositionности,

необходимых интенций, с одной стороны, увеличивается многообразие вариантов условий, обуславливающих начало перехода к Н., а с другой стороны, может реализовываться как множество вариантов Н., так и его целенаправленность. Динамикой изменения резерва материала и условий функционирования систем определяется цикличность возникновения, «волны» Н. Важный системно-эволюционный аспект Н. связан со способностью систем к обучению, или познанию Н., что выражается не только в приобщении реакции системы к новой ситуации, но и в приращении, перестройке наличных отношений, структур познания и схем действия, в образовании новых познавательных структурных отношений и схем поведения. В этом случае при формировании принципиально новых знаний и умственных действий необходимое место занимает «материализация» процесса познания, сущностью которой является использование знаково-символических средств, что подразумевает умение кодировать (и декодировать) информацию, представленную знаково-символическими средствами, идентифицировать изображение с реальностью, выделять в моделях закономерности, оперировать образами, моделями и знаково-символическими средствами как заранее накопленным резервом познавательного материала. Многие современные концептуальные новации связаны с рассмотрением синергетических объектов. С синергетическими идеями, воплощающими в себе науч. отношение человека не только к природе, но и к обществу, связан и новый этап науч.-тех. революции. Н. тесно переплетено с сущностью творчества, с *креативностью*. «Креативность есть принцип новизны» (Уайтхед). Начальной фазой нового события является начальная ситуация с фактором креативности. Она обладает определенным вн. единством, воплощающим ее способность предоставить ресурсы, необходимые для нового события, и выражающим также ее целостную активность (см.: *Антиципация, Самоорганизация, Синергетика, Эволюция техники*).

2. В широком смысле Н. — это продукт и механизм развития структурных элементов (подсистем) природы и общества; Н. — ранее не существовавшее или повторенное в др. условиях, связях и отношениях, с особым функциональным значением и эффектом. По содержанию Н. связано с изменением состава, структуры или функциональных параметров объекта, типа его «поведения» или состояния в целом. Н. возникает либо как следование прежней «логике» развития объекта, либо как результат его существенной перестройки, либо как переход к принципиально иному и противоположному. В широком смысле Н. в природном и социальном развитии имеет ряд общих черт, объективно детерминировано, возникает под действием случая, включает механизмы стихийности и целесообразности, играет прогрессивную или регрессивную роль в «судьбах» развивающихся объектов (систем и подсистем). Реальное содержание Н. обнаруживается лишь в соотношении его со старым в разных сферах природы и общества. В природе Н. возникает как процесс изменения механизмов объект-объектных отношений, оно не является продуктом *творчества* в собственном смысле, продуктом субъект-объектных и субъект-субъектных отношений. В процессах создания Н. для более эффективного и качественного удовлетворения *потребностей* производителей и потребителей материальной и духовной продукции. В обществе Н. является продуктом различных видов духовного производства, будучи новым по отношению к природе, обществу в целом и к его различным структурным элементам. Новое знание, художественный образ, тех. средство, новые формы отношений людей, деятельности, организации, управления и др. возникают в тв. поиске — в целенаправленной и преобразующей деятельности субъекта познания и созидания, к-рый обладает интересами и стремлениями, ставит конкретные цели, создает идеальные модели, способы и средства их реализации. Создание Н. — сущностная характеристика деятельности человека. В характере Н. как продукта творчества выражается специфика видов духовного производства. Поэтому про-

блема Н. имеет ключевое значение для решения всех проблем творчества и форм жизнедеятельности человека и общества. Т.о., необходимо определить как общие признаки, так и специфическое содержание Н., его конкретные черты и функциональные характеристики в разных видах творчества. Н. отличается: содержанием и структурой, методами и условиями получения, характером производительных или потребительских св-в, сферами применения и масштабами функционирования, формами воплощения, уровнями новизны (радикальности), базовостью, критериями и качеством, характером последствий потребления и функционирования, характером объективных и субъективных факторов возникновения и развития. Анализ Н. как продукта творчества должен учитывать систему факторов: тип самодетельности субъекта, характер новой задачи, условия поиска, способ решения и признаки его результата. Следует избегать односторонней оценки Н. как продукта творчества. Определение содержания и структуры Н. базируется на анализе модификаций соотношения основных факторов: характера решаемой задачи, метода и средства ее решения, особых условий поиска, эффективности и качества результата. Если эти факторы наблюдаются одновременно и впервые, то можно говорить о нормативном феномене новизны. Однако все возможные структуры Н. должны рассматриваться в конкретных системах субъект-объектных отношений с учетом всего набора субъективных св-в тв. личности и объективных св-в *проблемной ситуации*. В реальных ситуациях творчества складываются следующие варианты структуры основных факторов как компонентов новизны: новая задача — решение известными средствами и методами, но в иных условиях (связях и отношениях) — новый результат; старая задача — решение новыми методами — новый или прежний результат, но достигаемый легче, проще, дешевле, чем при др. методах; старая задача — решение известным методом, но в иных условиях — новый результат; новая задача — решение новым методом, но при известных условиях — новый или известный

результат, но с преимуществами нового метода; интеграция известного в новые системы отношений или воспроизведение (разработка) старой идеи на новом уровне развития — новые результаты; решение одной и той же задачи различными методами — разные варианты эффектов; разные решения — достижение одной и той же цели и т.д. При всех вариантах структур реализуется общая цель — полное удовлетворять потребности общества в изготовлении и потреблении новой *продукции*, последствия применения и функционирования к-рой не должны противоречить общественным интересам, принципам гуманности и морали. Н. характеризуется единством психологической и социальной новизны и выступает как объективно новое. Психологическая (субъективная) новизна выражает общую природу Н., характеризует его с т.зр. творческого акта, механизма тв. процесса. Однако психологическая новизна может быть новизной лишь для субъекта творчества, а социальная новизна всегда выступает и субъективно Н. Продукт творчества обладает социальной новизной, когда он является Н. для общества и служит удовлетворению определенных социальных потребностей. В социальной новизне выражаются целесообразность и историзм творчества.

Лит.: Мельников Г.П. Системология и языковые аспекты кибернетики. М.: Сов. радио, 1978; Елфимов Г.М. Возникновение нового. М.: Мысль, 1983; Уайтхед А. Избранные работы по философии/Пер. с англ. М.: Прогресс, 1990.

НОВОЕ В ТЕХНИКЕ — продукт тех. творчества, к-рый, однако, не является замкнутым процессом преобразования *техники*, а обуславливает изменение всех форм деятельности в структуре общественного производства и во всех сферах общества. В тех. творчестве существуют разные формы: *приспособление* (как применение по новому назначению), усовершенствование, *изобретение*, к-рые различаются уровнем новизны. В то же время *техническое решение* в каждой из этих форм характеризуется своим уровнем (напр., радикальные, существенные, «малые» изобретения). Общественно *новое* как фактор развития характеризуется признаками: первенство — решение никем не решенной тв. задачи,

получение никому не известного результата, применение неизвестного способа и нахождение особых условий решения задачи; оригинальность — своеобразие, необычность, неожиданность решения по сравнению с известным и принятым; прогрессивность — применение науч. открытия, тех. *изобретения*, новых социальных идей и т.п. ведет к положительным сдвигам в уровне и состоянии науки, техники, социальных отношений; перспективность — соответствие объективным тенденциям развития техники, науки, художественного и социального творчества, определяющим будущее развитие общественного производства и социального прогресса. Если Н.в.т. обладает этими признаками одновременно, то можно говорить о революционном преобразовании в науке, технике, искусстве или социальных отношениях. Специфика объективно нового в тех. творчестве состоит в том, что его продукт становится фактором прогресса, если он характеризуется не только *новизной*, но и реализуемостью (осуществимостью, работоспособностью) и полезностью (функциональностью, способностью отвечать критериям нового). Однако история развития тех. творчества свидетельствует, что *технические решения* далеко не всегда отвечают этим требованиям. Поэтому необходима классификация продуктов тех. творчества по основанию их соответствия или несоответствия признакам новизны, реальности и полезности: 1) решения, не обладающие ни одним из этих признаков (проект *вечного двигателя*); 2) обладающие лишь новизной (неработоспособные модели на новом принципе); 3) работоспособные, но не дающие нового положительного эффекта (неоправданная многотишность); 4) обладающие новизной и реализуемостью, но неотработанные или опережающие реальные возможности и *потребности* общества; 5) обладающие новизной и полезностью, но недостаточной работоспособностью или трудно реализуемые; 6) обладающие полезностью и работоспособностью, но без новизны; 7) обладающие новизной, реальностью и полезностью. Все решения, за исключением 1-й и 3-й групп, являются позитивными формами разви-

тия техники. Недопустимо, руководствуясь только соображениями отсутствия или недостаточной выраженности того или иного признака, отвергать или предавать забвению тех. решение целиком. Особо большой ущерб тех. развитию наносит абсолютизация признака полезности. По своему науч.-тех. содержанию новые тех. решения можно классифицировать в зависимости от их характера и уровня новизны: 1) основанные на разработке качественно иных принципов и процессов (универсальная паровая машина, двигатель вн. сгорания, эл. двигатель и т.п.). Подобные тех. решения эквивалентны крупнейшим науч. открытиям и сами служат основой для возникновения и развития науч. теорий и направлений; 2) основанные на воплощении одного и того же принципа или процесса в различных системах (паровоз, паровая турбина и т.п.). Такие решения вызывают глубокие тех. преобразования, прежде всего внутри отрасли; 3) основанные на конструктивно-технологических изменениях внутри одной и той же системы, применяемой в разных условиях, приводящие к достижению различных целей (гидротурбины на речных электростанциях и гидроэлектростанциях, использующие энергию морской волны, швейные машины с вертикально и горизонтально расположенными челночными устройствами); 4) основанные на конструктивно-технологических изменениях, приводящие к достижению одной и той же по своему характеру цели, но с различным коэффициентом эффективности (различные системы зажигания в двигателях вн. сгорания: факельные, электроискровые, форкамерные). Такие изменения выражают различную степень совершенства одного и того же *технического объекта* на разных стадиях его развития; 5) основанные на применении уже известного в иных условиях, связях и отношениях с получением новых эффектов действия (напр., приспособление воздушного насоса в мукомольной промышленности для разделения размола зерна и крупы и т.п.). Нетрудно видеть, что объем и характер тех. преобразований, вызываемых новыми тех. решениями, характеризуются неодинаковой степенью но-

визны, весьма различны; этим определяется и разный характер взаимодействия старого и Н.в.т., конечно, при пр. равных условиях (см.: *Новое, Последствия научно-технического развития*).

НОМЕНКЛАТУРА ТОВАРНАЯ — ассортимент товаров, обеспечивающий благодаря разнообразию максимально полное удовлетворение *потребностей* покупателя. Термин применяется как по отношению к модификации одного товара, так и к общему ассортименту различных товаров, выпускаемых организаций-производителей.

НООСФЕРА — сфера взаимодействия природы и общества, в пределах к-рой разумная человеческая деятельность становится главным фактором развития (для обозначения этой сферы употребляются также термины: «антропосфера», «социосфера»). Н. — новая высшая стадия развития *биосферы*, связанная с возникновением и развитием в ней человечества, к-рое, развивая *техносферу*, познавая законы природы и совершенствуя *технику*, становится крупнейшей силой, сопоставимой по масштабам с геологическими процессами, и начинает оказывать определяющее влияние на ход процессов, протекающих в охваченной его воздействием сфере Земли и околоземном космическом пространстве. Н. имеет тенденцию к постоянному расширению на Земле и в космосе. В развитии Н. можно выделить два этапа. Первый этап — стихийное формирование и развитие Н. — характеризуется хищническим отношением к природе, экологическими нарушениями и ухудшением состояния окружающей среды, что особенно усилилось в 20 в. Отрицательные последствия стихийного развития Н. привели к необходимости формирования гармоничной Н. (второй этап) — новой среды обитания человека, в к-рой на основе системного науч. знания появляется возможность гармоничного сосуществования и симбиоза между биосферой, техносферой и человеком. Важнейшими условиями создания гармоничной Н. являются воспитание и поддержание необходимого уровня культуры, нравственности и совести человека и развития его *творческих способностей*. Под гармоничной Н. понимается такое взаимодействие

человека и природы, к-рое приведет к разрешению *противоречия* между ограниченными ресурсами биосферы и возрастающими *потребностями* общества в энергии и *веществе*. Борьба с загрязнениями окружающей среды, исправление повреждений, нанесенных природе бесконтрольной пром. деятельностью (см.: *Экология*), сознательное управление эволюционными процессами в биологических системах приобретают сегодня особое значение. Формирование гармоничной Н. — главная проблема 21 в., решение к-рой уже началось, о чем свидетельствуют постановка и попытки решения экологических задач. Последним сопутствует появление нового широкого класса задач тех. творчества — класса очень сложных задач системной тв. деятельности человека, связанных с выявлением и устранением *противоречий* между техносферой, биосферой и человеком.

Лит. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. Несколько слов о ноосфере // Начало и вечность жизни М.: Сов. Россия, 1989. С. 131–189, Трусев Ю.П. Ноосфера // БСЭ. Т. 18, Тейяр де Шарден П. Феномен человека М.: Прогресс, 1965

НОУ-ХАУ: 1. Полностью или частично конфиденциальные знания, включающие сведения технического, экономического, административного, финансового характера, использование к-рых обеспечивает определенные преимущества лицу, их получившему.

2. Тех. знания и практический опыт технического, коммерческого, управленческого, финансового и иного характера, к-рые представляют коммерческую ценность, применимы в производстве и профессиональной практике и не обеспечены патентной защитой. Н.-х. может включать в себя коммерческие секреты, незапатентованные технологические процессы и пр. информацию производственного и коммерческого характера, недоступную широкой общественности. Эта информация может быть независимой по отношению к *патентам* или же необходимой для их использования. Элементами Н.-х. могут быть всевозможные руководства к использованию, спецификации, ф-лы и рецептура, документация, схемы организации производства, характеристики *технологического процесса*.



ОБОБЩЕННЫЙ ЭВРИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД

— метод постановки и решения задач *технического творчества*, использующий наиболее широко распространенные в методах тех. творчества информ. массивы, процедуры обработки информации и порядок их выполнения. Информ. базу О.э.м. составляют следующие массивы, ориентированные на интересующий класс *технических систем*: M_1 — фонд физических эффектов; M_2 — фонд технических решений, включающий последние достижения на уровне лучших мировых образцов; M_3 — список требований, предъявляемых к тех. системе; M_4 — фонд конструкционных материалов, комплектующих и стандартных изделий; M_5 — фонд технологических процессов; M_6 — специализированный фонд эвристических приемов; M_7 — фонд тех. решений ведущего класса тех. систем; M_8 — методы оценки и выбора вариантов тех. решения. Постановка и решение задачи О.э.м. состоит из семи этапов, каждый из которых включает определенные процедуры обработки информации, содержащейся в используемых информ. фондах: 1) предварительная постановка задачи (6 процедур, M_2, M_3, M_7); 2) изучение и анализ задачи (16 процедур, $M_1 - M_5, M_7$); 3) уточнение и детализация постановки задачи (13 процедур, M_2, M_3, M_4, M_7); 4) поиск тех. идей, решений и принципов действия (12 процедур, M_1, M_2, M_4, M_6, M_7); 5) выбор наилучших тех. решений (11 процедур, M_1, M_2, M_4, M_8); 6) доработка выбранных тех. решений (9 процедур, M_2, M_4, M_7, M_8); 7) анализ тех.-экономических показателей найденных тех. решений и оценка перспектив их практического применения (6 процедур, $M_2, M_3, M_5 - M_8$). О.э.м. может быть использован как самостоятельный метод тех. творчества. Кроме того, он может стать основой специализированного эвристического метода для индивидуального пользования.

Лит. . Автоматизация поискового конструирования / Под ред. А.И.Половинкина. М.: Радио и связь, 1981; Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М. Машиностроение, 1988

ОБРАБАТЫВАЮЩИЕ МАШИНЫ — широкий класс разнообразных *технических систем*, к-рые выполняют *техническую функцию* обработки, транспортировки или хранения материального *предмета труда*. К О.м. относятся металлорежущие станки, мельницы, нагревательные печи, транспортные средства, насосы и сепараторы, грузоподъемное оборудование, холодильники, термостаты и т.д.

ОБРАЗ: 1. Результат отображения некоторым объектом др. объекта; функциональная структура активного познания организмом окружающей действительности; форма субъективного восприятия и звено регулирования поведения; соответствующие организации среды; элемент динамической перцептивной и ментальной модели мира, соответствующей организации человеческой психики, ее генетической памяти и логики, а также памяти и логики познания. Микрогенетическая составляющая О. — суммарный результат прямой и антиципативной, предвосхищающей (см.: *Антиципация*) деформации отражающего объекта, возникающий при отображении активной части отражаемого объекта (или прообраза), характеристикам к-рой уподоблен О. (антиципативную составляющую О. называют прообразом). О. возникает и усложняется в силу природной субстанционной близости отражающего и отражаемого объектов, накопления специализированного опыта отображения отражающим объектом одного или нескольких подобных прообразов за счет формирования отраженного следа интенциональной *валентности*. Такие интенциональные следы обеспечивают многократную антиципацию св-в отражаемого объекта. Существуют конкретные О. явлений, признаков, *символов, знаков* и т.п., обобщенные О. явлений (обычные формально-логические абстракции). Для тв. деятельности принципиально важным является О. сущности объекта как вн. причины его св-в. Напр., возникающая в тв. работе необходимость прогнозировать состояния объекта в различных уникальных условиях, устанавливать новые следствия из новых условий может быть реализована при

условии, что субъект творчества имеет обобщенные О. не только явлений, но и сущностей. Если опыт субъекта настолько богат, что в нем нашли отражение О. многих видов причинно-следственных взаимодействий, выступающих в качестве компонентов более сложных причинно-следственных связей, если в нем сформированы последовательные синестезические следы и О. не только внеш. объектов, но и результативных поведений, то при достаточно большом наборе таких компонентов субъект будет способен прогнозировать характеристики более сложных связей. В частности, отражение следствий и условий может быть таким, что у субъекта сформируется О. причины св-в объекта, т.е. О. его сущности. Взаимодействие О. сущности с О. условия может антиципировать, предвосхищать то, как будет проявлять себя объект с данной сущностью в самых разнообразных условиях. В этом случае переход от О. условия и О. сущности объекта к О. его внеш. предстоящего проявления основывается не на *ассоциациях* по смежности или сходству, а на физ. взаимодействиях двух исходных О., приводящих к возникновению прогнозируемого О. как следствия этого взаимодействия (см.: *Знак, Символ*).

2. Идеально-чувственное предметное представление смыслов и идей, возникающее в процессе формирования замысла, проектирования, создания и восприятия (освоения) вещи. О. в *дизайне* отражает многозначность жизненной структуры и ее органическую предметную целесообразность. О. вещи отражает сложную структурную взаимосвязь ее функциональных аспектов, превращает ее в модель культуры. Через О. вещи в процессе восприятия и освоения происходит осознание ее культурной ценности, возникает коммуникативная связь дизайнера и потребителя. Проектный О. — это идеальное представление об объекте, художественная модель, созданная воображением дизайнера, выражающая его отношение к действительности. О. на стадии замысла — это целостная и завершенная форма. Он определяет аспекты подхода к проектированию: художест-

венное моделирование социально-культурных ситуаций; композиционное *формообразование* целостных объектов и смыслообразование, к-рое реализуется в пространственной структуре объекта (см.: *Дизайн*).

Лит. Гуревич Б.Х. Движения глаз как основа пространственного зрения и как модель поведения. Л.: Наука, 1971; Прибрам К. Языки мозга/Пер. с англ. М.: Прогресс, 1983; Мельников Г.П. Системология и языковые аспекты кибернетики. М.: Сов. радио, 1978.

ОБУЧЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ ТВОРЧЕСТВУ — педагогическая технология, ориентированная на развитие у обучаемого способностей создавать *новое* в своей настоящей или будущей профессиональной деятельности. Одна из эффективных технологий О.п.т. разработана В.В.Поповым на базе *системной методологии проектной деятельности и креативной педагогики*. Исторически развитие образования в течение длительного времени происходило в двух направлениях: гуманитарно-художественном и науч.-тех. (в рамках «двух культур», относительно обособленных друг от друга), что принесло мало пользы образованию. Позитивной реальностью последних лет стала «третья культура» — проектная, называемая западными специалистами «Дизайн с большой буквы» и определяемая как совокупный опыт материальной культуры, навыков и понимания, воплощенный в искусстве планирования, изобретения, создания и исполнения. Именно возникновение проектной культуры послужило толчком к созданию технологии О.п.т. Проектная культура, включающаяся во все виды продуктивной деятельности (т.наз. тех., художественный, политический, социальный и др. виды *дизайна*), базируется на фундаментальных основах познания, поэтому она должна внедряться в общее и спец. образование, будучи реализованной, напр., в виде рассматриваемой технологии О.п.т. Ее составными частями могут стать инвариантная системная методология проектной деятельности и креативная педагогика, концептуальная модель к-рой, выраженная А.Г.Алейниковым в виде ф-лы изобретения, органично связана с *системной методологией проектной*

деятельности (см. рис. в соответствующей ст.). При этом: созидательной целью О.п.т. является получение конкурентоспособных решений; традиционный (основной) уч. материал используется на разных этапах (уровнях) проектной деятельности как средство достижения созидательной цели и пополняется сам за счет фондов (баз данных) *i*-й отрасли (т.е. отрасли, к-рую изучает или в к-рой работает обучаемый); межотраслевые фонды (базы данных), а также средства параметрического синтеза служат основой для формирования метазнаний; эвристические стратегии и др. продуктивные *знания*, используемые в системной методологии проектной деятельности, являются дополнительным материалом, включающим примеры, подсказки, пути повышения эффективности проектных решений. Практическое воплощение такой педагогической технологии поможет преобразовать существующую систему образования, ориентированную на репродуктивную деятельность, в увлекательный, развивающий, продуктивный процесс.

ОБУЧЕНИЕ ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ — реализация массовой тв. подготовки слушателей разных категорий: от инженеров высокой квалификации до детей разного возраста. Программа обучения включает следующие курсы: «Методы психологической активизации поиска новых решений», «Прогнозирование развития *техники* на основе *законов развития технических систем*», «Алгоритм решения изобретательских задач», «Вепольный анализ *технических систем*», «Информационный фонд изобретателя: физ., хим., геометрические эффекты, задачи-аналоги, приемы устранения и разрешения *противоречий, стандарты на решение изобретательских задач*», «Решение *иссл. задач, поиск и ликвидация причин нежелательных явлений*» (см.: «*Диверсионный анализ*», «Использование теории решения изобретательских задач в управлении коллективами», «Развитие тв. личности. Элементы тв. педагогики. Развитие творческого воображения». Каждый инженер, про-

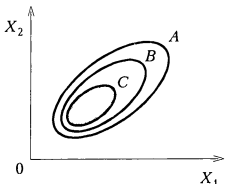
шедший О.т.р.и.з. (около 200 ч аудиторной и 40–50 ч самостоятельной работы), может успешно решать сложные тв. задачи в своей области деятельности, самостоятельно проводить анализ и совершенствование различных изделий, участвовать в работе временных тв. групп по проведению функционально-стоимостного анализа. Из лучших слушателей отбираются кандидаты на подготовку к работе в качестве специалиста по теории решения изобретательских задач – поисковика. Они проходят дополнительное обучение по выбранной специализации (прогнозирование, проведение функционально-стоимостного анализа, преподавание), принимают участие в качестве преподавателей-стажеров в уч. семинарах и работах по прогнозированию, решению задач и т.п. Накоплен опыт О.т.р.и.з. детей различного возраста, педагогов общеобразовательной школы, профессионально-технических училищ, станций юных техников, воспитателей детских садов и т.п. Создан комплект программ О.т.р.и.з., рассчитанных на разные возрасты и интересы детей, на разные формы проведения обучения. Разработаны основы применения элементов теории решения изобретательских задач для создания тв. восприятия при изучении обычных школьных предметов.

Лит Альтшуллер Г.С., Верткин И.М. Рабочая книга по теории развития творческой личности. Кишинев МНТЦ «Прогресс», Картя молдовеняскэ, 1990, Альтов Г. И тут появился изобретатель М. Дет лит, 1984 (1-е изд.), 1987 (2-е изд.), 1989 (3-е изд.), Злотин Б.Л., Зусман А.В. Изобретатель пришел на урок Кишинев Картя молдовеняскэ, 1990

ОБХОДНАЯ ЗАДАЧА — задача, к-рая решается вместо данной задачи, при этом полученное решение снимает существующую проблему. Постановка О.з. целесообразна, если решение основной задачи технического творчества невозможно или неудовлетворительно в к.-л. отношении. Некоторыми способами поиска О.з. являются: переформулировка задачи, переход в над-систему и др.

ОБЪЕКТ ЛИЦЕНЗИИ — передаваемый по лицензионному соглашению объект техники или технологии.

ОГРАНИЧЕНИЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ — совокупность условий в задачах математического программирования вида $G_i(X_1, \dots, X_n) \geq B_i$ ($i = 1, \dots, m$), где X_1, \dots, X_n — переменные, n — число переменных, m — число условий (ограничений), B_i — константы. В каждом из ограничений, естественно, должен сохраняться к.-л. один знак, но необязательно, чтобы во всех ограничениях знаки были одинаковыми. Ограничения могут накладываться на величины переменных, напр., $X_{i \min} \leq X_i \leq X_{i \max}$, причем в интервале $[X_{i \min}, X_{i \max}]$ значения переменных могут быть как непрерывными, так и принимать дискретные значения. В качестве ограничений часто выступают отдельные критерии эффективности, при этом ослабление или усиление ограничений обеспечивается путем перехода от одних критериев к др. Для примера на рис. изображены области допустимых решений, ограниченные последовательно ужесточающимися критериями: А — ограничения по физ. возможностям технической системы; В — ограничения по тех. возможностям; С — экономические критерии.



ОДНОВРЕМЕННОГО ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ — закономерность, обуславливающая и регламентирующая ситуации независимого появления в разных местах одинаковых новых технически реализуемых потребностей. Суть ее состоит в том, что в технической сфере страны или мира при возникновении новой технически реализуемой потребности создают средства ее реализации независимо и практически одновременно в нескольких местах при наличии следующих необходимых и достаточных внешних факторов: науч.-тех. потенциала; уровня образования и профессиональной квалификации работников, занимающихся созданием, производством, эксплуатацией новой техники; социально-экономической

возможности и целесообразности разработки и производства новой *техники*. Данная закономерность относится к *закономерностям возникновения и развития потребностей*. Ее рекомендуется использовать при выполнении работ по *маркетингу и инженерному прогнозированию*.

Лит.: Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники, закономерности техники и их применение М.: Информэлектро, 1990.

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА — структура *внешних факторов* для тех. творчества и *технических систем*.

ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО — творчество бытия. Через категорию О.т. творчество раскрывается как фундаментальное св-во любого развития, любой эволюции, связанной с генерацией разнообразия (см.: *Креативная онтология*). Категорию О.т. впервые ввел А.И.Субетто.

Лит. Субетто А.И. Творчество, жизнь, здоровье и гармония. Этюды креативной онтологии. М. Изд. фирма «Логос», 1992.

ОПЕРАНД И ОПЕРАТОР — элементы *технической системы*. Операнд: 1) пассивный (терпящий воздействие) элемент бинарного отношения, 2) общее название всех предметов, систем и состояний (частей тех. системы), подвергаемых целенаправленным преобразованиям. Оператор: 1) активный (воздействующий) элемент бинарного отношения; 2) часть тех. системы, предназначенная для воздействия на операнд для достижения цели (целей) существования (использования) всей тех. системы. Кроме того, операнд также определяется как предмет обработки, *предмет труда* (А.И. Половинкин), а оператор — как процессор и объект-функционал (С.М. Бреховских). Деление элементов бинарного отношения на пассивные и активные относительно и зависит от направления рассматриваемого воздействия. Так, при резании металла резец — это оператор, а металл — операнд, при анализе износа резца последний является операндом, а металл — оператором. *Технический объект* на всех стадиях своего жизненного цикла, кроме эксплуатации, является операндом, а во время последней — он оператор. Операнд является одной из непосредственных связей между тех.

системой и внеш. средой. Он непрерывно изымается из внеш. среды и после переработки возвращается в нее, поэтому операнд — один из самых важных каналов воздействия внеш. среды на тех. объект до трансформации операнда и воздействия тех. системы на внеш. среду после его переработки. Классификация операндов обыкновенно проводится по следующим основаниям: функциональное предназначение, состояние операнда в зависимости от процесса трансформации, роль операнда в процессе действия тех. системы и его физический природы. Функциональное предназначение операнда тесно связано с характером *потребностей*, поэтому подобная классификация обыкновенно проводится в рамках классификации потребностей. В зависимости от процесса трансформации операнды подразделяется на входной операнд (сырье, прообраз) — перед началом трансформации, вн. операнд — во время трансформации и выходной операнд (результат, продукт, *образ*) — после окончания трансформации. В зависимости от роли операнда в процессе действия системы последние подразделяются на основные и вспомогательные. Основными являются операнды, с целью трансформирования к-рых создается тех. система, а вспомогательными те, без к-рых переработка основных операндов невозможна или не протекает по предварительно предписанной программе. В зависимости от физ. природы операнды часто подразделяются на живые существа, материю, энергию и информацию. В случае производственных систем более удобно деление операндов на вещественные объекты и поля. Согласно С.М.Бреховских, вещественные объекты подразделяются на морфологические архетипы (металлы, неметаллы, неорганические и органические соединения, *изделия*, здания и сооружения, почвы, носители информации и т.п.), а в зависимости от морфологических признаков — на морфологические надтипы многокомпонентности (композиции, мех. соединения, сплавы и т.п.), состояния (структура, агрегатное состояние, состояние

поверхности и т.п.) и сортаменты (прокат, листы, трубы, поковки, канаты, ткани и т.п.). Основаниями классификации операторов служат функциональное предназначение и его физ. природа. Часто классификация операторов по основанию функционального предназначения отождествляется с общей систематикой *техники и машин*. При учете характера основного целенаправленного воздействия на операнд рассматриваются операторы материального, энергетического и информ. типов. Согласно С.М.Бреховских, классификацию операторов по основанию функционального предназначения следует строить с учетом системы критериев ее воздействия на функциональные признаки (формирование, изменение, реализация, измерение и т.п.) и на сам операнд, на его морфологические признаки (производство, формирование и исследование объектов и обеспечение потребностей биологических объектов). При этом «преобразование» функциональных признаков не связывается с «преобразованием» самих операндов, а преобразование морфологических признаков затрагивает их. Поэтому указанное деление также относительно и определяется высшими целями воздействия операторов. Согласно С.М.Бреховских, в зависимости от физ. природы операторы подразделяются на 13 функциональных архетипов (материалы, изделия, здания и сооружения, почва, растения, животные, человек, предприятия и т.п.), хотя чаще всего имеются в виду человек и тех. объекты. Элементы внеш. среды следует включать в состав операторов лишь в тех случаях, когда речь идет об их целенаправленном воздействии на операнд.

Лит. Бреховских С.М. Основы функциональной системологии материальных объектов. М.: Наука, 1986; Хубка В. Теория технических систем/ Пер. с нем. М.: Мир, 1987.

ОПЕРАЦИИ КОЛЛЕРА — см.: *Физическая операция*.

ОПИСАНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА — форма представления информации о структурной единице физ. знания — *физическом эффекте*, состоящая из входной карты физ. эффекта, выходной карты и основного текста описания. Входная карта предназна-

на для ввода информации о физ. эффекте в ЭВМ, организации поиска физ. эффекта по широкому набору признаков и машинной обработки информации. Входная карта физ. эффекта, информация в к-рой строго структурирована, содержит следующие рубрики: наименование физ. эффекта, вход, объект, выход, составляющие поисковый образ физ. эффекта в соответствующей базе данных (см.: *Автоматизированная информационно-поисковая система по физическим эффектам*). При заполнении карты руководствуются *словарем входов и выходов физических эффектов и характеристик объекта физического эффекта*, разработанными для указанной автоматизированной системы. Выходная карта физ. эффекта представляет собой его краткую, легко обозримую характеристику в форме, удобной для комплексного восприятия пользователем. Содержание выходной карты выдается после того, как данный физ. эффект найден по тому или иному запросу, поэтому информация в выходной карте физ. эффекта менее формализована, чем во входной карте физ. эффекта. Рубрики выходной карты и пример ее заполнения для конкретных физ. эффектов даны в Приложении 2. Основной текст описания физ. эффекта предназначен для его более глубокого изучения (после того, как данный эффект найден по к.-л. запросу). Описание выполняется на естественном профессиональном языке и содержит данные справочного характера, сгруппированные в двух разделах: сущность и мат. модель физ. эффекта; применение физ. эффекта в технике (инж.-тех. характеристики физ. эффекта).

Лит. Веркин Б.И., Пустовалов В.В. Низкотемпературное исследование пластичности и прочности. М.: Энергоиздат, 1982; Абрамов В.В., Солдатов В.П. О разупрочнении никеля в магнитно-упорядоченном состоянии при изменении магнитного поля// *Физика низких температур*. 1977. Т. 3, № 11. С.1480—1485; Нечволод Н.К. Ползуемость кристаллических тел при низких температурах. Киев, Донецк. Вища шк., 1980.

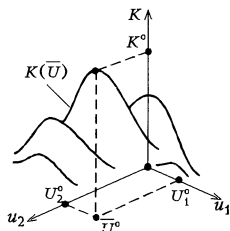
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАДАЧИ — класс задач поиска (определения) *оптимальных параметров технических объектов*. Постановка О.о.п.з. включает: на-

бор переменных — изменяемых параметров $X = (x_1, \dots, x_n)$, к-рые можно изменять в процессе *поиска наилучшего решения*; систему линейных и нелинейных ограничений $g_i(x) \geq c_i$, ($i = 1, \dots, m$), к-рые должны выполняться в найденном оптимальном решении; $K(X)$ — критерий эффективности (может быть несколько), к-рый должен иметь экстремальное (наименьшее или наибольшее) значение. О.о.п.з. обычно решаются с помощью компьютеров и относятся к классу *задач математического программирования*. Трудность их решения обусловлена трудоемкостью программирования системы ограничений и критериев эффективности, большим объемом вычислений, связанным с громоздкостью системы ограничений, итерационным характером процесса решения задачи и наличием нескольких (иногда большого числа) *локальных экстремумов*. Дополнительные трудности возникают, если среди переменных X одновременно присутствуют непрерывно и дискретно изменяющиеся переменные. В результате решения О.о.п.з. критерий эффективности могут быть улучшены на 10–30 %. Иногда найденное сочетание параметров представляет собой предмет *изобретения*. О.о.п.з. относятся к задачам 5-го и 6-го уровней в *методологии выбора конкурентоспособных решений* и к задачам *поискового проектирования и конструирования*. Для решения О.о.п.з. используют методы поиска оптимальных параметров, *методы спуска*, метод синтеза с поиском *глобального экстремума* и др.

ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ — закономерность, обуславливающая определенные значения параметров *структуры технической системы*, к-рые обеспечивают наилучшее по сформированному критерию эффективности функционирование тех. системы. Суть О.с.п.з. состоит в том, что у тех. систем, характеризуемых достаточно полным соответствием между ф. и структурой, наблюдается оптимальное соотношение параметров структуры и элементов, что обеспечивает конкурентоспособные значения критериев эф-

фективности при действующих ограничениях на характеристики выполняемых *функций* и *внешних факторов*. При этом отклонение от оптимальных параметров приводит либо к неконкурентным значениям критериев эффективности, либо к неработоспособности тех. системы, к-рая не выполняет одну или несколько своих *технических функций*. При оптимальных соотношениях параметров, существенно отличающихся от соотношений параметров известных аналогичных тех. систем, нередко достигается значительное улучшение критериев эффективности, поэтому они составляют предмет *изобретения* и патентуются. О.с.п.з. относится к всеобщим законам, т.к. ее действие распространяется не только на тех. системы, но и на др. организованные системы, в частности живые организмы. О.с.п.з. относится также к законам и закономерностям *строения и развития техники*, т.к. она обуславливает исторические переходы от одних соотношений параметров и признаков тех. системы к др., более эффективным параметрам и признакам. О.с.п.з. конкретизирует для тех. систем один из основных философских законов диалектического перехода кол-ва в качество, поскольку этот философский закон только в общих чертах объясняет, как и каким образом происходит развитие. Кроме того, О.с.п.з. обобщает большую группу конкретных методов поиска (синтеза) оптимальных параметров тех. систем. Иначе говоря, О.с.п.з. занимает определенное место в иерархической системе *знаний* между уровнем философских законов и уровнем конкретных методов оптимизации параметров и признаков. Математически оптимальное соотношение параметров соответствует *глобальному экстремуму целевой функции* или близкому к нему значению по основному критерию эффективности тех. системы. В связи с этим можно следующим образом сформулировать О.с.п.з.: любая наиболее эффективно функционирующая тех. система имеет оптимальное (гармоничное) по основному критерию эффективности соотношение параметров структуры или др. схемно-конструктив-

ных признаков, к-рое соответствует глобальному (или близкому к нему) экстремуму *целевой функции* (критерию эффективности). На рис. представлен соответствующий пример, где K^0 — значение глобального экстремума целевой ф. $K(\bar{U})$; U_1^0 , U_2^0 — оптимальные значения параметров u_1 , u_2 . Ранее гармоничное соотношение параметров находили



путем трудоемкого эмпирического подбора, методом проб и ошибок. К настоящему времени для решения таких задач разработаны различные методы мат. программирования, реализованные в *алгоритмах поиска глобального экстремума*, методе синтеза с поиском глобального экстремума на сетке кода Грея, методах поиска оптимальных параметров. Эти методы позволяют определять конкретный шаг в дальнейшем развитии тех. системы. Примерами проявления О.с.п.з. могут быть широко известные оптимальные или гармоничные соотношения параметров в различных областях деятельности человека: «золотое сечение» в архитектуре и строительстве (соотношения размеров примерно 5:3), введенное еще Леонардо да Винчи на основе изучения пропорций и функционирования человека (такие пропорции имеют признанные шедевры архитектуры: Парфенон, храм Покрова на Нерли и др.); в области радиоэлектроники оптимальные по критерию потерь соотношения диаметров имеют используемые при подключении телевизоров к антенне коаксиальные кабели с волновым сопротивлением 75 Ом; оптимальные по энергетическому критерию соотношения параметров имеют телевизионные антенны (длина антенны равна половине длины принимаемой волны).

Лит.: Половинкин А.И. Законы строения и развития техники (постановка проблемы и гипотезы) Волгоград: ВолГПИ, 1985; *Алгоритмы оптимизации проектных решений* / Под ред. А.И.Половинкина. М.: Энергия, 1976; Воинов Б.С. Принципы поискового проектирования: Уч. пособие. Горький. Изд-во Горьковск. ун-та, 1982.

ОПТИМАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ — решение, к-рое по тем или иным соображениям предпочтительнее, чем др. В *задачах математического программирования* О.р. показывает наибольшее (наименьшее) значение *целевой функции* на множестве *допустимых решений*. О.р. соответствует *глобальному экстремуму* целевой ф., определяя *оптимальные параметры технической системы*.

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ — значения параметров изделия, при к-рых *критерии эффективности*, зависящие от этих параметров, имеют наилучшие значения. Поиск О.п.т.с. осуществляется при решении *задач математического программирования* с помощью *алгоритмов поиска локального экстремума* или *алгоритмов поиска глобального экстремума*.

Лит.: Автоматизация поискового конструирования / Под ред. А.И.Половинкина. М.: Радио и связь, 1981; Камасев В.А. Методы нелинейного программирования в транспортном машиностроении. Волгоград: ВолГПИ, 1984.

ОПЦИОННОЕ СОГЛАШЕНИЕ — предварительное *лицензионное соглашение*, в соответствии с к-рым лицензиат получает право на более детальное ознакомление с интересующим его объектом *техники* или *технологии*. Обычно О.с. заключается при передаче *ноу-хау*, когда лицензиар до подписания лицензионного соглашения не желает раскрывать секретов производства, а лицензиат не желает приобретать науч.-тех. достижение, сущность к-рого ему не известна. Уплата определенную сумму, лицензиат получает право ознакомиться с объектом техники (технологии), провести его испытания.

ОПЫТ ТВОРЧЕСКИЙ — опыт, приобретенный в результате тв. деятельности. Понятие О.т. является производным от понятий «опыт» и «творчество», и подходы к определению последних могут быть использованы и при определении О.т. Понятие О.т. может быть использовано для характеристики субъектов деятельности разного уровня общности: отдельной личности, социальной группы и общества. Разные науки ориентируются на различных субъектов: философия — на родового чело-

века, психология — на индивида, социология — на личность, малую группу, большую группу, общество в целом. Базовым среди этих понятий является О.т. родового человека и индивида. С т.зр. философии О.т., как и всякий опыт, обладает объективным содержанием, зависящим от развития практической и познавательной деятельности людей в процессе преобразования ими внеш. мира и самих себя, представляет собой результат практической познавательной и преобразовательной деятельности людей и отражает уровень овладения ими объективными законами природы, общества и мышления. Проблема накопления и передачи О.т. является важной характеристикой общественного развития. Социально-психологические исследования позволяют вскрыть механизм формирования опыта, в к-ром выделяются три этапа: превращение внеш. воздействия в факт сознания, сохранение и аккумуляция превращенного внеш. воздействия в сознании и превращение опыта личности в действия, т.е. экстериоризация опыта. Каждый этап социально и психологически обусловлен и имеет ряд общих социально-психологических форм (восприятие, мышление, стереотипизация и аргументация). О.т. в социальной психологии определяется как духовно-практическое образование, формирующееся в ходе практического, чувственно-эмпирического познания и преобразования действительности. О.т. представляет собой динамическую систему устойчивых знаний и умений, специфических форм, восприятия и мышления, чувств и эмоций, привычек и стереотипов поведения, способов аргументации принимаемых тв. решений. В этом определении подчеркиваются оригинальность и неповторимость О.т. индивида. В социальных исследованиях основное внимание уделяется проблеме определения О.т., поиску его индикаторов (информативных характеристик), изучению детерминации, проблеме использования О.т. личности, группы, общества в конкретных условиях. Разнообразие задач, к-рые ставят перед собой различные исследователи, различные подходы к проблеме порождают много-

образие определений понятия О.т., не отрицающих, а дополняющих друг друга. Можно выделить несколько смыслов употребления понятия О.т.: 1) совокупность *знаний* и практически освоенных умений, используемых в тв. деятельности: знаний и умений, приобретенных до вступления в тв. деятельность, и специфических знаний и умений, полученных непосредственно в процессе собственной тв. деятельности, 2) эксперимент — воспроизведение процесса тв. решения типовых задач с целью практического прохождения основных этапов тв. процесса на этапе «обучения творчеству», усвоения известных методов разрешения *технических противоречий*, 3) попытка впервые дать тв. решение задачи (первый опыт начинающего изобретателя), 4) освоение процесса получения (производства) тв. решения проблемы как специфического способа деятельности.

Лит. Социальная психология/Под общ. ред. Г.П. Предвечного и Ю.А. Шерковина М. Политиздат, 1975.

ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ — комплекс практических мер в высшем тех. уч. заведении, обеспечивающих выявление и развитие изобретательских способностей студентов на основе введения курса *изобретологии* (основ *инженерного творчества* и т.п.) и соответствующих практических работ. Комплекс мер может включать следующие: изучение методов тех. творчества, предоставление студентам необходимого методического и информ. обеспечения, оказание помощи в выборе и постановке реальных задач для курсового и дипломного проектирования, использование необходимого прогр. обеспечения и систем информатики, предоставление возможности изготовления и испытания опытного образца, оказание помощи в оформлении заявки на *изобретение* и переписки по ней. Для реализации этих мер вуз должен располагать квалифицированными педагогами по изобретологии и др. Курсы изобретологии могут быть разнообразными по содержанию, к-рое определяется спецификой преподавателя, инж. специальностью, типом уч. заведения и т.д.

Лит.: Belous V. Manualul inventatorului Sinteza creativa in tehnica. Bucuresti: Editura Tehnica, 1991 (Книга изобретателя. Творческий синтез в технике), Половинкин А.И. Основы инженерного творчества М. Машиностроение, 1988.

ОТЗЫВ ЗАЯВКИ — прекращение делопроизводства по заявке на *изобретение* по просьбе заявителя либо в связи с нарушением со стороны заявителя сроков представления ответов, дополнительных материалов на запросы экспертизы.

ОТКРЫТАЯ ЛИЦЕНЗИЯ — представление патентообладателем любому лицу права на использование *изобретения*, о чем публикуется официальное заявление. В этом случае пошлина за поддержание *патента* в силе снижается на 50 %, начиная с года, следующего за годом публикации такого заявления.

ОТКРЫТЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ — воплощение новой парадигмы *искусственного интеллекта*. Предусматривает создание «усилителей коллективного разума», обладающих чертами тв. личности, такими, как любознательность в постижении св-в окружающего мира, парадоксальность выдвигаемых гипотез, распределенность растущей базы *знаний*, непротиворечивость индуктивного вывода, немонотонность формируемого знания в целом. Начало «официальному» признанию парадигмы О.и.с. положено работами проф. К.Хьюитта (Массачусетский технологический институт, США), к-рый известен как создатель языка ПЛЭННЕР — первого в истории искусственного интеллекта. Выдвинутая им в середине 80-х годов концепция О.и.с. рассматривается как некоторая интеллектуальная компьютерная среда, обладающая рядом отмеченных св-в. Однако широкое толкование О.и.с. не позволяет выразить секреты «тв. личности» во всей полноте. Необходимы строгие формальные уточнения и построения. Только тогда можно надеяться на создание отдельных подклассов и прототипов О.и.с. Подтверждением тому является теория индуктивного продолжения выбора, разработанная в Московском энергетическом институте. С ее помощью удастся ставить и решать т.наз. открытые зада-

чи поискового проектирования и приоритетного оценивания сложных объектов различной природы. Такие задачи возникают там и тогда, когда выбор качественно новых, необычных решений становится невозможным из-за фрагментарности имеющихся знаний об объектах в свободно определяемых предметных областях. Приведем пример такой задачи. Положим, что св-ва и особенности интересующих объектов X задаются в пространстве $D^n = \{X_i\}$, где X_i — в общем случае зависимые переменные, принимающие значения на порядковых шкалах $d_i = \{a_{i1}, \dots, a_{ki}\}$, $i = 1, \dots, n$. Пусть существует некоторое правило-оракул $Q(X)$, позволяющее оценивать любой объект X в D^n , как минимум, по двувальтернативному критерию «хорошо/плохо». Фрагментарные знания о X представляются множествами примеров $E^{(u)} = \langle T^{(u)}, F^{(u)} \rangle$, где $T^{(u)}$, $F^{(u)}$ — соответствующие множества «удач» и «неудач» в смысле $Q(X) = 1$ и $Q(X) = 0$, u — номер сеанса пополнения знаний. Необходимо получить единую закономерность «удачи» $g(X)$, отражающую не только поведение оракула $Q(X)$ в любой точке D^n , но и позволяющую выносить более тонкие суждения типа « X_1 лучше X_2 ». Основное допущение: мир объектов в D^n настолько упорядочен, насколько существует закономерность $g(X)$. Конструктивный путь ее построения — индуктивное обобщение примеров E для $n = 1$ и получаемых далее путем выдвижения эмпирических гипотез, оцениваемых оракулом $Q(X_0)$. Формальным уточнением $\{X_0\}$ являются опорные множества «необычных» решений, что дает основания для открытия лучших решений X_* за пределами известных фактов. Если оракул $Q(X)$ работает с учетом многих внеш. показателей качества, то X_* — не просто эффективное, а устойчиво эффективное решение с т.зр. его сопротивляемости к неблагоприятному изменению значений вн. параметров. Возможным подклассом О.и.с. с учетом введенных уточнений является Решатель открытых задач (см.: Приложение 4). Накоплен обширный опыт его применения, в том числе для активизации тв. деятельности обучаемых. Ос-

новой эффект в открытии нового достигается за счет присущего О.и.с. св-ва «любопытства». В этом состоит главное преимущество Решателя по сравнению с экспертными системами 2-го поколения (INDUSE/2, EURISCO и др.). Дальнейший прогресс в развитии О.и.с. связан с созданием распределенных проблемных решателей как в области теоретических проработок (Мичиганский университет, США), так и глубоких практических приложений (корпорация РЭНД, США).

Лит.: Хьюитт К. Открытые системы // Реальность и прогнозы искусственного интеллекта: Пер с англ./Под ред. В.Л. Стефанюка М.: Мир, 1987; *Дзегеленок И.И.* Открытые задачи поисково-проектирования. М.: МЭИ, 1991; *Decker K.S.* Distributed problem solving techniques: a survey // IEEE Trans. on systems Man and Cybernetics. 1987. Vol. 17, № 5 P. 729–240.

ОТНОШЕНИЯ (в системологии) — св-ва *валентности* сопоставляемых объектов (или субъектов), реально не проявляющиеся, но оценивающиеся как возможные при соответствующих внеш. и окрестностных условиях. Алгоритм О. формулируется следующим образом: объект А и объект В, находящийся с ним в окрестностных условиях В, при внеш. условиях С вступит в связь Е и при этом будет иметь интенцию К и утратит потенцию М. След., О., хотя и не представляют наличных валентностей, также описываются в терминах интенций, экстенций и потенций. Ф. таких О. — это не ф. сети связей, а возможная ф. объекта, к-рая была бы у него, если бы он попал в окрестность др. объектов (см.: *Валентность*).

ОТРИЦАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ МЕТОД — метод, включающий комплексный морфологический *эвристический прием*, к-рый положен в основу спец. морфологического метода постановки и решения задач. О.к.м. целесообразно использовать на этапе постановки задачи на нахождение для уточнения, корректировки и даже пересмотра исходных условий задачи, а на этапе решения задачи — для получения идеи решения. Согласно предложению Ф.Цвики, процесс отрицания и конструирования следует проводить в четыре этапа: 1) формулирование ряда исходных утверждений (предложений,

определений, аксиом и т.д.) о современном уровне развития исследуемой области *знания*; 2) замена одного, нескольких или всех сформулированных исходных утверждений на противоположные — отрицание; 3) построение (поиск и формулирование, «конструирование») всевозможных следствий, вытекающих из такого отрицания; 4) проверка непротиворечивости новых утверждений и утверждений, оставшихся неизменными, и устранение возможных *противоречий* путем корректировки оставшихся исходных и новых утверждений. Ф. Цвики успешно использовал О.к.м. для решения, в частности, следующих задач: поиск новых материалов с необычными св-вами; изобретение термодетонаторов; открытие новых природных феноменов и закономерностей; морфологическое оценивание предпринимателей и предприятий.

Лит.: Одрин В.М. Метод морфологического анализа технических систем М. ВНИИПИ, 1989; *Zwicky F.* Entdecken, Erfinden, Foorschen im Morphologischen Weltbild. Zurich: Boeschlin, 8250 Glarus, 1989 (1966 Reprint).

ОЦЕНКА ФУНКЦИЙ ОБЪЕКТА — оценка, необходимая при выполнении *функционально-стоимостного анализа*, когда, с одной стороны, требуется макс. абстрагирование от конкретной реализации исследуемого объекта, но с другой стороны, ф. объекта приходится рассматривать в связи с их конкретными реализациями, в частности, чрезвычайно затрудняется оценка степени влияния каждой ф. на работоспособность объекта в целом. Для вычисления степени влияния, называемой относительной важностью данной ф., предварительно проводится *экспертная оценка значимости* всех ф., сводящаяся к определению степени влияния каждой из ф. на ф. высшего уровня, т.е. входящую в менее детализированную матрицу взаимосвязи или находящуюся на более высоком уровне функциональной схемы. Возможны различные варианты проведения экспертной оценки значимости ф. К числу наиболее доступных относится метод попарных сравнений. При его использовании строится матрица, на пересечении строки и столбца к-рой фиксируются номе-

ра тех ф., к-рые оказываются более важными при попарном сравнении. Оценка значимости четырех ф., выполненная с использованием этого метода, дана в виде матрицы

F_i	F_1	F_2	F_3	F_4	S_i	P_i
F_1	—	1	3	1	2	0,33
F_2	1	—	3	2	1	0,17
F_3	3	3	—	4	2	0,33
F_4	1	2	4	—	1	0,17

где S_i — кол-во предпочтений, полученных каждой ф. по отношению к остальным (т.е. кол-во предпочтений i -й ф., содержащихся в столбцах $F_1 - F_4$ i -й строки), P_i — значимости ф., рассчитываемые по ф-ле:

$$1^\circ. \quad P_i = S_i / \sum_{i=1}^n S_i,$$

где n — кол-во ф. в оцениваемом комплексе. В методе попарных сравнений знаменатель дроби $\sum_{i=1}^n S_i$, т.е. общее возможное число предпочтений, равен $(n^2 - n)/2$, т.е. расчет значимости может также производиться по ф-ле:

$$2^\circ. \quad P_i = 2S_i / (n^2 - n).$$

Для оценки значимости ф. можно использовать и метод расстановки приоритетов. В этом случае на первом этапе строится система сравнения ф., включающая символы $>$, $<$ и $=$, обозначающие соответственно более высокую, меньшую и примерно равную значимость. Напр., $F_1 > F_2$, $F_1 < F_3$, $F_1 > F_4$, $F_2 < F_3$, $F_2 = F_4$, $F_3 > F_4$. На основании полученной системы строится матрица смежности, в к-рой символы $>$, $=$ и $<$ заменяются коэффициентами предпочтения (в данном случае — соответственно 1,5; 1,0 и 0,5). Ниже дан пример такой матрицы для показанной выше системы сравнения:

F_i	F_1	F_2	F_3	F_4	U_i	U_i	P_i
F_1	1,0	1,5	0,5	1,5	4,5	16,25	0,273
F_2	0,5	1,0	0,5	1,0	3,0	11,0	0,185
F_3	1,5	1,5	1,0	1,5	5,5	21,25	0,375
F_4	0,5	1,0	0,5	1,0	3,0	11,0	0,185

Здесь U_i — сумма присвоенных коэффициентов предпочтения каждой строки матрицы, U'_i — абсолютные приоритеты ф., для определения к-рых каждая строка матрицы умножается на вектор-столбец U_i (напр., для соотношений, представленных в данной матрице, для 1-й строки: $U'_1 = 1,0 \cdot 4,5 + 1,5 \cdot 3,0 + 0,5 \cdot 5,5 + 1,5 \cdot 3,0 = 16,25$, а сумма абсолютных приоритетов $\sum_{i=1}^4 U'_i = 59,5$).

Значимости ф. P_i рассчитываются на основе полученных значений абсолютных приоритетов по ф-ле:

$$3^\circ. \quad P_i = U_i / \sum_{i=1}^n U'_i.$$

Сравнительно доступный и быстрый способ оценки значимости ф. связан с применением упрощенного метода балльной оценки. В этом случае определяется оценка K_i значимости i -й ф. в произвольной системе баллов, после чего P_i рассчитывается по ф-ле:

$$4^\circ. \quad P_i = K_i / \sum_{i=1}^n K_i.$$

Вне зависимости от способа определения значимости для получения результатов должно соблюдаться условие:

$$5^\circ. \quad \sum_{i=1}^n P_i = 1.$$

По формулам $1^\circ - 5^\circ$ проводится расчет значимости ф. на основе оценок одного эксперта. Реальная оценка должна проводиться группой экспертов, каждый из к-рых имеет возможность пользоваться любым из представленных методов. Итоговая значимость i -й ф. W_i определяется как усреднение значимостей, полученных при обработке оценок всех m экспертов:

$$W_i = \left(\sum_{j=1}^m P_{ij} \right) / m,$$

где P_{ij} — частный показатель значимости i -й ф., полученный по результатам оценки j -го эксперта. При этом должно соблюдаться нормирующее условие $\sum_{i=1}^n W_i = 1$. Для оценки согласованности индивидуальных значимостей, получен-

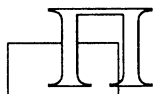
ных для i -й ф. по оценкам всех экспертов, может служить т. наз. относительный размах:

$$N_i = [(P_i)_{\max} - (P_i)_{\min}] / W_i,$$

где $(P_i)_{\max}$ и $(P_i)_{\min}$ — наибольшее и наименьшее значения индивидуальной значимости, полученные для i -й ф. При $N_i \leq 1$ согласованность оценок, данных всеми экспертами, считается достаточной. В противном случае необходимо проведение повторной оценки, но состав экспертной группы должен быть изменен. После расчета значимости всех ф. на всех уровнях функциональной модели объекта или во всех матрицах взаимосвязи для каждой из этих ф. определяется показатель R_j относительной важности j -й ф., содержащейся в функциональной модели, по отношению к главной ф. объекта, для чего находится произведение значимостей всех ф., составляющих цепочку от главной ф. $F_{гл}$ до F_j . При оценке зна-

чимости и относительной важности ф. следует учитывать, что они могут изменяться в зависимости от условий эксплуатации объекта. Поэтому при использовании функциональных моделей, построенных до начала проведения функционально-стоимостного анализа конкретного объекта и содержащихся в различных информ. и справочных изданиях, рекомендуется не использовать приводимые там оценки значимости и относительной важности, а проводить их повторное определение (см.: *Функционально оправданные затраты, Функционально-стоимостный анализ, Функциональная модель объекта*).

Лит.: Горелов В.Е., Кудрявцев А.В., Одинцов М.Н. Методы экспертных оценок. М.: ВНИИПИ, 1987; Карпунин М.Г., Кузьмин А.М., Шалденков С.В. Функционально-стоимостный анализ в инженерной деятельности: Уч. пособие. М.: Информэлектрон, 1990; Справочник по функционально-стоимостному анализу / Под ред. М.Г.Карпунина, Б.И.Майданчика М.: Финансы и статистика, 1988



ПАРАМЕТРЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

— количественные характеристики описания особенностей *структуры и конструкции технической системы* и ее *внешних факторов*, для к-рых она предназначена. К П.т.с. чаще всего относятся геометрические размеры, масса изделия, число рабочих органов или основных *функциональных элементов*, характеристики входящих и выходящих из тех. системы потоков в-ва, энергии и информации, важные метеорологические и климатические характеристики и т.д. Наряду с количественными используются качественные характеристики, называемые конструктивными признаками *изделий*. П.т.с. относится к одной из групп *показателей технической системы*. П.т.с. — один из уровней описания тех. системы в *иерархии ее внутренних факторов*.

ПАТЕНТ — охранный документ, выдаваемый на *изобретение* (полезную модель, *промышленный образец*) и удостоверяющий исключительное право *патентообладателя* на использование объекта охраны в течение определенного срока. Различают национальные и региональные П. Национальными являются П., выданные национальным ведомством пром. собственности. П., выданные Европейским патентным ведомством и Африканской организацией интеллектуальной собственности, называют региональными.

ПАТЕНТНАЯ ПОШЛИНА — денежный сбор, взимаемый патентным ведомством за выполнение ф., связанных с патентованием *изобретений, промышленных образцов, полезных моделей*, а также с регистрацией *товарных знаков*, в порядке и размерах, установленных патентным законодательством.

ПАТЕНТНАЯ ЧИСТОТА — юридическое св-во объекта *техники*, заключающееся в том, что он может использоваться в данной стране без нарушения действующих на ее территории охранных документов исключительного права. П.ч. удостоверяют отчет о патентных исследованиях и патентный формуляр. Проверка объекта техники на

П.ч. осуществляется при проведении патентных исследований на стадиях обобщения и оценки результатов науч. исследований, разработки проектной и рабочей документации, испытания опытных образцов, а также при аттестации, экспорте и экспонировании продукции, продаже лицензий.

ПАТЕНТНАЯ ЭКСПЕРТИЗА ИЗОБРЕТЕНИЯ — проверка *патентоспособности изобретения*.

ПАТЕНТНОЕ СОГЛАШЕНИЕ — договоренность между двумя фирмами о возможном использовании *патентов*.

П.с. более чем двух фирм именуется патентным пудом.

ПАТЕНТНЫЙ ПАСПОРТ — документ, содержащий обоснованное предложение о патентовании *изобретений (промышленных образцов)* за границей. Составляется на объект, в к-ром использованы рекомендуемые для зарубежного патентования *изобретения (пром. образцы)*.

ПАТЕНТНЫЙ ПОВЕРЕННЫЙ — лицо, осуществляющее по поручению заявителя или *патентообладателя* действия по установлению правовой охраны *изобретений*, использованию или защите патентных прав. За рубежом используется также термин «патентный агент» для обозначения специалиста, не имеющего профессиональной юридической подготовки.

ПАТЕНТНЫЙ ФОРМУЛЯР — тех. документ, определяющий состояние объекта *техники* по критериям охраны пром. собственности. П.ф. содержит информацию о *патентоспособности* и *патентной чистоте* объекта техники, составляется на объекты техники, к-рые подлежат реализации за рубежом или экспонированию на международных выставках. Правила оформления П.ф. установлены ГОСТ 15.012-84.

ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ — исследования тех. уровня и тенденций развития объекта *техники*, его *патентоспособности* и *патентной чистоты* на основе патентной и др. науч.-тех. информации. П.и. проводятся согласно ГОСТ 15.011-82 с целью получения исходных данных для обеспечения высокого тех. уровня и *конкурентоспособности* объектов техники, использова-

ния в них прогрессивных науч.-тех. достижений, предотвращения неоправданного дублирования исследований и разработок.

ПАТЕНТООБЛАДАТЕЛЬ — лицо, к-рому принадлежит *патент* на *изобретение, промышленный образец, полезную модель*.

ПАТЕНТОСПОСОБНОСТЬ — юридическое св-во объекта, определяющее его способность охраняться документом исключительного права (патентом) на территории конкретной страны в данный момент.

ПАТЕНТУЮЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

— организация, ведущая работу по патентованию *изобретений* и *промышленных образцов*. П.о. подготавливает материалы для патентования изобретений за границей (описания, чертежи и др.) и осуществляет последующие действия по защите полученных прав.

ПАТЕНТЫ-АНАЛОГИ — *патенты*, выданные в разных странах на одно и то же *изобретение*. Их совокупность образует семейство «родственных» охраняемых документов. Поиск и анализ П.-а., напр., в процессе патентных исследований, позволяют повысить достоверность оценки тех.-экономической значимости конкретного изобретения, а также установить потенциальные рынки его сбыта.

ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

МЕТОД — метод постановки и решения интеллектуальных задач, в к-рых решающее значение имеет повторное использование уже имеющейся информации об аналогичных задачах. При умственной работе обычно изучаются не сами материальные объекты, а их вербальные описания. В простейшем случае П.и.м. включает три операции: поисковую (распознавательную), накопления и хранения информации, обработки информации для хранения и повторного использования. Полезный эффект при повторном использовании состоит в экономии затрат при разработке повторно используемого объекта. Однако эта экономия достигается лишь тогда, когда затраты на поиск меньше затрат на разработку нового решения. В затраты на поиск входят описание искомого объекта, составление запроса,

выбор эффективной структуры накопителя, собственно информ. поиск. Рационализация всех частных процессов и операций в П.и.м. является важной задачей его совершенствования. Примеры практического применения П.и.м.: использование копии чертежа детали, использование модульного принципа с макетным планом (принцип вариантов), конструирование с использованием каталогов, *метод взаимодействия поверхностей* (принцип генерирования), компьютерная реализация ручной картотеки.

Лит.: Klix F. Erwachendes Denken. Berlin. Deut. Verlag der Wissenschaften, 1980.

ПОВЫШЕНИЕ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА (в тех. творчестве) — способы и средства, обеспечивающие повышение *творческих способностей* и продуктивности личности в создании новой *техники, технологий* и их совершенствовании. К современным способам и средствам П.т.п. в первую очередь относятся: создание условий действенных средств морального и материального стимулирования; расширение доступа к необходимым фундаментальным знаниям через образование, широкодоступные системы информации и разнообразные банки данных; овладение методами тех. творчества и средствами *компьютеризации инженерного и технического творчества*; всестороннее развитие тв. способностей в детстве; использование *теории проектирования новой техники* и знаний о *законах и закономерностях техники*; развитие и повышение уровня нравственности и совести тв. личности; формирование и развитие чувства и вкуса к *красоте и гармонии в технике*; овладение элементами творчества в различных видах искусства и в первую очередь в изобразительном искусстве, художественном слове и хореографии; изучение и использование секретов тв. работы выдающихся тв. личностей в различных областях техники, науки и культуры; психологическая активизация тв. процесса с помощью аутогенной тренировки, медитации, вхождения в состояние имаго и т.п.; различные подходы коллективного творчества и др. Все эти способы и средства обеспе-

чивают улучшение отдельных показателей *творческого потенциала* изобретателей. Используя последовательно и одновременно различные П.т.п., каждая личность достигает удивительных для себя и общества результатов в своей тв. деятельности (см.: *Творческие способности в техническом творчестве, Творческие способности и культурно-нравственный уровень, Творчество и религия*).

ПОИСК АНАЛОГИИ — процесс нахождения объектов, аналогичных данному. Наиболее распространенными методами П.а. являются: 1) поиск по образцу, 2) поиск в пространстве признаков. В 1-м методе исходная информация для поиска представляет собой описание образца или *прототипа*, к-рое может содержать как определенные характеристики, так и свободные переменные. Результатом поиска являются объекты, обладающие всеми определенными в прототипе характеристиками и произвольными значениями характеристик, соответствующих его свободным переменным. Во 2-м методе прототип описывается набором признаков, выбираемых из конечного множества всех признаков. Условием включения некоторого объекта в формируемую совокупность аналогов прототипа является наличие непустого пересечения множеств признаков этого объекта и прототипа. При реализации рассмотренных методов П.а. в современных автоматизированных информационных системах часто применяются спец. эвристические правила, управляющие выбором анализируемых объектов и позволяющие избежать их полного перебора, что значительно сокращает время работы поисковых процедур.

ПОИСК НОВЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ — выявление и обоснование новых актуальных *потребностей*, реализуемых с помощью *технических систем*. П.н.п. — один из наиболее высоких уровней тв. деятельности человека, к-рая часто приводит к созданию пионерных *изобретений*. Так, напр., сначала была сформирована или изобретена потребность в ускорении передвижения человека по дороге за счет собственной мускульной энергии, а затем появилась

серия изобретений различных типов велосипеда; сначала была синтезирована потребность в компьютере для автономной работы с компьютером, а затем появились персональные компьютеры. П.н.п. — это задачи первого уровня в методологии выбора конкурентоспособных решений и системной методологии проектной деятельности, в наиболее развитых автоматизированных системах поискового проектирования и конструирования. П.н.п. — это первый этап в решении задачи синтеза новых технических функций.

ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕТОДЫ — методы определения оптимальных параметров технической системы. При постановке задачи определения оптимальных параметров выделяют и описывают один или несколько критериев эффективности (качества) технической системы, к-рые позволяют из нескольких альтернативных вариантов тех. системы выбрать лучший; оптимизируемые параметры, к-рые можно изменять и от к-рых зависят критерии эффективности; ограничения на параметры и их соотношения, к-рые должны быть выполнены. Задачи поиска оптимальных параметров чаще всего представляют собой сложные задачи математического программирования. П.о.п.м. делятся на детерминированные, в к-рых используются строгие мат. подходы, и статистические, использующие элементы случайного поиска.

Лит.: Автоматизация поискового конструирования / Под ред. А.И.Половинкина. М.: Радио и связь, 1981; Пшеничный Б.Н., Данилин Ю.М. Численные методы в экстремальных задачах. М.: Наука, 1975.

ПОИСКОВИК — неформальное название специалиста по методам тех. творчества, теории решения изобретательских задач и т.п., профессионально решающего изобретательские задачи, как правило, в режиме диалога со специалистом или группой специалистов в данной конкретной области. П. знает, что нужно спросить и в каком направлении вести поиск, а специалисты-проблемники владеют информацией о своей проблемной области, конкретной технологической системе и могут приложить к ее развитию общие зако-

номерности. Новые решения находятся совместно.

ПОИСКОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ — решение задач поискового проектирования и конструирования с помощью компьютеризованных методов тех. творчества. П.п.к.а. может охватывать как отдельные задачи поискового проектирования и конструирования, так и их различные комплексы. Наиболее частыми комплексами являются одновременные взаимосвязанные решения задач синтеза технических решений и определение их оптимальных параметров, задач синтеза принципов действия и их тех. решений. Созданы автоматизированные системы поискового проектирования и конструирования, предназначенные для одновременного решения большого числа задач разных типов (см. Приложение 4). В перспективе прогнозируется создание автоматизированных систем поискового проектирования и конструирования, к-рые полностью реализуют системную методологию проектной деятельности. П.п.к.а. представляет собой главное направление по созданию систем автоматизированного проектирования для начальных этапов разработки и проектирования новых изделий. П.п.к.а. — одно из эффективных средств интенсификации инженерного творчества. В лит. П.п.к.а. называют также компьютеризацией инженерного и тех. творчества. Впервые результаты работ по П.п.к.а. широко обсуждались в 1978 г. на Первой Всесоюзной конференции «Автоматизация поискового конструирования» в Йошкар-Оле.

Лит.: Автоматизация поискового конструирования (искусственный интеллект в машинном проектировании) / Под ред. А.И.Половинкина. М.: Радио и связь, 1981; Камаев В.А., Никитин С.В., Залеская Ф.И. Поисковое конструирование. // Итоги науки и техники. Сер. Тех. кибернетика. Т. 19. М.: ВИНТИ, 1986. С. 142 — 190.

ПОИСКОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ ЗАДАЧИ — синтез и выбор проектно-конструкторских решений технических систем, к-рый требует анализа и сравнения необозримого для человека кол-ва альтернативных вариантов по-

лученных решений и выполняется с помощью компьютерных средств. К наиболее типичным П.п.к.з. относятся: синтез *принципов действия* на основе *банков данных физических эффектов, технических решений*, определение *оптимальных параметров технической системы* и др. Математически П.п.к.з. представляют собой задачи нелинейного *математического программирования* часто с дискретно изменяющимися переменными или одновременно с дискретными и непрерывными переменными. К П.п.к.з. относятся также большая часть задач *инженерного и технического творчества*.

Лит.: Половинкин А.И. Автоматизация поискового конструирования. М.: Радио и связь, 1981.

ПОИСКОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ — постановка и решение задач *инженерного и технического творчества*, ориентированных на создание новых концептуальных моделей *технических объектов*. Нередко задачи П.п.к. затруднительно или невозможно решить без использования вычислительной техники, напр., при проектировании *технических систем* с новыми *принципами действия* и очень сложных *технических систем* (сверхбольшие интегральные схемы, атомные электростанции), к-рые сложны для мысленного моделирования. Число таких задач со временем увеличивается, что оправдывает выделение в инж. и тех. творчестве специфической области П.п.к. и соответственно задач и методов П.п.к.

Лит.: Автоматизация поискового конструирования/Под ред. А.И.Половинкина. М.: Радио и связь, 1981.

ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ БАНК ДАННЫХ — систематизированный фонд характеристик определенного класса *изделий*, к-рый обычно включает описания *технических функций, потребительских качеств, конструктивных признаков и параметров технических систем* и наряду с этим содержит развитое программное обеспечение, что позволяет решать различные задачи поиска необходимой информации, ее дополнительной обработки и систематизации. П.т.с.б.д. может иметь многоцелевое назначение: обеспечение работы по

маркетингу, проектированию, стандартизации и др.

ПОКАЗАТЕЛИ ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ИЗОБРЕТАТЕЛЕЙ — система критериев и факторов, отображающих и обеспечивающих продуктивность личности и общества в области тех. творчества. К П.т.п.и. относятся вн. мотивация и желание человека заниматься тех. творчеством; число и доля специалистов и работников, занимающихся тех. творчеством; тв. производительность человека, связанная с сокращением времени решения изобретательской задачи; качество новых *технических решений* по показателю *конкурентоспособности*; надежность выбора новых тех. решений с т.зр. их перспективности и др. Существуют различные пути повышения *творческого потенциала*, к-рые может использовать как отдельная личность, так и общество.

ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ — характеристики *изделия*, к-рые необходимо знать при его проектировании, изготовлении, эксплуатации и выборе пользователем или покупателем наиболее подходящего варианта из нескольких альтернатив. К П.т.с. относятся: выполняемые ею *технические функции, критерии эффективности, потребительские качества*, конструктивные признаки и *параметры технической системы*. П.т.с. — это измеряемые св-ва тех. системы. Измерение рассматривается как любое упорядочение элементов множества с присвоением числа (реже др. обозначений) каждому элементу согласно некоторой системе правил. Для измерения важны три св-ва чисел: тождество, ранговый порядок и аддитивность, к-рые выражаются несколькими аксиомами. Последние позволяют выделить четыре основных уровня измерения (виды шкал): наименований, порядка, интервалов, отношений. От первого к последнему возрастает число статистических и мат. действий, к-рые можно выполнить над полученными при измерении числами. Часто шкалы подразделяют на качественные (наименования и порядка) и количественные (шкалы интервалов, отношений и неосновную — абсолютную). Шкала наименований

(номинальная шкала) дает возможность установить наличие или отсутствие тождества между двумя объектами. В этом случае числа используются просто как наименования или средство классификации. Шкала порядка дает возможность расположить показатели в порядке нарастания или убывания, т.е. упорядочить уровни измерений по условиям лучше — хуже, больше — меньше, без учета, однако, степени превосходства одного показателя над др., т.е. расстояния между интервалами. Субъективный учет расстояния между интервалами приводит к образованию порядковой шкалы с балльными (весовыми) оценками, присвоенными отдельным градациям. Количественные шкалы используются для численного выражения предпочтительности между сравниваемыми объектами. В этом случае значения измеряемых показателей определяются с точностью до линейного преобразования $y = ax + b$, где a — масштаб, b — начало отсчета. При $a > 0$, $b > 0$ формируется шкала интервалов (температура — шкалы Цельсия, Реомюра, Фаренгейта), при $a > 0$ и $b = 0$ — шкала отношений (пропорциональная шкала), а при фиксации масштаба — абсолютная шкала (вероятность, число станков данного типа и т.п.). Представление показателей в шкале наименований называют кодированием, в шкале порядка — квалификацией, а в количественных шкалах — квантификацией. Переход от качественных к количественным шкалам с помощью только формальных преобразований переменной невозможен, что следует учитывать при интерпретации количественных показателей, измеренных в качественных шкалах. При определении комплексных показателей, измеряющих комплексные св-ва (векторы), используются многомерные шкалы, к-рые конструируются для каждого конкретного случая отдельно. При этом решаются две основные задачи: 1) анализ вектора с т.зр. его измеримости, 2) определение способа образования многомерной шкалы (агрегирование показателей). Решение 1-й задачи связано с построением иерархии комплексного св-ва и уточнением его

компонентов (комплексных и простых св-в), а также измеряемых показателей и используемых шкал. Решение 2-й задачи состоит в проверке сравнимости объединяемых составляющих показателей и выборе метода их объединения, чтобы объединить несравнимые показатели, их предварительно нормируют, т.е. определяют их отношение к заданной (выбранной) величине, превращая их таким образом в безразмерные. Выбор величины, с к-рой сравнивается показатель, является непростой задачей, хотя по своей сущности имеет чисто субъективное решение. Базовая величина может быть задана в тех. требованиях, достигнутом макс. значением, разностью между макс. и мин. значениями в области компромисса и показателем объекта, принятого за базовый. Основанием для классификации П.т.с. (в т.ч. аналогично классификации св-в тех. систем) служат: способ выражения, тип использованных шкал, методы определения, управляемость, дискретность, число возможных значений. П.т.с. по способу выражения подразделяются на размерные и безразмерные, причем первые подразделяются на основные группы: тех., экономические, социальные — и их комбинации: технико-экономические, социально-экономические и т.п. Каждая из основных групп показателей должна иметь собственную систему единиц, основанную на фундаментальных размерностях, т.е. размерностях, к-рые не выражаются через др. В тех. показателях используются физ. системы единиц. В экономике отсутствуют подобные системы, хотя предложены такие фундаментальные размерности, как живой труд, кол-во продукции, деньги, астрономическое время. Метрология социальных процессов находится в начальной фазе развития, и в ней используются прежде всего условные единицы. Комбинированные показатели образуются, когда показатели одной группы выражаются через показатели др. группы, напр., стоимость 1 кг массы деталей кг/руб. Методы определения показателей классифицируются по таким основаниям, как способы и источники получения информации. Способы получе-

ния информации о показателях подразделяются на инструментальный (измерительный), регистрационный, органолептический, расчетный и их комбинации. В зависимости от источника информации методы подразделяются на традиционные (испытания и анализ), экспертные (*экспертные оценки*), социологические и их комбинации. По такому основанию, как управляемость, показатели подразделяются на неуправляемые и управляемые, а последнее — на управляемые с настройкой и управляемые в процессе функционирования изделия. Неуправляемые показатели имеют фиксированное значение и используются для характеристики прежде всего постоянных св-в, они могут изменяться только в процессе эксплуатации вследствие деформации, изнашивания тех. системы. По дискретности возможных изменений показатели делятся на непрерывные, к-рые в некотором интервале могут принимать любые значения, и на дискретные, имеющие счетное число значений. В свою очередь непрерывные показатели могут принимать бесконечно большое число значений, а дискретные — малое число значений, к-рое легко «перебрать», или большое число значений, к-рое трудно «перебрать».

Лит Брахман Т.Р. Многокритериальность и выбор альтернативы в технике М Радио и связь, 1984, Никифоров А.Д., Бойцов В.В. Инженерные методы обеспечения качества в машиностроении Уч пособие. М Изд-во стандартов, 1987, Холл А.Д. Опыт методологии для системотехники/Пер с англ М Сов. радио, 1975

ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ — величина, характеризующая качество *технических объектов*. Качество тех. объекта может меняться (ухудшаться, улучшаться), и П.к.т.о. отражает это изменение. П.к.т.о. выражается в виде ф.: $K_i = f(K_i, G_i, K_{эф})$, где K_i — относительный показатель каждого i -го ($i = 1, \dots, n$) включаемого в состав качества тех. объекта св-ва, определяемый в безразмерных единицах ($0 < K_i < 1$) и используемый для нейтрализации несоизмеримости св-в, вызываемой различием в единицах величин и в размахе шкал, к-рые применяются для измерения каждого св-ва. В случае относи-

тельно нетруდоемких способов определения П.к.т.о. (т.наз. упрощенный способ и приближенный способ) показатель K_i выражается с помощью нормирующей ф. вида:

$$K_i = \frac{Q_i - q_{i\text{бр}}}{q_{i\text{эт}} q_{i\text{бр}}},$$

где Q_i — абсолютный показатель св-ва, выражаемый в специфических для каждого св-ва шкале и единицах величин; $q_{i\text{бр}}$ — браковочное значение показателя, т.е. такое, к-рое является ближайшим, но худшим по отношению к допустимому значению (самоу плохому из допустимых для данного показателя), т.е. $q_{i\text{бр}}$ выполняет такую же ф., что и ограничения в экстремальной задаче, в т.ч. и в задаче *математического программирования*; $q_{i\text{эт}}$ — эталонное значение показателя, представляющее собой самое лучшее из достигнутых в мире значений этого показателя; G_i — коэффициент важности (весомости) показателя i -го св-ва, выраженный в безразмерных единицах ($0 < G_i < 1$) и используемый для нейтрализации несоизмеримости св-в, вызываемой различием их относительной важности (с т.зр. их влияния на качество тех. объекта); $K_{эф}$ — коэффициент сохранения эффективности, аккумулирующий в себе информацию об основных показателях: сохранности, безотказности, ремонтопригодности и долговечности, влияющих на надежность тех. устройства, созданного на основе тех. объекта. Этот коэффициент содержит информацию о соотношении периода времени, когда тех. устройство находится в работоспособном состоянии, к эталонному периоду его существования, отражающему характеристики надежности самых лучших в мире образцов тех. устройств данного типа. Для определения значений G_i , а также некоторых значений $q_{i\text{эт}}$, $q_{i\text{бр}}$ используются как *экспертный метод*, так и неэкспертные, аналитические методы. Напр., при определении $q_{i\text{бр}}$ и $q_{i\text{эт}}$ применяется такая разновидность неэкспертного метода, как документальный метод; при определении значений Q_i — экспериментальный или модельный метод; при определении значений G_i — метод статистической

обработки проектов или др. аналитические методы. Процесс определения значений П.к.т.о. и значений относительного показателя K_i называют соответственно оцениванием качества и оцениванием св-ва, а результат оценивания, т.е. полученные значения показателей K_k и K_i — оценкой качества и оценкой св-ва. Для выражения П.к.т.о. в виде ф. K_k используются различные модели, напр., аддитивные, при к-рых П.к.т.о. есть *аддитивный показатель качества*, мультипликативные модели и др. П.к.т.о. применяется для сравнения между собой нескольких вариантов тех. объекта, для оптимизации параметров тех. объектов с целью получения *оптимального решения* (в этом случае П.к.т.о. выступает в роли *целевой функции*), для ранжирования или выбора лучшего варианта тех. объекта из числа входящих в *множество Парето*. П.к.т.о. представляет собой одну из двух применяемых в *квалиметрии* форм квалиметрической модели качества тех. объекта (см.: *Квалиметрия, Квалиметрический анализ технических объектов, Критерии эффективности технических систем, Качество продукции*).

Лит.: Азгальдов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров (Основы квалиметрии) М. Экономика, 1982, Андрианов Ю.М., Лопатин М.В. Квалиметрические аспекты управления качеством новой техники. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983.

ПОКОЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ — изделия, к-рые выполняют такие же или близкие функции, как и изделия, изготовленные и использовавшиеся до этого, но имеют значительно лучшие отдельные *потребительские качества* и в целом более высокий *технический уровень*. Новое П.т.с. обычно имеет отличающиеся *функциональную структуру, принцип действия* или характеризуется значительными различиями в *техническом решении*. П.т.с. обычно реализуется в виде нескольких *моделей*. П.т.с. часто называют «поколение техники».

ПОЛЕЗНОСТЬ: 1) св-во объекта удовлетворять к.-л. человеческие *потребности*, т.е. характеристика материальных благ; 2) комбинированная оценка времени — стоимости — результативности (см.: *Результат и результатив-*

ность); 3) в рамках соответствующей системы соотношение между пользой и различным сочетанием расходов, связанных с достижением пользы (*коэффициент полезного действия* и т.п.). В 3-м случае разница между П. и эффективностью состоит в том, что при определении П. используются термины *потребительской стоимости*, а при определении эффективности — термины *стоимости*. П., как комбинация стоимости и результативности, изучается в теории П. и теории решений. В первой из них П. определенного кол-ва товаров X измеряется с помощью ф. $I(x)$, к-рую называют ф. П. Поскольку П. — непосредственно неизмеримая величина, при ее оценке используются предпочтения или поведение лица, *принимающего решение* в условиях неопределенности. Наиболее известными шкалами для измерения индивидуальной П. или предпочтений являются шкала интервалов Неймана и Моргенштерна и порядковая шкала Черчмана и Акоффа. В экономико-мат. моделях ф. П. используется для описания реакции потребителя на изменение цен необходимых для него товаров и его доходов. Однако в теории спроса, к-рая в определенной степени является приложением теории П., ф. П. вполне замещается кривой спроса.

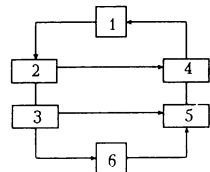
Лит.: Холл А. Опыт методологии для системотехники/Пер. с англ. Под ред. Г.И.Поварова. М.: Сов.радио, 1975.

ПОЛНАЯ ЛИЦЕНЗИЯ — в основном патентная лицензия, в соответствии с которой лицензиар (патентовладелец) предоставляет лицензиату все права на использование *изобретения* или иного вида пром. собственности без к.-л. ограничений на весь оставшийся срок действия охранного документа.

ПОНИМАНИЕ: 1) вид мыслительной деятельности, направленной на установление св-в и отношений актуального объекта; 2) одна из основных ф. науч. познания; 3) (как состояние) относительно полное (субъективно или объективно достаточное) владение *знаниями*, необходимыми для решения актуальной задачи; 4) способность реагировать на все, что влияет на эффективность выбора способа действий при решении

актуальной задачи. Проблема П. постоянно возникает при решении задач общения. Теорией процесса П. (истолкования) занимается герменевтика, первоначально занимавшаяся толкованием текстов, выявлением авторского смысла текстов. В вычислительной семантике для смыслового представления текстов используются концептуальные структуры, состоящие из концептов (понятий) и отношений между ними. Проблема представления смысла состоит в пошаговом переводе языковых выражений в некую целостную структуру. Теория концептуальной зависимости рассматривает концептуализацию как базовую единицу концептуального уровня, с помощью к-рой конструируется смысл текста. При этом выделяются класс элементарных действий и составные элементы концептуализации: акт, объект, направление и т.д. Смысловое содержание отражается в пакете *признаков*, показывающих, как слово взаимодействует в тексте с др. словами, а П. выражается как раскрытие взаимных отношений между ситуацией, описываемой одним высказыванием, и ситуацией, описываемой др. высказываниями. Любые знания содержат не только явные компоненты, но и скрытые, к-рые можно открыть, произведя определенные логические операции над «явным знанием». В результате таких действий над знаниями человек получает представление о структурных элементах, из к-рых состоит исходное знание, и связях между ними. Т.о., роль понимания в процессе познания связана с переходом к знанию более общей структуры. Понятие П. ассоциируется с понятием объяснения. При П. постигается целостная сущность явления, тогда как объяснение всегда строится на основе отдельного принципа или закона. При объяснении новые сведения вводятся лингвистическим способом, а именно, через новую лексику и ее толкование. Традиционно (напр., при обучении) выделяют несколько стадий П.: готовности к П. — установка на принятие новых знаний; смутное П., еще не выраженное вербально; П. операций репродуктивной деятельности, т.е. П. образцовой последовательности опера-

ций и действий; полное П. — освоение продуктивной деятельности, способность к применению знаний в новых ситуациях; способность к трансформации знаний. На этом этапе познания человек учится учиться, учится процессу познания. Знания, доведенные до такой стадии, существуют в памяти неограниченно долго. Человек в процессе развития приобретает индивидуальные концептуальные представления и субъективное П. явлений под влиянием собственной системы аксиологических и праксеологических установок. Эффективность использования полученных знаний в практической деятельности является одним из основных показателей П. этих знаний. Схематично отношения различных элементов знаний в процессе такой деятельности представлены на рис., где 1 — предметная область, 2 — мнемические образы, представления, 3 — абстрактно-символические модели, понятия, 4 — мнемические схемы операций, 5 — символические модели действий, 6 — теоретические обобщения, законы, гипотезы. Каждый человек обладает ограниченным объемом фоновых знаний, поэтому процесс П. сопровождается расширением содержания усвоенных ранее понятий, уточнением концептуальной модели актуального объекта. При этом возможны три вида изменения объекта: параметрические, алгоритмические, структурные. Наиболее эффективными являются структурные изменения, т.к. они ведут к двум первым видам изменений, а параметрические изменения можно считать наименее эффективными.



ПОНЯТИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА — понятия, используемые при *функционально-стоимостном анализе*. О б ъ е к т функционально-стоимостного анализа — подвергаемая анализу *техническая система* или ее элементы, а также технологические процессы, системы организации труда, производства и управле-

ния. Подсистема — система, входящая в состав анализируемой тех. системы. Надсистема — система, включающая анализируемую тех. систему. Потребительское свойство — способность тех. системы удовлетворять к.-л. *потребность* человека (общества) или др. тех. системы. Затраты на обеспечение и проявление потребительских св-в — совокупные приведенные расходы на тех. систему на всех стадиях ее *жизненного цикла*. Компоненты — составные части тех. системы (для *изделий* — сборочные единицы, детали и т.д., для технологических процессов — технологические операции, переходы, оборудование, оснастка и др.). Функциональный показатель — характеристика потребительских св-в, выраженная в параметрической форме (мощность, плотность тока, скорость, грузоподъемность, давление, освещенность и др.). Функция — проявление св-в материального объекта, заключающееся в его действии (воздействии или противодействии) по изменению состояния др. материальных объектов. Носитель функции — материальный объект, реализующий рассматриваемую ф. Объект функции — материальный объект, на к-рый направлено действие рассматриваемой ф. Полезная функция — ф., обуславливающая потребительские св-ва объекта. Вредная функция — ф., отрицательно влияющая на потребительские св-ва объекта. Нейтральная функция — ф., не влияющая на изменение потребительских св-в объекта. Главная функция — полезная ф., отражающая назначение объекта (цель его создания). Дополнительная функция — полезная ф., обеспечивающая совместно с главной ф. проявление потребительских св-в объекта. Основная функция — ф., обеспечивающая выполнение главной ф. Вспомогательная функция — ф. первого ранга — ф., обеспечивающая выполнение основной ф.; вспомогательная функция второго ранга — ф., обеспечивающая выполнение вспомогательной ф. первого ранга; вспомо-

гательные функции третьего и др. более низких рангов — ф., подчиненные по отношению к ф. предыдущего ранга. Ранг функции — значимость ф., определяющая ее место в иерархии ф., обеспечивающих выполнение главной ф. Уровень выполнения функции — качество ее реализации, характеризующееся значением параметров носителя ф. Требуемые параметры — параметры тех. системы, соответствующие реальным условиям функционирования объекта. Фактические параметры — параметры, присущие анализируемому объекту (существующему или проектируемому). Адекватный уровень выполнения функций — соответствие фактических параметров требуемым. Избыточный уровень выполнения функций — превышение фактических параметров над требуемыми. Недостаточный уровень выполнения функций — превышение требуемых параметров над фактическими. Модель объекта функционально-стоимостного анализа — условное представление объекта в графической или словесной (вербальной) форме, отражающее его существенные характеристики. Компонентная модель — модель, отражающая состав объекта и *иерархию* (соподчиненность) его элементов. Структурная модель — модель, отражающая взаимосвязи между элементами объекта. Функциональная модель — модель, отражающая комплекс ф. объекта анализа и его элементов. Функционально-идеальная модель — модель, отражающая комплекс ф. объекта, реализуемых мин. числом материальных элементов. Нежелательный эффект — недостаток объекта, выявленный в процессе анализа (см.: *Моделирование объекта функционально-стоимостного анализа, Матрица взаимосвязей функций и их носителей, Системный подход, Стоимостной анализ, Функциональная модель объекта, Функционально-стоимостный анализ, Функционально-стоимостные диаграммы, Функциональный анализ*).

Лит.: Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа. Методические рекомендации. М.: Информ-ФСА, 1991

ПОСЛЕДСТВИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ — выявление и изучение характера, структуры и масштабов влияния *науки* и *техники* на состояние, эффективность и качество функционирования систем: 1) человек — техника, 2) человек — техника — человек, 3) человек — техника — природа, 4) человек — техника — социум, на взаимодействие общества и природы, на создание жизнеспособной биотехносociосреды обитания человека. В практическом аспекте проблема П.н.т.р. связана с системным решением вопросов: как использовать ресурсы природы и общества; что и как производить; что и как потреблять; как предвидеть результаты наших действий; что требуется человечеству для преодоления кризиса технической цивилизации. Науч.-тех. развитие с т. зр. влияния на природу, человека и общество представляет собой единство положительных и отрицательных эффектов. Учет этих факторов — неперенное условие современного тех. творчества. С этой позиции в 1-й системе разработчики новой техники анализируют изменения: связи, характера распределения ф. между человеком и техникой; уровня взаимной автономности их функционирования; степени технологического подчинения человека технике; показателей психофизического, нравственно-эстетического влияния технологических процессов на человека. Во 2-й системе исследуется характер влияния развития техники на человека через изменение природы; решаются вопросы: о влиянии преобразованной природы на различные св-ва человека как биосоциального существа; об изменении его психофизических возможностей и отношения к природе; об уровне единства и гармонии человека с природой, степени внеш. и вн. комфортности. В 3-й системе раскрываются характер влияния тех. изменений на социальную среду жизнедеятельности человека, стиль его социально-психологического и социально-нравственного поведения, на нормы и ценности жизни, уровень личных

притязаний и ответственности за свои действия. В связи с этим развиваются *социальная технология*, социальная инноватика, социальная инженерия и др. отрасли знаний. Развитие тех. творчества на основе диалектического анализа охарактеризованных систем в их единстве — неперенное условие целостного развития человека, природы и общества. П.н.т.р. обуславливают разнородные факторы: 1) объективно общие (несоциальные) факторы — природная среда, уровень и объем производства, уровень и характер техники, тип *технологии* и т.п. Разные последствия влечет за собой разрешение *противоречий*: между ростом потребностей общества, темпов и объемов производства и пределами самовоспроизводства, саморегуляции и самооптимизации природы; между ростом напряженности социальной жизни и отставанием психофизической адаптации человека; между изменением силы, скорости и точности технологических, информ. процессов и возможностями человека и т.п.; 2) объективно специфические (социальные) факторы — конкретные экономические, социальные, политические, организационные, управленческие структуры, форма и стимулы поисковой деятельности и др. Разрешаются противоречия: между потребностями в новой технике и формами организации поисковых работ; между новой техникой и устаревшими распределительными формами; между новыми технологическими отношениями и социально-экономическими формами обмена деятельностью и т.п.; 3) субъективно-общие (не социальные) факторы — уровень и характер науч.-тех. знаний; относительность оценок полезности или вредности природных, производственно-технологических, человеческих факторов; методы деятельности; уровень профессиональной культуры; профессиональная этика; ограниченность познавательных возможностей человека, способностей прогнозирования; некомпетентность, безответственность, субъективизм и т.д.; 4) субъективно-специфические (конкретно-социальные) факторы — социальная активность и пассивность; тв. инициатива и

боязнь риска; предприимчивость и страх банкротства; свобода действий и заорганизованность; профессиональная честь и использование любых средств для достижения цели; самоопределение и конформизм; самоотдача и стяжательство, хищничество и пр. Эти св-ва порождаются различными социальными структурами и по-разному проявляются в облики и облике человека. Действия перечисленных факторов детерминируют многообразные последствия науч.-тех. развития. В то же время их уровень и характер зависят от того, по отношению к чему и в какой конкретной системе связей и отношений они проявляются. Типология П.н.т.р.: по качеству — естественные положительные и отрицательные, общественные положительные и отрицательные, а также нейтральные безразличные (в разных связях и по отношению к различным факторам); по масштабам — местные (частные), региональные (национальные, государственные, континентальные), глобальные (планетарные, космические); по времени наступления и действия — текущие, проявляющиеся одновременно с действием *технического объекта*, последствия ближайшей перспективы; последствия отдаленного будущего (анализ последствий по временному признаку — фактор прогнозирования); по механизму воздействия на природу и социальные объекты — прямые (эффекты с непосредственным действием) и косвенные (эффекты, проявляющиеся опосредованно через объекты и св-ва). Отрицательные последствия классифицируются по степени восполнимости ущерба: компенсируемые или нейтрализуемые, частично восполнимые (естественным или искусственным заменителем), необратимые (полная утрата видов растений и животных и т.п.). Все нововведения дают положительные и отрицательные эффекты. Знание причин и конкретного характера отрицательных последствий, уровня и форм их проявления в различных условиях, системах и средах — основа преодоления, уменьшения или нейтрализации ущерба от отрицательных влияний науч.-тех. развития, дифференцированного

поиска эффективных мер, средств и методов борьбы с ними. Практикуются: устранение условий проявления отрицательных эффектов; создание спец. тех. средств преодоления отрицательных последствий; замена старых технологий новыми; комбинирование разных технологий и материалов; изменение дозировки и интенсивности процессов; проведение утилизации и нейтрализации; перекрытие отрицательных последствий положительными эффектами; обращение отрицательных последствий на получение положительных эффектов в иных связях и отношениях; запреты на применение источников отрицательных последствий; повышение качества технологических процессов и материалов; разработка и соблюдение требований безопасности и норм эксплуатации; создание искусственной среды. П.н.т.р. необходимо постоянно выявлять и анализировать с целью определения наиболее правильных путей развития техники, *прогнозирования развития существующих технических систем и появления новых тех. систем, постановки задач технического творчества.*

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА — характеристика исходных данных и конечного результата, являющегося итогом решения *задачи технического творчества*. П.з.т.т. обычно включает: описание целей, к-рые требуется достичь; характеристику условий и ограничений, к-рые требуется учитывать и выполнять при достижении цели; выигрыши и блага, к-рые будет иметь человек или общество при решении задачи. П.з.т.т. — итерационный процесс, когда составляется несколько вариантов описания задачи с попытками их решения. При этом каждое последующее описание П.з.т.т. — более точное и детальное. П.з.т.т. — сложная и трудоемкая тв. работа, на к-рую не следует экономить время, поскольку правильная П.з.т.т. — это половина ее решения. Уточнение П.з.т.т. часто связано с отсечением многих перспективных и тупиковых направлений поиска. Нередки случаи, когда решение задачи находят в процессе ее

постановки. Основой успеха при этом является использование т.н. базального принципа эвристики, когда для эффективного формирования конкретной *проблемной ситуации* (в данной области) осуществляется «выход» в мета-область, метазнания, а затем «возвращение» в проблемную ситуацию с привнесенной информацией. Такой «выход» возможен, когда, напр., необходимые ф. и *потребительские качества* при П.з.т.т. формулируются в виде т.н. обобщенных ф. и *потребительских качеств*. Обобщение позволяет относительно легко выявить из разных отраслей множество *технических решений*, среди к-рых могут быть конкурентоспособные для данной П.з.т.т. Напр., если сформулировать «на отраслевом уровне» типичную для нефтяной и газовой отраслей задачу тех. творчества «совершенствование способов бурения скважин», то трудно ожидать создания принципиально новых тех. решений. Однако в сущности ф. «бурение скважин» не что иное, как частный случай более общих ф. — «дезинтеграция и перемещение материала». При такой формулировке П.з.т.т. возможно множество тех. решений из др. отраслей, где эти ф. реализованы с новыми (для нефтяной и газовой отраслей) потребительскими качествами. Напр., при традиционных способах бурения трудно представить себе скважину иного сечения, кроме круглого. Используя многочисленные способы дезинтеграции и перемещения материала, основанные на малоизвестных для нефтяной и газовой отраслей *физических эффектах* и их комбинациях, можно «прорубить» скважину, напр., овального сечения. Такое абсурдное на первый взгляд решение может быть очень полезным в регионах, где за счет различных процессов в недрах возникают большие горизонтальные напряжения горных пород, вследствие чего происходит сминание скважин (круглой формы). «Бурение» скважин яйцевидной формы с ориентировкой длинной оси сечения скважины в направлении макс. напряжений горных пород может сохранить скважину.

ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧИ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА МЕТОДИКА

— четко изложенные рекомендации по анализу *задачи технического творчества* и составлению описания постановки задачи тех. творчества. Эти задачи, как правило, решаются итерационным путем — формулируется несколько постановок задачи, к-рые различаются тем, что каждая последующая постановка более объективно, детально и углубленно рассматривает и описывает решаемую задачу. На 1-м этапе формулируется предварительная постановка задачи и отыскиваются ответы на вопросы: в чем состоит *проблемная ситуация* и цель решения задачи; как можно устранить проблемную ситуацию и достичь цели; что мешает решению задачи; что дает решение задачи — каковы мотивы необходимости ее решения. Если 1-й этап постановки и решения задачи оказывается малоуспешным, то осуществляется переход ко 2-му этапу постановки, к-рый включает: описание ф. *технической системы*; выбор *прототипа* и составление списка требований; выявление *недостатков и дефектов* прототипа; предварительную формулировку задачи; ее суть состоит в том, что в процессе решения задачи необходимо так изменить прототип и соответственно найти новое *техническое решение*, к-рое реализует данную ф. и не имеет недостатков, присущих прототипу. Если после этого не удастся получить искомого решения даже с помощью методов тех. творчества, то переходят к 3-му этапу постановки, к-рый включает выполнение следующих операций: анализ ф. прототипа и построение *улучшенной функциональной структуры*; анализ ф. вышестоящей по *иерархии* системы; выявление причин возникновения недостатков; выявление и анализ *противоречий* развития; определение идеального тех. решения; анализ возможностей улучшения показателей изделия. П.з.т.т.м. является составной частью многих методов тех. творчества.

Лит.: Мюллер И. Эвристические методы в инженерных разработках/Пер. с нем. М.: Радио и связь, 1984; Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988; Чус А.В., Данченко В.А. Основы технического творчества. Киев, Донецк: Вища шк., 1983

ПОТОКИ ВЕЩЕСТВА, ЭНЕРГИИ, ИНФОРМАЦИИ

— модели преобразования в-ва, энергии, информации в процессе функционирования *технической системы*. Предполагается, что при этом: изменяются основные св-ва в-ва (вкус, цвет, магнитная проводимость, форма, размеры, местоположение, фазовое состояние и т.д.); различные виды энергии (энергоносители) преобразуются в др. виды энергии и изменяются их параметры (например, давление $P_1 \rightarrow P_2$, температура $t_1 \rightarrow t_2$); в качестве энергоносителей всегда выступает в-во или поле; изменяются содержание и форма, кол-во и качество, а также местоположение информации. Изменение (преобразование) информации обеспечивается операциями над в-вом и энергией. П.в.э.и., отображающие преобразование входного состояния в выходное, можно представить определенной совокупностью элементарных ф., в свою очередь реализующихся физическими операциями. П.в.э.и. являются компонентами *поточковой функциональной структуры технической системы*.

Лит.: Koller R. Konstruktionsmethode für den Maschinen Geräte- und Apparatebau. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1976, Хубка В. Теория технических систем/Пер. с нем. М.: Мир, 1987

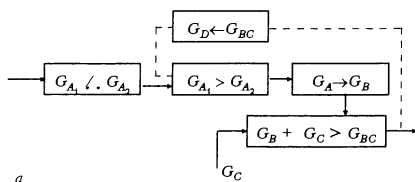
ПОТОКОВАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА (технической системы)

— модель *технической системы* в виде взаимосвязи преобразований *потоков вещества, энергии, информации*. Любую тех. систему (*технологию*, *тех. комплекс*, *машину* в составе технологического комплекса, *узел машины*, *деталь*) представляют в виде преобразователя (рис.1), взаимодействующего с внеш. средой, использующего и преобразующего поступающие из внеш. среды потоки энергии \bar{E} , в-ва \bar{B} и информации \bar{I} в потоки \bar{E}_1 , \bar{B}_1 , \bar{I}_1 . Неиспользованная, а также преобразованная часть потоков возвращается (подается) во внеш. среду или на вход преобразователя.

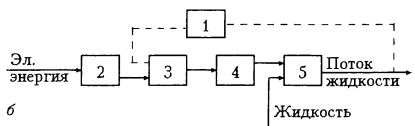
При этом тех. система реализует определенный набор (вектор)



Рис 1



а



б

Рис 2

функций \bar{F} , удовлетворяющих вектору *потребностей* \bar{P} , ради выполнения к-рых собственно и создается тех. система. Преобразования и взаимосвязь потоков реализуются с помощью элементарных ф. и элементарных операций, последовательность к-рых можно отобразить на схеме. Напр., одна из реализаций П.ф.с. насоса с регулируемой производительностью и приводом от эл. двигателя изображена на рис.2, где на рис.2,а дана последовательность элементарных ф., реализуемых операциями Коллера над потоками энергии, в-ва (сплошные, на входе — эл. энергия, поток G_C — в-во (жидкость), на выходе — поток в-ва) и информации (штриховые); на рис.2,б показана возможная реализация элементарных операций П.ф.с. тех. устройствами (1 — датчик давления, 2 — эл. рубильник, 3 — регулятор напряжения, 4 — эл. двигатель, 5 — насос). П.ф.с. позволяет провести первичный анализ потоков в-ва, энергии и информации, определить возможные реализации элементарных операций, наметить возможные модификации П.ф.с. и осуществить первичный отбор рациональных П.ф.с. для дальнейшего конструирования (см.: *Функциональная структура технической системы*).

Лит.: Koller R. Konstruktionsmethode für den Maschinen Geräte- und Apparatebau. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1976, Полонинкин А.И. Основы технического творчества. М.: Машиностроение, 1988.

ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ КАЧЕСТВА

— основные критерии и показатели *технической системы*, к-рые играют

решающую роль при выборе нужного изделия покупателем или пользователем из нескольких альтернативных изделий с одинаковыми или близкими функциями. Список П.к. обычно включает *функциональные, экономические и антропологические критерии техники*. П.к. — одна из четырех групп *главных характеристик технической системы* (см.: *Критерии эффективности технической системы*).

ПОТРЕБНОСТИ — желания человека (потребителя, конструктора, технолога и т.п.) устранить к.-л. дискомфорт или неудовлетворенность своим существованием, перевести к.-л. объект из одного состояния в др., устранить к.-л. препятствие, мешающее достижению поставленной цели, и т.п. Существует очень большое кол-во разнообразных П. человека, к-рые разделяются на определенные классы и подклассы (см.: *Систематика потребностей и технических функций*). Подавляющее большинство П., к-рые удовлетворяются с помощью к.-л. *технической системы* или др. *технического объекта*, называют *технически реализуемыми потребностями*. Эти П. имеют достаточно четкое формальное описание, к-рое адекватно описанию *технических функций* соответствующих тех. систем и объектов. Возникающие П., устраняемые с помощью тех. объектов, есть первопричина возникновения и развития *техники*. В связи с этим известный специалист по истории техники С.В. Шухардин писал: «Главной движущей силой развития техники является потребность общества в материальных и культурных благах, которая проявляется в противоречии между постоянно растущими материальными и культурными потребностями людей и техническими возможностями удовлетворения этих потребностей». Множество П. человека, особенно технически реализуемых П., на протяжении истории человечества возрастает. Этот процесс отражают *закономерности возникновения и развития потребностей*.

Лит.: Половинкин А.И. Законы строения и развития техники. Волгоград: ВолгПИ, 1985.

ПРАКТИЧЕСКАЯ (РЕАЛЬНАЯ) ЗАДАЧА — *задача технического творчества*, к-рая поставлена практикой и

решение к-рой актуально. Существуют следующие способы поиска П.з.: 1) просмотр периодических печатных изданий, где часто публикуются объявления о конкурсах, посвященных решению конкретной проблемы. Изучение «темников» рационализаторской и изобретательской деятельности. Попытка сформулировать аналогичную задачу в др. области практики; 2) наблюдение и анализ конкретного производственного процесса (поиск «узких» мест, наиболее трудоемких и продолжительных операций с целью их рационализации); анализ способа выполнения некоторых операций, к-рый вызывает сомнение, странное впечатление (не ясно, зачем это делается или почему именно так проводится конкретное действие); выявление всех ручных операций с целью разработки способов их механизации и автоматизации; анкетирование (устно, письменно) рабочих производственного участка с целью выявления существующих проблем (дискомфорт, трудоемкие операции и т.д.); сбор информации о повторяющихся видах происшествий, аварий, о дефектах, наблюдаемых в *техническом объекте* или его элементах; анализ всех отходов (материальных, энергетических и информ. потоков), возникающих при производстве, функционировании и отмирании *технической системы* с целью их снижения или использования; 3) анализ второй половины *жизненного цикла технических систем*: производство ее элементов, монтаж, транспортировка, продажа, сервис, утилизация.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ЭКСПЕРТИЗА ИЗОБРЕТЕНИЯ — проверка наличия документов, содержащихся в заявке на *изобретение*, и решение вопроса о том, относится ли заявленное изобретение к объектам, охраняемым действующим законом. Предварительная экспертиза заявки на изобретение проводится в установленный срок с даты ее поступления в государственное патентное ведомство.

ПРЕДМЕТ ТРУДА — св-ва, отношения, процессы и системы природного и социального мира, на преобразование, освоение и утилизацию к-рых направлена человеческая деятельность с целью производства продуктов, облада-

ющих определенными св-вами. П.т. может быть и сама целесообразная деятельность, если она подвергается исследованию, перестройке, управлению и т.д. В состав процесса труда входят целесообразная деятельность человека, тех. средства, предмет и продукт. Функциональная определенность каждого из этих элементов зависит от их места в структуре конкретного процесса труда. Так, один и тот же *технический объект* может быть и продуктом (машиностроительного завода), и средством труда (в добывающей промышленности), и П.т. (в процессе ремонта). П.т. классифицируются по следующим основаниям: происхождение (естественные и искусственные); форма существования (материальные и идеальные); характер деятельности человека (предметы преобразовательной, познавательной, информ.-коммуникативной и организационно-управленческой деятельности); структура различных типов производства — материального, духовного и социального. Содержательные характеристики П.т.: хим. элементы, естественные и искусственные, неорганические и органические соединения, в-ва неживой и живой природы; формы движения материи — от мех. до социальной; источники качественно различных форм энергии, процессы их взаимопревращения; информ. процессы в природном и социальном мире. Во взаимодействии с этими группами структурных элементов П.т. развиваются соответственно структура и ф. *техники* отраслевого и внутриотраслевого характера. Изменение техники определяется тем, какой материал (П.т.) обрабатывается, для каких ф. и при каких условиях он преобразуется, какое *изделие* необходимо из него получить, из какого конструкционного материала создается новый тех. объект, с использованием какого источника энергии он будет действовать и т.п. На структуру и ф. П.т. влияют: качественная и количественная определенность его элементов, их изобилие или дефицит, степень доступности для познания и использования, возможности применения в производстве, эффективность методов их обработки и эксплуатации, характер их

влияния на качество продукции, уровень производственных затрат и отходов, объем отрицательных последствий, содержание и структура *потребностей* человека и общества, разнообразие *технологий* производства, производственные традиции. Закономерные тенденции в развитии П.т. и техники в процессе их взаимодействия: утилизация все большего кол-ва (и массы) естественных материалов и их св-в; увеличение объема синтетических материалов в составе П.т. и возрастание их роли в качестве конструкционного материала; усиление значения синтетических материалов с комплексом заданных св-в; растущая утилизация естественных процессов в производстве; все большая степень реализации процессов непосредственного превращения различных форм энергии друг в друга и всех — в эл. энергию; увеличение объема и роли информ. процессов, средств связи, контроля, регулирования и управления в составе техники; дифференциация конструктивных форм; специализация форм и ф.; упрощение форм и ф. тех. средств; интеграция техники; интенсификация технологических процессов; усиление роли технологических процессов (технологизация); возрастание объема и значения компьютерных технологий; возрастание преобразующего воздействия техники на природу и ее независимости от последней. Эти закономерности выражаются во все большей независимости конструктивных форм от св-в естественных материалов, в растущей гибкости (способности к модификациям) и приспособляемости (к функционированию в различных условиях), в росте многообразия форм воплощения одних и тех же принципов и использования различных источников энергии и т.п. С учетом этих закономерностей можно говорить о росте свободы тех. творчества. Речь идет не о свободе по отношению к законам природы и развития самой техники, а о больших возможностях при создании новой техники добиваясь результатов, все полнее отвечающих потребностям человека, позволяющих действовать все более успешно при неблагоприятных условиях. Возрастание

свободы тех. творчества в этой связи означает рост возможностей и способностей человека создавать тех. объекты для функционирования в нужной ситуации и с заданным «поведением». Свобода тех. творчества обеспечивает в итоге более качественную, эффективную и полную обработку П.т.

ПРИБОР: 1) широкий класс *устройств*, предназначенных для измерения, контроля, регулирования, управления, защиты, вычислений, изображений и т.п.; 2) многие спец. приспособления к *машинам*, выполняющие к.-л. самостоятельную часть действий машины.

ПРИЗНАКИ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ — типичные часто повторяющиеся характеристики *технических решений* в различных областях *техники*. Наиболее распространены следующие группы П.т.р.: указание (перечень) основных элементов *технической системы* (элементом может быть часть детали, деталь, сборочная единица, блок, агрегат, вся тех. система); особенности взаимного расположения элементов в пространстве; способы и средства соединения и связи элементов между собой; последовательность взаимодействия элементов во времени; особенности конструктивного исполнения элементов (геометрической формы, материала и т.п.); принципиально важные соотношения размеров и др. параметров тех. системы. Описание тех. решения конкретной тех. системы может быть осуществлено с любой степенью детализации. Для этого используют иерархический набор двухуровневых описаний тех. решения, т.е., сначала с помощью указанных групп П.т.р. описывают тех. решение устройства в целом, затем тех. решение каждого блока (узла) и т.д. Группы П.т.р. хорошо разработаны в методических и инструктивных материалах по патентоведению, т.к. во всех *патентах* и ранее выдававшихся *авторских свидетельствах* на *устройства* дается описание тех. решения *прототипа*, нового решения и их отличительные признаки.

ПРИМЕНЕНИЕ ИЗВЕСТНЫХ РАНЕЕ УСТРОЙСТВА, СПОСОБА, ВЕЩЕСТВА, ШТАМПА ПО НОВОМУ НАЗНАЧЕНИЮ КАК ОБЪЕКТОВ ИЗОБРЕТЕНИЯ — использование их по новому назначению.

ПРИНУДИТЕЛЬНАЯ ЛИЦЕНЗИЯ

— разрешение на использование запатентованных *изобретений* с выплатой вознаграждения патентовладельцу. Выдается без согласия патентовладельца по решению патентного ведомства, судебных или иных органов государственного управления, к-рые определяют условия использования изобретений и размер лицензионного вознаграждения.

ПРИНУДИТЕЛЬНОЕ ОТЧУЖДЕНИЕ ПАТЕНТА — приобретение государством *патента* у патентовладельца в принудительном порядке с соблюдением условий, предусмотренных законодательством, и, как правило, с выплатой вознаграждения.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ — представление *технической системы* в виде принципиальной схемы, в к-рой в упрощенной форме показаны основные конструктивные элементы и указаны во взаимосвязи действующие *физические эффекты* (могут быть и др. эффекты), служащие основой работы тех. системы. П.д. можно описать в виде *физического принципа действия* — цепочки или сети взаимосвязанных физ. эффектов. Такое представление легко отобразить ориентированным графом, вершинами к-рого являются наименования физ. эффектов, а ребрами — входные и выходные *потоки вещества, энергии и информации*. При этом П.д. легко построить с помощью *поточковой функциональной структуры*, заменяя наименования *физических операций* на наименования физ. объектов в соответствующих физ. эффектах. Представление П.д. в виде графа позволяет создавать автоматизированные банки данных по П.д. и осуществлять их компьютерную обработку. П.д. — это один из уровней описания тех. системы в *иерархии* ее вн. факторов.

Лит. Автоматизация поискового конструирования/Под ред. А.И. Половинкина М.: Радио и связь, 1981. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества М.: Машиностроение, 1988

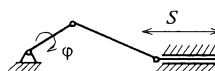
ПРИНЦИП ПИТЕРА — принцип, основанный на том, что сотрудник организации выдвигается на пост, к-рый на ступень выше, чем тот, для к-рого он достаточно компетентен. Как правило, это служит серьезным стимулом для интенсивного повышения сотрудником своей квалификации. П.П. приемлем в основ-

ном для крупных организаций. Его целесообразно иметь в виду как руководителям, подбирающим кандидатов на повышение, так и претендентам на следующий иерархический уровень.

Лит.: Питер Л., Халл Р. Принцип Питера // Иностран. лит. 1971 № 8

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СТРУКТУРА УСТРОЙСТВА

— упрощенное представление *технического решения устройства* в виде схематического отображения конструктивных элементов и характера их компоновки. *Техническая система* в виде устройства может иметь несколько уровней отображения и описания, различающихся степенью абстрактности. Можно назвать по крайней мере три уровня: 1) рабочие чертежи, на к-рых изображены все детали и их размеры; 2) тех. решение, на к-ром изображена компоновка основных элементов, без указания их размеров; 3) кинематические схемы, пример к-рой для кривошипно-шатунного механизма показан на рис. Почти для



каждой области техники разработан свой развитый язык построения П.с.у. При построении П.с.у. обычно используются схематические изображения *рабочих пар* из *метода взаимодействующих поверхностей*, а сама П.с.у. привлекается к построению *структуры технической системы*. П.с.у. играет большую роль в тех. творчестве, поскольку тв. поиск и синтез происходят в первую очередь на уровне и языке П.с.у. Если для данного конкретного случая отсутствует развитый язык изображения П.с.у., то изобретатель часто сам придумывает такой язык (см.: *Принципиальное решение*, *Функциональная структура*).

ПРИНЦИПИАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ — основная идея и суть решения *задачи технического творчества*, к-рая еще не соответствует критерию достаточности, особенно в плане материализации. При рассмотрении тв. задачи субъект в самом начале неизбежно проходит через ряд ее абстрактных представлений и *принципов решения проблемы*. При поиске П.р. очень важно осуществить правильное упрощение и абстрагирова-

ние задачи, к-рое обычно ведется в двух направлениях: 1) отказ от количественного выражения параметров в описании признаков рассматриваемой *технической системы*; 2) сокращение числа признаков за счет исключения малозначущих. Иначе говоря, синтезированное П.р. характеризуется только самыми главными и важными признаками искомого *технического решения*. П.р. может быть представлено в виде упрощенной *функциональной структуры*, *принципа действия* и т.п.

ПРИНЦИПЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ

— рекомендации принципиального характера по решению проблем и *проблемных ситуаций*, следующие из общих закономерностей диалектики. Обзор основных П.р.п. дан на рис. Исходя из поставленной цели — выявить и решить проблему можно выделить по меньшей мере две группы принципов: выявления и последующего решения проблемы (I группа — основные принципы, см. рис.); регулирования мыслительного процесса (II группа принципов — вспомогательные). В целом складывается следующее упорядочение: 1) принципы выявления проблем основываются на принципе противоречия как выражении закона единства и борьбы противоположностей (на рис. *VP* — процесс определения отличия, *GP* — процесс определения противоположности, *WP* — процесс определения противоречия); 2) если с т.зр. закона перехода количественных изменений в качественные решение проблемы характеризуется новым качеством, то с большой вероятностью это новое решение патентоспособно. При этом действует принцип преобразования как «высший» принцип решения проблемы (на рис. *WVP* — процесс повторного использования, отвечающий П.р.п. посредством распознания, *AWP* — процесс модификации, отвечающий П.р.п. посредством поиска, *VWP* — процесс преобразования, отвечающий П.р.п. с переходом качества); 3) закон отрицания отрицания действует через отдельные этапы абстракции и последующей конкретизации как определяющий вспомогательный принцип. Этот принцип относительно мыслитель-

Обработка проблемы (ОП)	Выявление проблемы			Поиск решения			
Основные принципы	Принципы определения проблемы			Принципы решения проблемы			
	Определение отличия			Решение посредством распознавания			
	<div>Опред. противоположности</div> <div>Определение противоречия</div>			<div>Решение посредством поиска</div> <div>Реш. с переходом качества</div>			
	(VP) процесс определения отличия	(GP) процесс определения противоположности	(WP) процесс определения противоречия	(WVP) процесс повторного использования	(AWP) модификация	(VWP) процесс преобразования	
	Обработка проблемы = выявление проблемы + решение проблемы						
ОП: процесс	Определение проблемы			Решение проблемы			
ОП: вспомогательные принципы	минимум один основной принцип + все 4 вспомогательных принципа						
	Принцип (AP) абстракции	Принцип (ZP) разложения		Принцип уплотнения		Принцип сокращения	
	Промежуточное упрощение	Промежуточное разделение		Упрощение операндов		Упрощение операций	
	Принципы мышления, эффективное мышление			Принципы представления, эффективное представление			
Типичная ОП	В зависимости от основного принципа и определяющего принципа мышления						
	Выявление проблемы		ZP	AP	VP	GP	WP
	Сравнение «заданная величина – фактическая величина-идеал»	xx	x	x			
	Мысленное заострение требований («оператор максимально допустимой концентрации»)	x	xx		xx	x	
	Метод ориентировочных уравнений	x	xx		x	xx	
	Решение проблемы	ZP	AP	WVP	AWP	VWP	
	Методы поиска		x	x	xx		
	Метод аналогий	x	xx	x			
	Метод вариаций (изменений) (преобразований)	x	xx		x		x
	Метод комбинаций (при известной структуре сопряжения)	xx	x	xx	x		
	Метод комбинаций (при неизвестной структуре сопряжения)	x	xx	xx			x
	Знак * указывает на повышение вероятности получения патентоспособного решения						

ного процесса дополняется принципом разделения (см. рис.) в соответствии с системным характером выполняемой разработки и двумя уровнями абстрагирования при описании *технической системы*: *принципиального решения* и *принципиальной структуры* устройства.

В методах решения проблем используются комбинации различных принципов, причем при решении различных проблем в используемых комбинациях доминируют разные принципы, примером чему может служить *метод аналогий* (см. рис.).

ПРИОРИТЕТ ИЗОБРЕТЕНИЯ устанавливается согласно действующему закону по дате поступления заявки на *изобретение* в государственное патентное ведомство.

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ — *технический объект* в виде устройства, связанного с выполнением в *технической системе* вспомогательных ф. в подготовительно-заключительных и дополнительно-улучшающих процессах. Совершенствование машин и др. тех. систем в первую очередь связано с улучшением существующих и *изобретением* новых П.

ПРОБЛЕМА — исходные предварительные формулировки условий, *противоречий*, вопросов, необходимых для постановки тв. задач, в т.ч. *задач технического творчества*. П. формулируется из *проблемной ситуации*, возникающей в процессе практической или духовной деятельности из *противоречия* между определенной социальной *потребностью* и имеющимися средствами ее адекватного удовлетворения. П. — это совокупность вопросов и суждений о проблемной ситуации, решение к-рых необходимо для ее устранения. Задачи в отличие от П. характеризуются следующими признаками: используются определенные (дихотомические) вопросы, известны характер и текущее состояние проблемной ситуации, имеется достаточно четкое и однозначное представление о конечном результате, существуют процедуры перехода от текущего состояния к желаемому. Т.о., если для решения П. необходимы новые знания, то для решения задач можно использовать имеющиеся знания. Большое разнообразие П. затрудняет их классификацию. Обычно основаниями классификации П. служат проблемные ситуации, породившие П., и задачи, вытекающие из них: научные П., практические, художественные, П. степени общности описания действительности: глобальные, региональные, национальные, местные. Формулирование П. как этап процесса принятия решения состоит из двух стадий: обоснование существования П. и ее предварительный анализ. Анализ проводится при изуче-

нии потребностей, к-рые должны быть удовлетворены, и средств их реализации, возможных с т. зр. производства и эксплуатации. Обоснование существования П. состоит из следующих процедур: предварительное описание проблемной ситуации, предварительный анализ ситуации, истории возникновения и прогноз ее развития, сравнение с др. проблемными ситуациями, анализ нежелательных последствий, окончательное описание ситуации. Предварительный анализ П., целью к-рого является установление принципиальной разрешимости П. и ее окончательная формулировка, включает следующие процедуры: составление исходной формулировки П., уточнение структуры П., оценка принципиальной разрешимости П., окончательная формулировка П. Исходная формулировка П. представляет собой краткое и точное описание проблемной ситуации и вопросов, решение к-рых ее устраняет. Наиболее важными факторами, определяющими процесс формулирования П., являются целевые установки, использованные при эмпирическом описании проблемной ситуации, методологические установки, ценностная ориентация, концептуальный аппарат и используемый язык. Большое разнообразие П. затрудняет выявление их общих структурных элементов. В зависимости от характера и сложности П. используются следующие структуры: теоретические схемы, содержательные, логические системы иерархически упорядоченных вопросов, *декомпозиция* П. на задачи и подзадачи, к-рая является зеркальным отображением дерева целей. Для относительно сложных П. на базе последнего вида структур осуществляется оценка их принципиальной разрешимости, после чего проводятся анализ, оценка и окончательная формулировка П.

Лит.: Евланов Л.Г. Теория и практика принятия решений. М.: Экономика, 1984; Никифоров В.Е. Проблемная ситуация и проблема: генезис, структура, функции. Рига. Зинатне, 1988; Холл А.Д. Опыт методологии для системотехники /Пер. с англ. М.: Сов. радио, 1975.

ПРОБЛЕМНАЯ СИТУАЦИЯ: 1. Предварительная постановка задач *технического творчества*. Описание П.с. обычно содержит ответы на сле-

дующие вопросы: в чем состоит главная цель решения задачи; что мешает достижению цели; что нужно для устранения затруднения, мешающего фактора; что даст решение задачи для человека и общества; какова ее актуальность. П.с. представляет собой начальную составную часть в постановке задачи тех. творчества.

2. Ситуация перед началом поиска решения, когда решение в момент постановки задачи потенциально не известно. Если при постановке задачи (в широком смысле) путь к ее решению и необходимые для этого средства могут быть известны разработчику и остается только реализовать решение, то имеет место лишь узкая задача. Если в момент постановки задачи решение потенциально не известно, то имеет место П.с. — *проблема*. Классификация П.с. проводится прежде всего по таким основаниям, как уровень описания (эмпирическое, теоретическое, методологическое) и тип деятельности (естественная: человек — система природы, социальная, техническая, познавательная), в рамках которой существуют как *потребности*, так и средства их удовлетворения. Предварительное описание П.с. включает два этапа: формирование структуры ситуации, обычно связывающей главное *противоречие* с порожденными им и связанным с ним др. противоречиями; оценка П.с. параметров и уточнение среды, окружающей ее. Основными элементами описания являются ответы на вопросы, отражающие: сущность П.с. (Что? Где? Кто? Почему? С какой целью?); возникновение и развитие П.с. (Когда?); основные факторы и условия (При каких условиях?); актуальность и срочность решения П.с.; степень полноты и достоверности информации. Предварительный анализ П.с. выполняется с целью установления ее существования (действительная или мнимая П.с.) и причин ее возникновения. Последнее позволяет вскрыть наиболее существенные факторы, влияющие на решение проблемы. Анализ истории возникновения П.с. связан с установлением ее новизны, а прогноз ее разви-

тия — с обоснованием необходимости и направления ее решения. Сравнение с др. П.с. (более общими, аналогичными, более частными) наряду с уточнением ее основных элементов также дает возможность использовать полностью или частично существующее в практике решение аналогичных проблем. Особенно серьезное внимание следует обращать на анализ возможных нежелательных последствий, чем очень часто пренебрегают на этом этапе. Окончательное описание П.с. состоит в определении степени полноты и достоверности информации, ее перегруппировке и адаптации к конкретным условиям. Перевод описания П.с. с естественного языка на спец. науч. язык позволяет достичь однозначности ее *понимания*, а упрощение структуры описания обычно углубляет ее понимание. Важным элементом описания П.с. является фиксирование *знаний*, не известных для рассматриваемого случая.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ — составление прогноза, основанное на комплексном анализе развития конкретной *технической системы* с позиций ее соответствия *законам развития технических систем*, формулировании и решении перспективных задач по развитию данной тех. системы и (или) ее замене др., более перспективной. Причем в отличие от традиционных прогнозов, предсказывающих изменение тех или иных характеристик, но не определяющих, каким образом оно будет достигнуто, прогноз по данной теории дает конкретные *технические решения*, позволяет сформулировать целостную и обоснованную концептуальную модель *идея* или *технологии* нового поколения. Использование *теории решения изобретательских задач* позволяет выявить все перспективные тех. решения в данной конкретной области, создать т. наз. «патентный зонтик».

Лит. Решение изобретательских задач: Сб. статей. Кишинев: МНТЦ «Прогресс», Картя молдовеняскэ, 1991.

ПРОГРЕССИВНОЙ ЭВОЛЮЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗАКОН

— всеобщий закон развития *техники*, суть к-рого заключается в том, что в *технических системах*, выполняющих определенные *технические функции*, переход к новым *моделям* и *поколениям* тех. систем вызван необходимостью устранения в используемых тех. системах выявленных *недостатков* и *дефектов*, а также *противоречий*, что обычно связано с улучшением *критериев эффективности* и происходит при наличии необходимых и достаточных *внешних факторов*. При этом имеет место определенная логика изменения *структуры технической системы*, основывающаяся на принципе получения необходимого эффекта при мин. изменениях структуры, что обычно связано и с меньшими изменениями технологии изготовления тех. систем. Этой логике подчинены наиболее вероятные пути иерархического исчерпания возможностей конструкции (структуры) тех. системы, реализуемые в виде нескольких соподчиненных циклов: А. При неизменных *функциональной структуре, принципе действия* и *техническом решении* улучшаются *параметры технической системы* (цикл А); Б. После исчерпания возможностей цикла А осуществляется переход к более рациональному тех. решению, после чего развитие опять происходит по циклу А, при этом цикл А–Б может повторяться до приближения к наилучшему тех. решению для данных принципа действия и функциональной структуры; В. После исчерпания возможностей используемого принципа действия может произойти переход к новому, более эффективному принципу действия, после чего развитие опять соответствует циклу А–Б, при этом цикл А–Б–В повторяется до приближения к наилучшему принципу действия для множества известных в данное время *физических эффектов*, а также биологических и хим. эффектов; Г. После исчерпания возможностей цикла А–Б–В, а иногда А–Б может произойти переход к более рациональной функциональной структуре. При осуществлении указанных циклов действу-

ет еще одно условие: в каждом случае перехода к новой *модели* или *поколению технических систем* из всех возможных вариантов изменения структуры реализуется тот, к-рый характеризуется наибольшим снижением удельной себестоимости продукции или увеличением др. полезного эффекта при отсутствии ухудшений или незначительных ухудшениях др. критериев эффективности. П.э.т.с.з. имеет явную связь с *законом стадийного развития*, поскольку он отображает и реализует развитие тех. систем внутри каждой стадии. Существует ряд закономерностей развития техники, к-рые отображают типичные ситуации проявления П.э.т.с.з.: *закономерность сохранения старых структур; закономерность возврата к старым структурам технических систем; закономерность дифференциации и специализации техники; закономерность изменения критериев эффективности; закономерность удешевления единицы полезного эффекта; частные закономерности изменения структуры технических систем*. Основные направления практического использования П.э.т.с.з. связаны с созданием конкретного класса тех. систем в рамках *методологии выбора конкурентоспособных решений*, системной методологии проектной деятельности и разработкой методик изучения *эволюции техники*. Кроме того, указанные закономерности развития техники позволяют решать частные задачи прогнозирования и поиска улучшенных структур тех. систем.

Лит. Половинкин А.И. Законы строения и развития техники. Волгоград ВолгПИ, 1985, Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988, Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники закономерности техники и их применение М. Информэлектро, 1990.

ПРОЕКТ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ — созданное в процессе *проектирования* и *конструирования* представление и описание новой *технической системы*, как правило, основывающейся на одном или нескольких *прототипах* аналогичных систем, включающей новые *технические решения* на уровне *изобретений* и имеющей определенные преимущества по сравнению с прототи-

пом. П.т.с. обычно содержит рабочие чертежи и конструкторскую документацию. В отличие от тех. решения в проекте указывают значения необходимых параметров тех. системы в целом, ее элементов и деталей. П.т.с. содержит всю необходимую информацию для изготовления, эксплуатации и ремонта тех. системы.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ (от лат. *proiectus* — брошенный вперед) — процесс создания проекта в виде проектной документации, необходимой для изготовления или реконструкции *технического объекта* либо проведения экспертизы с целью принятия решения по изготовлению, реконструкции, ремонту и др. вопросам. Предметная область П. непрерывно расширяется. Наряду с традиционными видами П. тех. систем имеет место также П. др. объектов: трудовых процессов, организаций, среды обитания человека, экологическое, социальное, инженерно-психологическое, генетическое и др. Процесс П. тех. объекта включает обоснование *технически реализуемой потребности*, выбор или синтез *потребительских качеств* объекта, структуры и конструкции объекта и его элементов, изготовление проектно-конструкторской документации, изготовление и использование *моделей*, макетов и опытных образцов. Укрупненно процесс П. можно разделить на две части: *внешнее проектирование*, связанное с выполнением работ по *маркетингу* и определением основных характеристик тех. объекта, и *внутреннее проектирование*, связанное с *конструированием* тех. объекта и его детальной проработкой. Начальные стадии разработки проекта относятся к наиболее творческим и характеризуются постановкой и решением *задач технического творчества*, для решения к-рых целесообразно использовать методы тех. творчества. В последнее время в П. широко используют различную компьютерную поддержку: *системы автоматизированного проектирования*, средства *автоматизации поискового проектирования и конструирования*. П. почти любого объекта связано с вмешательством в

среду обитания человека. При этом новый объект часто оказывает вредное воздействие на живую природу и человека, превосходящее ожидаемое благо. Поэтому при П. необходимо учитывать не только технико-экономические требования, но и социальные, антропологические, экологические и др., т.е. объект должен проектироваться как органичный элемент гармоничной *ноосферы*.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КРИТЕРИЙ — кол-во времени, к-рое затрачивается на производство единицы продукции. П.к. — это интегральный показатель уровня развития *техники*, к-рый непосредственно зависит от ряда параметров, влияющих на производительность труда: скорости движения и обработки объекта, физ. и хим. параметров, влияющих на интенсивность обработки объекта, непрерывности процесса обработки, степени механизации и автоматизации. П.к. — один из важнейших *функциональных критериев технической системы*.

ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРИМЕНИМОСТЬ — условие *патентоспособности изобретения*, к-рое является промышленно применимым, если оно может быть использовано в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении и др. сферах деятельности общества.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ — объект правовой защиты. Зарегистрированное в установленном порядке новое художественно-конструкторское решение *изделия*, определяющее его внеш. вид в соответствии с требованиями тех. эстетики, пригодное к реализации пром. способом и дающее положительный эффект. Охраняется *патентом*. Организационные, имущественные и трудовые проблемы, возникающие в связи с разработкой, охраной и использованием П.о., регулируются *патентными законодательствами*.

ПРОСПЕКТ — издание, информирующее о конкретном товаре (или группе аналогичных товаров). Содержит подробное описание отдельных марок и *моделей*, большое количество иллюстраций, графиков, табл., позволяющих определить достоинства и возможности использования рекламируемого товара.

ПРОТИВОРЕЧИЕ: 1. Ситуация, возникающая при решении тв. задачи A , когда множество признаков M_A , не удовлетворяющих определенным условиям, необходимо преобразовать в совокупность признаков M_L , удовлетворяющих этим условиям, при использовании дополнительных признаков M_Z , которые разработчику (субъекту) неизвестны. При попытках обычным логическим путем синтезировать неизвестные признаки M_Z обнаруживаются отдельные признаки M_L , к-рые с т.зр. естественных законов, тех. условий противоречат друг другу и не согласуются с требованиями задачи. При этом *техническая система* оказывается неработоспособной или ее невозможно изготовить. П. разрешается, как правило, через изобретение нетривиальных признаков M_Z или путем исключения невыполнимых требований. При решении практических проблем и задач принцип выявления и устранения П. является ведущим. Сложные проблемы всегда содержат в себе к.-л. тип или различные типы П. Так, известны и выделяются *техническое противоречие, физическое противоречие, логическое противоречие, диалектическое противоречие*. Для анализа и устранения П. существует ряд методов разрешения П. 2. Проявление несоответствия между разными требованиями, предъявляемыми человеком к системе, и (или) ограничениями, налагаемыми на нее законами природы, социальными, юридическими и экономическими законами, уровнем развития науки и техники, конкретными условиями применения и т.п.

Лит.: Herrig D., Maller H., Thiel R. Technische Probleme, dialektische Widersprüche, erfinderische Widerspruchslosung // Berlin. Maschinenbautechnik. 1985. Bd 34, № 6. S. 277–279, Technische Probleme, methodische Mittel, erfinderische Lösungen // Berlin. Maschinenbautechnik 1985. Bd 34, № 7. S. 297–300.

ПРОТИВОРЕЧИЕ ДИАЛЕКТИЧЕСКОЕ — взаимодействие противоположных сторон объекта в процессе развития, логическая форма познания. Процесс развития любых систем может быть описан как взаимодействие противоположных сторон как внутри объекта, так и вне его, т.е. может быть описан в терминах разрешения определяю-

щих *противоречий*. Различают внеш. тех. противоречия, напр., между *технической системой* и средой, и вн. тех. противоречия. Выявление, формулировка и разрешение этих противоречий (см.: *Техническое противоречие, Физическое противоречие*) ведет к развитию тех. систем. В качестве логической формы противоречие дает возможность генерации новых идей по изменению тех. систем. Глобальными формами разрешения противоречий является разделение противоречивых св-в в пространстве и во времени.

Лит.: *Философский энциклопедический словарь*. М.: Сов. энциклопедия, 1983; Г.С. Альтшуллер. Творчество как точная наука. М.: Сов. радио, 1979.

ПРОТИВОРЕЧИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОЕ — несовместимость значений к.-л. параметров *технического объекта* в одной и той же области пространства в одно и то же время (см.: *Физическое противоречие*). Обычно имеет место при мат. моделировании *технических систем*.

ПРОТИВОРЕЧИЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ — ситуация, когда при попытке улучшить одну характеристику или *показатель качества технического объекта* ухудшается др. его характеристика или показатель. Между этими показателями существует обратное пропорциональное соотношение, к-рое и называют П.т. Для каждого класса тех. объектов, как правило, существуют постоянные, или «вечные», П.т. На основании анализа большого кол-ва *изобретений* Г.С. Альтшуллер выявил 40 основных приемов воздействия на *техническую систему* для устранения П.т.: дробление, вынесение, местное качество, асимметрия, объединение, универсальность, «матрешка», антивес, предварительное антидействие, предварительное действие, «заранее подложенная подушка», эквипотенциальность, «наоборот», сфероидальность, динамичность, частичное или избыточное действие, переход в другое измерение, использование мех. колебаний, периодическое действие, непрерывность полезного действия, проток, просок, «обратить вред в пользу», использование обратной связи, «посредник», самообслуживание, копирование, дешевая недолговечность

взамен дорогой долговечности, замена мех. схемы, использование пневмо- и гидроконструкций, использование гибких оболочек и тонких пленок, использование пористых материалов, изменение окраски, однородность, отброс и регенерация частей, изменение физ.-хим. параметров объекта, применение фазовых переходов, применение теплового расширения, применение инертной среды, применение композиционных материалов. Выбор приемов для решения конкретной задачи осуществляется при помощи табл., построенной на основании результатов статистического анализа и показывающей, какие приемы пригодны для устранения П.т. В последнее время для разрешения П.т. разработаны и др. эффективные фонды *эвристических приемов*, а также пакеты спец. прикладных программ.

Лит.: Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. М. Моск. рабочий, 1969, 1-е изд., 1973, 2-е изд., Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. М.: Сов. радио, 1979.

ПРОТИВОРЕЧИЕ ФИЗИЧЕСКОЕ:

1. Ситуация, когда к объекту или его части, к его состоянию, св-вам, параметрам и т.п. предъявляются противоположные требования, вытекающие из условий изобретательской задачи. Различают следующие виды П.ф.: П.ф. на макроуровне — противоположные требования к макроскопическим св-вам (состояниям) объекта или его части; П.ф. на микроуровне — противоположные требования к состоянию (действию) микрочастиц объекта или его части; П.ф. кратное — противоположные требования к наличию (должен быть — не должен быть) каких-то элементов системы; П.ф. для параметра — противоположные требования к физ. характеристике, параметру, соответствующему св-ву (состоянию) и т.п. объекта или его части (П.ф. для параметра записывается в виде символического неравенства для значений параметров a и b : $a > p > b$, $a = p = b$ при $b > a$ или при $a \neq b$); П.ф. для процесса — про-

тивоположные требования к некоторому процессу, протекающему в системе; П.ф. для потока — противоположные требования к потоку *вещества* или энергии, проходящему через систему. Все разновидности П.ф. описывают с различных позиций одну и ту же физ. реальность, связаны отношениями дополнительности и позволяют лучше понять суть задачи, что повышает вероятность ее решения. При многообразии изобретательских задач кол-во типовых П.ф. сравнительно невелико. Поэтому значительная их часть решается по аналогии. Г.С. Альтшуллером сформулированы основные принципы разрешения П.ф.: разделение противоречивых св-в в пространстве и во времени; системные переходы (объединение систем в надсистему, сочетание системы с антисистемой, разделение св-в между системой и надсистемой); фазовые переходы; физ.-хим. переходы.

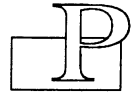
Лит.: Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. Новосибирск: Наука, 1986, Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей. От озарения к технологии. Кишинев: Картия молдовеняскэ, 1989.

ПРОТОТИП — наиболее близкий по тех. сущности (по смыслу) и по достигаемому эффекту аналог (устройство, способ, в-во, штамм) предполагаемого изобретения.

ПРОЦЕСС РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА —

основные этапы работы, связанные с получением и обоснованием новых проектно-конструкторских решений. П.р.з.т. обычно включает: *постановку задачи технического творчества*, синтез вариантов возможных решений, выбор наилучшего варианта, мат. или экспериментальную проверку эффективности и работоспособности выбранного решения, оценку *патентоспособности* полученного решения, оформление и защиту *заявки на выдачу патента*.

ПРЯМАЯ АНАЛОГИЯ — см.: *Аналогия прямая*.



РАЗВИВАЮЩИЙ КАНОН — форма уч. задания, предназначенного для развития тв. воображения и тренировки умения преодолевать психологические барьеры, возникающие при решении тв. задач. В общем виде Р.к. представляет собой информ. структуру из 6 элементов, связанных между собой некоторыми количественными, логическими или ассоциативными связями. Элементы могут быть представлены в виде табл., ряда, кольца или др. более сложной (напр., ступенчатой) конструкции. Для построения канонического задания используются буквы, цифры, отдельные слова, тексты, *символы*, рис., схемы. В одной или нескольких из 6 ячеек Р.к. помещаются вопросы. Цель решающего Р.к. — обнаружение возможных связей между элементами Р.к. и восстановление неизвестных элементов. Разработанный фонд Р.к., содержащий несколько сот заданий с различными «ключами» для решения, позволяет строить по *аналогии* Р.к. различной сложности на любую заданную тему.

РАЗВИТИЕ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ СТУДЕНТОВ —

деятельность, основанная на использовании комплекса способов и средств, обеспечивающих выявление и развитие *творческих способностей* студентов инж. специальностей. Эти способы и средства следует рассматривать как дополнение к существующей инж. подготовке. Основные способы и средства Р.и.с.с. включают следующие виды деятельности: 1) изучение фундаментальных дисциплин (математики, физики, химии) с использованием примеров открытий и *изобретений* в каждой дисциплине, а также возможностей и путей, реализованных в каждой дисциплине для целей анализа и синтеза новых *принципов действия* и *технических решений*; 2) изучение дисциплин по *изобретологии*, основам и методам тех. творчества; 3) гуманитарную подготовку, связанную с повышением морально-нравственных качеств личности, изучением психологии тв. процес-

сов, тв. овладением элементами отдельных искусств, развитием ощущения и вкуса к красоте и гармонии в природе, искусстве и технике и др.; 4) освоение средств компьютеризации инженерного и технического творчества и адаптацию их к задачам специальности; 5) изучение дисциплин по истории техники, законам и закономерностям техники, теории проектирования новой техники с адаптацией их к специальности (фундаментализация тех. дисциплин); 6) постановку и решение реальных задач инж. и тех. творчества в курсовом и дипломном проектировании; 7) изготовление и испытание студентами экспериментальных и опытных образцов по собственным тв. разработкам; 8) оформление заявок на собственные изобретения и их защита; 9) проведение внутривузовских и межвузовских конкурсов и олимпиад по тех. творчеству студентов. К одному из перспективных направлений Р.и.с.с. относится открытие новых специальностей, ориентированных на подготовку инженеров с повышенным творческим потенциалом. Это могут быть, напр., специальности: «Техническое творчество в машиностроении», или (более узко) «Техническое творчество в станкостроении», или «Инженер-системщик по разработке конкурентоспособных изделий» и т.п. (см.: *Организация изобретательской деятельности студентов*).

Lum Belous V. Manualul inventatorului Sinteza creativa in tehnica. Bucuresti: Editura Tehnica, 1991, Джонс Дж.К. Методы проектирования/Пер с англ М Мир, 1986, Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988.

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОГО ВОООБРАЖЕНИЯ — см.: *Творческого воображения развитие*.

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОЙ ЛИЧНОСТИ — см.: *Творческой личности развитие*.

РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ ЗАКОНЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ — законы и закономерности, в зависимости от исторического времени смены моделей и поколений технических систем отражающие и определяющие для отдельных сходных тех. систем объективно существующие, устойчивые, детерминиро-

ванно или статистически повторяющиеся связи и отношения между выполняемыми тех. системами *техническими функциями* и их характеристиками; *критериями эффективности* и др. показателями; *потоковой функциональной структурой* и отдельными функциональными признаками; *структурой технической системы* и отдельными конструктивными признаками, используемыми физ. процессами преобразования *вещества*, энергии и информации, *внешними факторами*. Р.т.з.з. — это широкий класс законов и закономерностей техники. Наиболее изучены и известны Р.т.з.з.: *закон стадийного развития техники*, *закон прогрессивной эволюции технических систем*, *закономерность возрастания сложности технических систем*, *закономерность изменения критериев эффективности*, *закономерность дифференциации и специализации техники*, *закономерность возврата к старым структурам технических систем*, *закономерность удешевления единицы полезного эффекта*, *закономерность циклического изменения объемов производства*, *частные закономерности изменения структуры технических систем* и др. Р.т.з.з. рекомендуется использовать при выполнении *маркетинга*, *инженерного прогнозирования* и обоснования новых поколений и моделей тех. систем.

РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗАКОНЫ (по ТРИЗ) — объективные законы, отражающие существенные и повторяющиеся особенности развития *технических систем*. Р.т.с.з. имеют статистическую природу и выявляются путем анализа *истории техники* и патентных фондов. Каждый из Р.т.с.з. описывает к.-л. конкретную тенденцию развития и показывает, как ее использовать при прогнозировании развития, создании новых и совершенствовании имеющихся тех. систем. Все Р.т.с.з. раскрываются через закономерности меньшей степени общности (линии развития тех. систем), конкретные приемы развития и образуют единую систему, отражающую реальное развитие тех. систем. В *теории решения изобретательских задач* сформулиро-

ван ряд основных требований к Р.т.с.з., к-рые должны: выявляться и подтверждаться на достаточно больших и достоверных информ. фондах, базирующихся на фактах, существенных для развития (*изобретениях* высокого тв. уровня); согласовываться друг с другом, позволять построить непротиворечивую систему (допустимы не принципиальные *противоречия* между выводами, следующими из разных законов, связанные с неполнотой наших знаний о Р.т.с.з.); быть инструментальными, т.е. помогать целенаправленно находить решения конкретных *проблем*, прогнозировать развитие, строить инструментарий поиска *нового* и т.п.; допускать практическую проверку по материалам, базирующимся на истории техники и др. информ. фондах; быть «открытыми», т.е. допускать дальнейшее развитие и совершенствование. Выявлены следующие Р.т.с.з.: закон противоречий в развитии, описывающий возникновение, обострение и разрешение противоречий в процессе развития тех. системы; закон повышения степени идеальности, описывающий развитие тех. системы как повышение степени ее идеальности, т.е. рост отношения суммы выполняемых системой полезных ф. к сумме факторов расплаты за выполнение этих ф. — материальных и энергетических затрат, вредных ф. и факторов, связанных с получением полезных ф.; закон перехода на микроуровень и к использованию полей, описывающий тенденцию все большего использования глубинных уровней строения материи и различных полей при развитии тех. систем; закон повышения динамичности и управляемости, описывающий повышение в процессе развития тех. системы их способности к целенаправленным изменениям, обеспечивающим возможность их адаптации к меняющимся требованиям к тех. системе со стороны человека, др. систем, внеш. среды и т.п., переход систем к самоуправлению и самоорганизации; закон повышения полноты тех. системы, описывающий тенденцию ко все более полному выполнению тех. системой ф., ранее выполнявшихся др. тех. системами, внеш. сре-

дой или человеком, сопровождающуюся поэтапным вытеснением человека из функционирования тех. системы как исполнителя ф. и все возрастающим втягиванием его в функционирование как потребителя; закон разворачивания — свертывания, описывающий повышение идеальности тех. системы путем разворачивания — увеличения кол-ва и качества выполняемых полезных ф. за счет усложнения и свертывания — упрощения тех. системы при сохранении или увеличении кол-ва и качества выполняемых полезных ф.; закон согласования — рассогласования, описывающий развитие тех. системы с позиций, включающих: последовательное согласование тех. системы с др. системами, обеспечивающее наилучшее прохождение необходимых *потоков энергии, вещества, информации*; рассогласование, обеспечивающее уменьшение и прекращение прохождения ненужных потоков; сдвиг согласования, обеспечивающий отбор части полезного или вредного потока для выполнения дополнительных полезных ф.; динамическое согласование — рассогласование, при к-ром параметры системы изменяются управляемо, обеспечивая регулирование потока так, чтобы параметры тех. системы принимали оптимальные значения в зависимости от условий работы; закон этапного развития, описывающий типовую последовательность развития тех. системы и графики изменения главных эксплуатационных характеристик в зависимости от «возраста» системы, представляющие собой логистические (S-образные) кривые, имеющие три четко выраженных участка: период медленного начального роста; быстрый лавинообразный рост; резкое замедление роста, стабилизация, а иногда и падение. Каждый из Р.т.с.з. раскрывается через т.наз. линии развития, показывающие направления развития. Напр., закон повышения динамичности и управляемости включает 5 линий развития тех. систем: 1) увеличение динамичности связей; 2) увеличение динамичности элементов; 3) повышение управляемости; 4) изменение степени устойчивости; 5) развитие обратных связей. Каждая линия в свою

очередь, раскрывается через последовательные шаги в развитии, к-рые могут дробиться на подшаги и т.п. Напр., линия «1) увеличение динамичности связей» состоит из шагов: 1.1. Нединамичная система. 1.2. Система с мех. динамичностью, использующая: 1.2.1. Шарниры, шарнирные механизмы. 1.2.2. Гибкие материалы. 1.2.3. Механизмы зубчатые, рычажные, пневматические, гидравлические и т.п. 1.3. Система с динамичностью на микроуровне, использующая: 1.3.1. Фазовые переходы. 1.3.2. Хим. преобразования. 1.3.3. Внутриаомные превращения (ионизацию и т.п.). 1.4. Система с немеханической динамичностью (использующая изменение полей). Рассматриваются также специфические линии развития тех или иных видов тех. систем. Напр., специфические линии процессов развития топлива и его сжигания: 1. Развитие топлива: 1.1. Природное топливо (дерево, уголь, нефть и т.п.). 1.2. Облагороженное природное топливо (кокс, бензин и т.п.). 1.3. Синтетическое топливо (порох, водород и т.п.). 2. Развитие окислителя: 2.1. Воздух. 2.2. Воздух при искусственном дутье. 2.3. Кислород. 2.4. Озон. 2.5. Др. окислители (фтор, азотная кислота и т.п.). 2.6. Ионизированные окислители. 3. Управление сгоранием: 3.1. Управление моментом зажигания — гашения. 3.2. Управление подачей компонентов (горючего, окислителя). 3.3. Управление процессом горения (использованием катализаторов, различных полей).

Лит.: Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. М.: Сов.радио, 1979, Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей: От озарения к технологии (Теория и практика решения изобретательских задач). Кишинев Картия молдовеняскэ, 1989

РАЗРЕШЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИЙ

МЕТОДЫ — методы устранения *противоречий*, возникающих при постановке и решении *задач технического творчества*, когда *проблему А*, характеризующую множеством признаков M_A требуется преобразовать в искомое решение L , характеризующее множеством признаков M_L , к-рое отличается от M_A набором неизвестных новых признаков M_2 . При этом отдельные признаки мно-

жеств M_A и M_2 находятся в противоречии друг к другу. Для эффективного решения проблемы необходимо выявить и четко описать противоречия и соответствующие им признаки M_v , к-рые следует существенно улучшить, а также признаки M_h , к-рые препятствуют и затрудняют получение искомого решения L . Разрешение противоречий достигается при добавлении новых признаков или исключении существующих признаков, изменении значений показателей признаков, др. упорядочении известных признаков. Для обнаружения признаков M_2 и разрешения противоречий рекомендуется использовать следующие Р.п.м.: 1) эвристические стратегии и методы, обобщающие эмпирический опыт многих тв. личностей (*алгоритм решения изобретательских задач, матрица технических противоречий, метод эвристических приемов* и др.); 2) мат. модели тех. систем, включающие признаки M_v , M_h . Анализ противоречивых признаков с помощью такой модели часто позволяет найти улучшенные решения. Так, напр., существенное сокращение потерь энергии в топочной пром. печи связано с выявлением и разрешением ряда противоречий. На основе мат. модели печи установлены составляющие расхода тепловой энергии: теплота отходящего газа, потери теплоты через стены печи, теплота нагретого материала, извлекаемого из печи. В результате анализа мат. модели выявлены следующие возможности сокращения тепловых потерь: снижение температуры отходящего газа и нагреваемого материала на выходе, улучшение теплоизоляции, предварительный подогрев воздуха и (или) материала за счет теплоты отходящего газа и (или) материала. Комбинирование этих возможностей дает более десятка вариантов, из к-рых следует выбрать лучший, сопоставляя затраты и эффективность; 3) анализ противоречий с позиции различных *законов и закономерностей техники*, к-рые могут подсказать перспективные и эффективные решения, в т.ч. и за счет «исправления» выявленных нарушений закономерностей. Особое внимание следует уделить *законам и законо-*

мерностям развития техники, историческому методу, изучению эволюции техники; 4) анализ противоречий на различных уровнях абстрактного представления *технической системы*: на уровне функциональной структуры, принципа действия, технического решения.

РАНЖИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ — упорядочение ф. по их отдельным характеристикам. Р.ф. целесообразно проводить лишь относительно главной ф. объекта с соблюдением следующих условий: 1) ф., объекты к-рых совпадают с объектом главной ф., получают ранг основных; 2) ф., объектами к-рых являются носители основных ф., считаются вспомогательными ф. первого ранга (B'); 3) ф., объектами к-рых определены носители ф. B' , относятся к вспомогательным ф. второго ранга (B''). Последующее Р.ф. осуществляется по такому же принципу. Если объекты ф. совпадают, то более точное ранжирование можно проводить по сопоставлению содержания действия (глагольной части каждой такой ф.) — определяется ранг ф. по степени важности соответствующего действия относительно его конечного функционального назначения. Напр., главная ф. мясорубки — «измельчать продукт»; ф. элементов мясорубки: ф. шнека с корпусом F_1 — «принимать продукт (для переработки)», F_2 — «перемещать продукт (к режущей паре)», F_3 — «сжимать продукт», F_4 — «вводить продукт (в решетку)», ф. ножа с решеткой F_5 — «измельчать продукт». Все эти ф. ранжируются как основные, т.к. объектом каждой из них является «продукт» — объект главной ф. Поскольку ф. F_1 — F_5 образуют последовательные действия с одним объектом (причинно-следственную цепочку), то ранг каждой из них определяется местом соответствующего действия в этой цепочке (самый низкий O^V у F_1 , самый высокий O^I у F_5). Далее: ф. шнека «вращать нож» отнесена к рангу B' , ф. ручки «вращать шнек» — к рангу B'' , ф. винта «крепить ручку (к шнеку)» — к рангу B''' . Если совпадают и объекты, и действия ф., то более точное Р.ф. производится с учетом дополне-

ний в формулировках ф. Напр., ф. элементов синхронного эл. генератора с асинхронным пуском: ф. пусковой обмотки F_1 — «создавать (магнитный) поток (при пуске)», ф. рабочей обмотки F_2 — «создавать (магнитный) поток (в рабочем режиме)». Объекты и действия этих ф. совпадают, однако ранг F_2 выше вследствие большей значимости рабочего режима для выполнения главной ф. эл. генератора. Не рекомендуется проводить ранжирование дополнительных ф. В процессе анализа достаточно определить (экспертным путем) их относительную значимость, отражающую вклад соответствующей ф. в обеспечение *потребительских качеств* объекта. Вредные ф. также не рекомендуется ранжировать. При определении (экспертным путем) относительной значимости вредной ф. оценивается степень ее негативного влияния на потребительские качества объекта. Напр., из двух вредных ф. аппарата местного освещения: F_1 — «выделять теплоту» и F_2 — «создавать радиопомехи» к разряду более вредных эксперты отнесли ф. F_2 (см.: *Формулирование функций, Функциональный анализ*).

Лит.. Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа: Методические рекомендации. М.: Информ-ФСА, 1991.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ — расположение элементов подмножества внутри множества; ф., ставящая в соответствие каждому значению дискретной случайной величины вероятность того, что величина принимает это значение; плотность вероятности непрерывной случайной величины. Особое значение имеет Р. видов *техноценоза* по кастам, т.е. популяциям изделий. Выделяют следующие Р. по кастам: гиперболическое — бесконечно делимое Р. с характеристическим показателем больше нуля, но меньше 2; Н-распределение — идеальное видовое Р., моделируемое простыми сомножителями по их повторяемости при разложении факториала натурального числа. Повышение эффективности функционирования экономики должно опираться на устойчивость структуры и развития техноценозов. В конструкторских, проектных,

прогнозных решениях следует учитывать количественные ограничения Н-распределения, а именно: доля инноваций не превышает 5–10 % общего числа решений (т. наз. редкая или ноёва каста), а распространенные решения составляют 40–60 % (т. наз. саранчевая каста). Приведенные показатели характеризуют устойчивость техноценоза — сохранение (инерционность изменения) параметров во времени, медленный рост числа видов при увеличении выборки, отсутствие зависимости параметров Н-распределения от выбранного семейства, исторического периода, времени года и создания, климатических зон и географического местоположения.

РАСХОДА МАТЕРИАЛА КРИТЕРИЙ — показатель эффективности использования материала в *технической системе*, к-рый определяется по ф-ле: $K = G/Q$, где G — масса тех. системы; Q — *главный функциональный критерий эффективности*. Критерий K представляет собой удельную массу затраченных материалов на единицу получаемой эффективности. В процессе исторической эволюции *техники* Р.м.к. имеет тенденцию к уменьшению. Р.м.к. относится к группе *экономических критериев техники*. Многие *изобретения* по совершенствованию тех. систем направлены на снижение Р.м.к. **РАСХОДА ЭНЕРГИИ КРИТЕРИЙ** — показатель эффективности использования энергии в *техническом объекте*, определяемый по ф-ле:

$$1^\circ. \quad K = \frac{W + E}{TQ},$$

где W — суммарные затраты энергии за время эксплуатации T тех. объекта, E — затраты энергии при изготовлении тех. объекта, Q — *главный функциональный критерий эффективности*. Ф-лу 1° рекомендуется использовать в случаях, когда величины W и E соизмеримы. Для многих тех. объектов $W \gg E$; в этих случаях расчет проводится по более простой ф-ле:

$$2^\circ. \quad K = W_y/Q,$$

где W_y — затраты энергии при эксплуатации тех. объекта в единицу време-

ни. Р.э.к. представляет собой удельные затраты энергии на единицу получаемой эффективности. В процессе исторической эволюции *техники* Р.э.к. имеет тенденцию к уменьшению. Частный случай Р.э.к. — *коэффициент полезного действия*. Р.э.к. относится к группе *экономических критериев техники*. Многие *изобретения* по совершенствованию тех. объектов направлены на снижение Р.э.к.

РАСШИРЕНИЯ МНОЖЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИ РЕАЛИЗУЕМЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЗАКОН — закон, отражающий рост числа *технически реализуемых потребностей*. Суть его состоит в том, что в *техносфере* мира, страны или отрасли число качественно и количественно различающихся технически реализуемых потребностей возрастает экспоненциально $P_t = P_0 e^{at}$ (где t — историческое время в годах, отсчитываемое от начального момента времени, P_0 — общее число потребностей на начальный момент времени $t = 0$, P_t — общее число потребностей в моменты времени $t = 0$, e — основание натурального логарифма, a — обобщенный эмпирический коэффициент, к-рый можно определить на основе статистических данных изменения числа потребностей P_t) за счет: появления новых потребностей (под действием природных, личностных, социально-экономических, политических и др. *внешних факторов*), расширения применения существующих и вновь созданных *технических систем*, существующих и открытых новых физ., хим. и биологических эффектов, в силу действия *закономерности возникновения принципиально новых потребностей и закономерности сохранения потребностей*. Данный закон относится к *законам возникновения и развития потребностей*. Его рекомендуется использовать при обосновании прогнозов, перспективных государственных планов по выпуску продукции.

Лит.. Половинкин А.И. Проектирование новой техники. закономерности техники и их применение. М.: Информэлэктро, 1990.

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКАЯ ЗАДАЧА — *задача технического творчества*, предусматривающая полезное измене-

ние конструкции *изделия*, *технологии* производства, применяемой *техники*, состава материалов и т.п. Р.з. чаще всего решается по аналогии с подобными задачами, а решение (результат) не содержит предмета *изобретения*.

РАЦИОНАЛЬНО-ИРРАЦИОНАЛЬНОЙ ВОЛНЫ ЗАКОН — см.: *Лево-и правополушарной волны закон*.

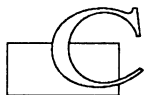
РЕЗУЛЬТАТ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ — мера целенаправленной деятельности. Результат — конечный итог, завершающий собой что-нибудь. Различаются результаты: реальный, или достигнутый, и желаемый, или планируемый; последний является целью. Результативность — степень (мера) достижения планируемого результата. В лит. термин «результативность» используется относительно редко и замещается терминами «эффективность» и «полезность». Результативность крупных *технических объектов* можно рассматривать как функциональную, т.е. общую, оценку действия всего объекта, и физ. оценку, т.е. оценку результативности отдельного процесса, в первую очередь главного. Для мелких тех. объектов подразделение на Р. и р. не имеет особого смысла.

РЕКЛАМА — направленное распространение информации о потребительских свойствах *изделий*, товаров или услуг с целью создания или увеличения спроса на них.

РЕСУРСЫ — вещества, поля, их св-ва, функциональные и др. возможности, к-рые имеются в *технической системе* и ее окружении (надсистема, внеш. среда) и могут быть использованы для решения изобретательских задач. Различают следующие виды Р.: вещественные Р. — любые материалы, из к-рых состоит тех. система и ее окружение, выпускаемая продукция, отходы и т.п., к-рые в принципе можно использовать; полевые Р. — любые поля, имеющиеся в тех. системе или ее окружении, к-рые в принципе можно использовать, в т.ч. энергетические Р. — неиспользованные запасы любой энергии и информ. Р. — дополнительная информация о тех. системе, к-рая может быть получена с

помощью ее полей рассеяния или проходящих через систему в-в и полей; пространственные Р. — имеющиеся в тех. системе или ее окружении свободное место (наиболее эффективный способ использования пространственных Р. — использование пустоты вместо в-ва); временные Р. — промежутки времени до начала, после окончания и между циклами технологического процесса, неиспользованные или использованные частично; функциональные Р. — возможности тех. системы или ее окружения выполнять «по совместительству» дополнительные ф.; системные Р. (сверхэффект) — новые полезные ф. тех. системы, к-рые могут быть получены при изменении связей между подсистемами или при объединении тех. системы по-новому. Все виды Р. делятся на два вида: готовые Р., к-рые, как правило, имеются в достаточном количестве в тех. системе или вне ее, напр., вода, ветер, песок и т.д.; производные Р., к-рые могут быть использованы после предварительной подготовки: накопления, изменения, доработки и т.п., получены объединением разных Р., физ. или хим. преобразованиями полей и в-в (см.: *Свободные ресурсы*).

РУТИННАЯ ЗАДАЧА — задача, к-рая полностью формализована, т.е. сформулирована постановка задачи, известен метод ее решения. При разработке новой *техники* и в процессе тех. подготовки производства решаются прежде всего следующие Р.з.: выполнение вычислений по заданному алгоритму или методу, детальная разработка рабочего проекта по утвержденным рекомендациям, корректировка рабочей документации для изготовления опытного образца и серийного производства, обработка результатов испытания образца, корректировка технологической документации и документации для организации и управления производством, разработка сопровождающей документации, расчеты экономической эффективности внедрения и др. Некоторые из указанных задач содержат в себе и тв. элементы. При решении *задач технического творчества* важно уметь решать и Р.з.



САМООРГАНИЗАЦИЯ — св-во развивающихся эволюционно объектов, в т.ч. *технических систем*, изменять, обновлять свою субстанцию и структуру не под воздействием внеш. вынуждающих сил, а за счет вн. структурных перестроек, связанных с уменьшением энтропии, увеличением сложности и скоординированности вн. и внеш. ресурсо-обменных потоков. Процессы С. включают те или иные виды обмена *веществом*, энергией и информацией с окружающей средой, механизмы самовоспроизведения, накопления ошибок и способность запоминания случайного выбора из-за неустойчивости исходного состояния. Возникновение, развитие и гибель самоорганизующихся систем — результат действия факторов индивидуальной и коллективной неустойчивости (см.: *Бифуркация, Когерентность, Новое, Синергетика*).

САМООЦЕНКА ТВОРЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ — оценка человеком своих *знаний* и опыта, интересов и идеалов, мотивов поведения и реальных поступков, целостное отражение своих *творческих способностей* как субъекта деятельности, осознание своей нравственной позиции, объективная оценка своих тв. достижений. Оценивая себя, человек выделяет себя из окружающего мира, пытается посмотреть на себя «со стороны», поставить «в ряд с другими», осознать себя как часть мира, подчиняющуюся его общим законам. В то же время оценивающий осознает свою разумность и способность объективно оценивать свое положение и в зависимости от этого корректировать свое поведение. С.т.в. — феномен самосознания, формирующийся на определенной ступени развития личности и свидетельствующий о достаточно высоком уровне ее социальной зрелости. Потребность в самооценке связана с необходимостью корректировки взаимоотношений с окружающими, с оценкой продуктивности деятельности. Самооценка значительно колеблется в зависимости от актуальных успехов, изменения уровня притязаний, оценок

окружающих. Эти факторы зависят от объективной сложности выполняемых разработок, от уровня способностей субъекта творчества, оценки вероятности успеха, уровня предыдущих достижений, уровня выполнения работы др. исполнителями и т.п. В целом С.т.в. личности не всегда бывает адекватной, она может быть как заниженной, так и завышенной, что неблагоприятно отражается на результатах тв. деятельности. Заниженная самооценка понижает настроение и работоспособность, парализует тв. активность человека, не позволяет ему полностью реализовать свой потенциал, т.е. срабатывает как отрицательная обратная связь. Завышенная самооценка, преувеличение своих возможностей нередко ведет к срывам, невыполнению взятых на себя обязательств, ошибкам в принятии решений и организации тв. деятельности, к психологической напряженности и т.д. Только адекватная оценка своих возможностей, выбор решаемых задач «по плечу», в соответствии со своими способностями и тв. опытом приводит к осуществлению поставленных целей, приносит удовлетворение от выполненной работы и благоприятно воздействует на продолжение тв. деятельности, поскольку формирует положительные эмоции, уверенность в своих силах.

Лит.: Спиркин А.Г. Сознание и самосознание М.: Политиздат, 1972, Скворцов Л.В. Культура самосознания. Человек в поисках истины своего бытия. М.: Политиздат, 1989.

СВОБОДНЫЕ РЕСУРСЫ — объекты, процессы, их элементы и св-ва, к-рые существуют и могут быть использованы в рамках решаемой задачи *технического творчества* без дополнительных расходов. Примерами С.р. являются различного вида неиспользуемые в конкретных условиях остатки *операнда и оператора, изделия* пониженного качества и бракованные изделия, физически и морально устаревшие изделия, технологические отходы, явления природы (дождь, ветер, гравитация, смена дня и ночи и времен года и т.п.) и др. Выявление и использование С.р. является важной проблемой. С.р., значение к-рых до сих пор не оценено в нужной степени, составляют крупный резерв для решения тв. задач. Форма-

лизованная совокупность сведений о С.р. представляет собой банк С.р., к-рый является составной частью общего автоматизированного банка инж. знаний. При создании банка С.р. необходимо решение двух основных задач: классификация С.р.; классификация методов выявления и способов их использования. С.р. укрупненно подразделяются на материальные, энергетические и информационные. Материальные С.р. можно классифицировать следующим образом. По отношению к рассматриваемому объекту они подразделяются на вн. и внутр. С.р. В зависимости от уровня св-в С.р. могут быть первичными (св-ва всего объекта), вторичными (характеристики первичных св-в — свободный объем, поверхность и т.д.) и третичными (характеристика вторичных св-в — смазываемая свободная поверхность и т.п.) Важным классификационным признаком являются пригодность объекта к выполнению соответствующей ф. (могут быть функционирующие и нефункционирующие С.р.), а также степень их пригодности. Функционирующие С.р. подразделяются на: полноценные остатки (в т.ч. и неиспользованные по организационным причинам) и ресурсы, используемые не по назначению; физически годные, но морально устаревшие; частично годные. Нефункционирующие С.р. подразделяются на отходы технологических процессов; брак из-за ошибок конструирования *технической системы*, ее износа и выработки предписанного ресурса. Классифицированный фонд возможных С.р. (банк С.р.) способствует выявлению новых С.р. при решении конкретных задач.

СВОЙСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ — форма существования признака (качественной определенности) объекта, *технической системы*, с помощью к-рого устанавливается сходство или различие с др. объектами. Комплексное св-во часто называют вектором. В логике св-во — это односторонний предикат; в философии неотъемлемое, существенное св-во объекта называют атрибутом. Описание совокупности С.т.с. является характеристикой тех. системы. С.т.с. весьма разнообраз-

ны и характеризуют ту или иную особенность тех. системы. Они закладываются, проявляются, реализуются и видоизменяются при взаимодействии тех. системы с др. объектами в процессе ее создания и эксплуатации. С.т.с. обусловлены характером элементов системы и ее структуры, поэтому они изучаются во взаимосвязи с учетом многих факторов. С.т.с. классифицируются по различным признакам. Важнейшими из них являются: способ установления св-в, характер причинной связи, наличие функциональной зависимости, возможность измерения, значимость физ. сущности и потребности в проектной работе. Для целей описания, анализа и проектирования тех. системы используется иерархическая система св-в, верхние уровни к-рой характеризует тех. системы безотносительно к их виду, а нижние являющиеся более конкретными, определяемыми спецификой соответствующих объектов. Группа постоянных С.т.с. характеризуется их неизменностью (в рамках предписанных допусков) во всей эксплуатационной области, заложенной при проектировании тех. системы. Так, объем ковша экскаватора остается постоянным вне зависимости от характеристики разрабатываемого грунта, а эргономическая характеристика салона автомобиля данной марки не зависит от габаритов и массы пассажира. Важнейшей подгруппой постоянных С.т.с. являются целевые св-ва, к-рые характеризуют возможность удовлетворения определенной *потребности* с помощью данной тех. системы. Целевые св-ва в свою очередь делятся на основные (напр., автомобиль и т.п.), конкретизирующие (грузовик и т.п.) и дополнительные (грузоподъемность, габаритные размеры и т.п.). Подгруппа постоянных С.т.с., характеризующая совместимость системы с окружающей средой или условиями эксплуатации, подразделяется на св-ва, обеспечивающие стабильность системы, ее защищенность от воздействия внеш. среды (проектная надежность, антикоррозийность и т.п.) и безопасность системы для окружающих ее объектов (пожаробезопасность, взрывобезопасность и т.п.). При анализе под-

группы постоянных С.т.с., связанных с ее воздействием на человека, следует различать характер его участия в технологическом процессе: непосредственное (эргономичность и безопасность труда) и опосредованное (экологичность тех. системы). В случае, когда тех. система наносит вред природе, то она воздействует и на людей, не принимающих непосредственного участия в соответствующем технологическом процессе. Группа переменных С.т.с. связана с изменчивостью оценки ценности тех. системы в различных условиях, что обыкновенно приводит к обособлению отдельных областей общего пространства возможных изменений св-в. Эта группа включает две основные подгруппы св-в: затраты («плата за пользу»), необходимые для получения эффекта, и «польза», выраженная в антрополого-социальных св-вах. Тех.-экономические затраты, необходимые для получения эффекта, осуществляются в трех сферах: производства (производственная технологичность и степень достижения проектных параметров), обращения (транспортбельность, сохранность, патентно-правовой уровень), эксплуатации (эксплуатационная технологичность и реальные показатели некоторых постоянных С.т.с., в к-рых тех. система обыкновенно рассматривается как операнд). Изменение некоторых постоянных С.т.с., напр., обуславливающих несовместимость тех. системы с окружающей средой и негативные последствия ее воздействия на экологию, может возникнуть при нарушении заложенных в проекте условий производства, обращения и эксплуатации. Антрополого-социальные св-ва в зависимости от характера участия человека в процессе использования тех. системы можно подразделить на непосредственные (эстетические и др., в т.ч. влияющие на здоровье человека) и опосредованные, т.е. оказывающие влияние на социальные процессы и характеризующие изменение уровня и образа жизни и быта людей под воздействием внедрения и использования соответствующих тех. систем. Сложным вопросом, не получившим до сих пор формального решения, является под-

бор необходимой и достаточной совокупности св-в конкретной тех. системы для ее общей оценки. Поиск решения производится на основе *метода аналогий*, накопленного опыта с учетом специфики объекта, а также совместимости тех. систем с внеш. средой, человеком, требований конкретных групп потребителей и стадии жизненного цикла. Задачи выявления и подбора совокупности С.т.с. возникают при формировании и обосновании *показателей технической системы, критериев эффективности технической системы, технического уровня продукции и ее конкурентоспособности*.

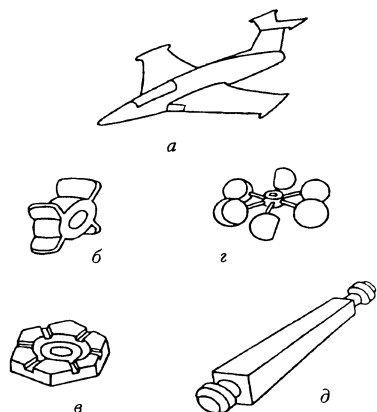
Лит.: Богатин Ю.В. Качество продукции. Экономические вопросы управления. М.: Стандарта, 1986; Райзберг Б.А. и др. Качество исследований и разработок в машиностроении. М.: Машиностроение, 1982; Хубка В. Теория технических систем / Пер. с нем. М.: Мир, 1987.

СИМВОЛ — условный *знак*, зависящее от контекста образование, приобретающее свое значение на основе истории его применения, связанное с состоянием субъекта, пользующегося им, тем самым создающее воспоминание об эффекте действия. С. — телесная субстанция предмета (вещи, явления, процесса и т.п.), в к-рой представлена социокультурная природа др. предмета. Предметное значение С. все время остается вне его непосредственно воспринимаемого облика, в др. чувственно воспринимаемых вещах и обнаруживается лишь через всю систему отношений др. вещей к данной вещи, или, наоборот, данной вещи — ко всем др. вещам. С. в тех. творчестве — отображение, *образ* материальной данности *технического объекта* и его элементов в виде определенного изображения. Для многих классов тех. объектов существуют свои системы С., к-рые представляют собой языки, имеющие определенные правила составления текстов (построения конфигураций и структур из алфавита С.). При решении *задач технического творчества* обычно применяется язык С., к-рый используется в процессе преобразования и синтеза *принципиальных решений, функциональной структуры технической системы, принципиальных структур устройства* и т.п. С. представляют со-

бой либо упрощенные графические изображения элементов *технической системы* или технологического процесса, либо их знаковые (например, буквенные) обозначения. Информативность С. равна отношению числа основных признаков, передаваемых им об оригинале, к числу признаков самого оригинала. Выбор формы С. есть поиск компромисса между его наибольшей информативностью и простотой изображения, числом и конфигурацией *знаков*. Лит.: Ильенко Э.В. Идеальное // Философская энциклопедия. Т.2. М.: Сов. энциклопедия, 1962; Klaus G. Semiotik und Erkenntnistheorie. Berlin: Deut. Verlag der Wissenschaften, 1972; Herrig D., Müller H. Zeichen und Zeichnungen in Konstruktionsprozess // Maschinenbautechnik (Berlin). 1978. Bd. 27, № 2. S. 55–56; S. 130–132; S. 181–187.

СИМВОЛИЧЕСКАЯ АНАЛОГИЯ — см.: *Аналогия символическая*.

СИММЕТРИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗАКОНОМЕРНОСТИ — проявление *закона соответствия между функциями и структурой технической системы*. Так, закономерность двухсторонней симметрии (рис. а) состоит в том, что любая тех. система, к-рая испытывает действие среды в виде потоков *вещества* или энергии, находящихся под углом друг к другу, имеет симметрию (m), а плоскость симметрии параллельна направлению векторов действия потоков. Закономерность осевой симметрии отражает три типичных случая: 1) любая тех. система, к-рая испытывает существенное одностороннее действие среды в виде потока в-ва или энергии, имеет симметрию (n) или (n-m) с осью симметрии, параллельной действию среды (рис. б, в); 2) любая тех. система, к-рая испытывает вертикальное действие силы тяжести и равновероятное или равномерно распределенное со всех сторон плоскопараллельное горизонтальное действие среды, имеет симметрию (n) или (n-m) с вертикальной осью симметрии (рис. г); 3) любая тех. система, к-рая испытывает существенное равновероятное или равномерно распределенное со всех сторон (снаружи или изнутри) плоскопараллельное действие среды, имеет симметрию (n), или (n-m), или (n:m), или (m:n:m) с осью симметрии, перпен-



дикулярной действию среды (рис. б, в, г, д). С.т.с.з. рекомендуется использовать при выборе облика изделий.

Лит.: Шубников А.В., Копциг В.А. Симметрия в науке и технике. М.: Наука, 1972.

СИММЕТРИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ — функциональное св-во *технических систем*, их узлов и деталей, заключающееся в том, что в зависимости от определенных воздействий окружающей среды они приобретают определенный тип симметрии. Это св-во так характеризует выдающийся физик П.Кюри: «Симметрия порождающей среды как бы накладывается на симметрию тела, образующуюся в этой среде. Получающаяся в результате форма тела сохраняет только те элементы своей собственной симметрии, которые совпадают с наложенными на него элементами симметрии среды». Иначе говоря, в тех. системе, испытывающей определенные существенные воздействия среды в виде потоков вещества, энергии или информации, формируется определенный тип симметрии, обусловленный комбинацией и характером этих потоков. Известно несколько десятков типов и видов С.т.с. К наиболее распространенным типам относятся двусторонняя и осевая симметрия. Существует группа закономерностей С.т.с., к-рые обуславливают приобретение тех. системой определенных типов и видов симметрии (см.: *Закономерности симметрии технических систем*).

Лит.: Шафрановский И.И. Симметрия в природе. Л.: Недра, 1968; Шубников А.В., Копциг В.А. Симметрия в науке и технике. М.: Наука, 1972.

СИНЕКТИКИ МЕТОД — вариант целенаправленного использования для поиска новых идей методов *мозговой атаки* и *аналогии*. Высокая эффективность найденных решений достигается за счет последовательного отхода, отчуждения от решаемой проблемы, получения ее новых образов в процессе формулирования *символической аналогии*. На первом этапе использования С.м., цель к-рого — исключение тривиальных идей, группой синекторов проводится спонтанная мозговая атака, завершающаяся формулировкой проблемы «как она понята», после чего начинается собственно решение задачи. Далее следуют процедуры систематического отчуждения от проблемы путем последовательного проведения аналогий: *прямой аналогии*, *личной аналогии* или *эмпатии*, фантастической аналогии, *символической аналогии*. Возврат и формулировка окончательного *технического решения* осуществляется после проведения *прямой аналогии* с тех. решением, сформулированным ранее на основе одной или нескольких символических аналогий. Указанная структура процедур синектики с учетом психологических сложностей, возникающих при организации и проведении *мозговой атаки*, обуславливает трудность этого метода. Участник сеанса синектики должен обладать развитым метафорическим мышлением, не только хорошо разбираться в тех. проблемах, но и обладать художественными способностями. В России С.м. пока не получил широкого распространения.

Лит.: Джонс Дж.К. Методы проектирования. М.: Мир, 1986.

СИНЕРГЕТИКА — область физ.-хим. и мат. исследований, феноменологическая теория необратимых процессов, термодинамика открытых неравновесных систем. С. — новая, всеобъемлющая теория изменения, цель к-рой вычлнить срез реальности, охватывающий «множественность, темпоральность, сложность», «законы и игры, время и вечность» (И.Пригожин) и к-рая в силу этого стала современной общена-

учной парадигмой системно-кибернетического, нелинейного мышления, диалого-диалектической методологией и синтетическим мировоззрением, основанным на концепции «активной материи». С. исходит из того, что общей характеристикой мира являются процессы эволюции (т.е. фундаментальной необратимости и неравновесности, создающей «порядок из хаоса»), диверсификации (порождения разнообразия) и неустойчивости, что детерминистические явления (напр., движения мех. устройств и систем) необходимо дополняются стохастическими, обратимые — необратимыми (напр., хим. реакциями, психическими процессами). С. рассматривает открытые неравновесные системы различной природы, к-рые обмениваются с окружающей средой энергией, *веществом* и информацией, к-рым присущи вн. сложность, непредсказуемость изменений и способность к *самоорганизации*. Это свидетельствует об особой важности С. для понимания процессов творчества и явлений *креативности*. С. играет все большую роль при анализе и проектировании сложных *технических систем, техносфер, биосферы и ноосферы*. Предметом изучения С. являются процессы самоорганизации, изменения и самодезорганизации упорядоченных временных и пространственных структур. Г.Хакен ввел термин «С.» для обобщения перечисленных процессов. Модели С. — это модели нелинейных неравновесных систем, подвергающихся действию непрерывных флуктуаций своих подсистем, к-рые испытывают резонансные возбуждения и катастрофические перестройки. В С. учитывается, что неравновесные системы, взаимодействующие со средой и обменивающиеся с ней потоками энтропии, гораздо более чувствительны к своей среде, чем равновесные, для к-рых переход от одной структуры к др. требует сильных возмущений или изменения граничных условий, что именно неравновесность становится источником новой структурной упорядоченности, появления более сложных притягивающих режимов, или аттракторов, и вместе с ними новой пространственно-вре-

менной организации системы. Если в системе возможно несколько устойчивых состояний, то флуктуации отбирают лишь одно из них. В отличие от организации упорядоченной структуры, обусловленной внеш. воздействиями и исключающей хаотичные и катастрофические изменения, упорядоченные образования (диссипативные структуры), возникающие в результате неравновесных необратимых процессов в открытых, обменных (т.наз. диссипативных) системах, являются результатом развития собственных вн. неустойчивостей в системе, прохождения ее через точку *бифуркации*. Процесс спонтанного возникновения диссипативных структур обуславливается рождением коллективных типов движения (мод) под действием крупномасштабных флуктуаций, их конкуренцией, отбором наиболее приспособленных мод. В конечном счете самоорганизация структур в неупорядоченных системах связана с совместным коллективным поведением подсистем, образующих систему. Об этом говорит важнейший принцип С. — принцип конкуренции мод, состоящий в том, что в нелинейных системах некоторые моды усиливаются намного быстрее др. Именно самые быстрые моды оказываются наиболее долгоживущими и подчиняют себе остальные, в т.ч. неустойчивые, но медленно растущие. В результате формируются когерентные структуры из небольшого числа мод и возникает упорядоченное поведение. Др. важным принципом С. является принцип подчинения, к-рый утверждает приоритет процессов, связанных с медленно меняющимися переменными, к-рые описывают реальное поведение системы, а др. переменные определяются их значениями, как бы «подчиняются» им и следуют за ними, делая поведение когерентным (см.: *Когерентность*). Это позволяет при исследовании сложной системы перейти от большого числа переменных к небольшому числу т. наз. параметров порядка. *Образы* и идеи С., особенно применительно к сферам *науки, техники, технологии* и искусства, предполагают существенно личностный — рефлексивный и диалоговый способы мышления,

необратимое (коммуникативное и деятельностное, информационное) и экстраполяционное приобщение к культурной и природной среде (см.: *Антиципация*). С позиций самоорганизации в мире нет готовых ответов на задаваемые нами ему (миру) и друг другу вопросы, как нет и окончательного перечня самих вопросов. Поэтому организация такого диалога (с учетом использования ЭВМ) предполагает единство формальных и неформальных методов мышления, логики и *интуиции*, смыслового и операционального, сфокусированного и периферического сознания, метода и предмета конструктивной деятельности человека. С. представляет концепцию и ситуацию познания как диалога с природой, коммуникативного погружения в реальный физ., тех. и социокультурный мир в виде циклической многовариантной деятельности вида: предструктурированный наблюдатель, сенсibilизированный субъект — динамика измерительных проб и действий — неустойчивые динамические системы — вн. случайность — вн. необратимость и энтропия — диссипативные структуры в сильно неравновесных системах — обновленный наблюдатель, субъект и его ориентированная во времени социокультурная и науч.-тех. деятельность. Это единство человека (как исследователя и деятеля) с окружающим миром приводит к принципиальному слиянию открытий в исследованиях окружающего нас мира и мира внутри нас в современной науке и философии, причем утверждаемое в С. восприятие и освоение ориентированного времени возрастают по мере повышения уровня организации сущностей мира и достигает максимума в тв. человеческом познании, интеллекте и практической деятельности (см.: *Социальная технология*).

Лит.: Хакен Г. Синергетика/Пер. с англ. М. Мир, 1980, Пригожин И. От существующего к возникающему/Пер. с англ. М., Мир, 1985, Стергерс И. Порядок из хаоса/Пер. с англ. М., Мир, 1986.

СИНТЕЗ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ — выявление новых актуальных потребностей, к-рые могут быть реализованы с помощью существующих или специально созданных

технических систем. Формулировка ф. таких тех. систем представляет собой решение задачи С.н.т.ф. На первом этапе ее решения осуществляется поиск новых потребностей (см.: *Техническая функция*).

СИНТЕЗ ФИЗИЧЕСКОГО ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ — выбор по техническому заданию из фонда физических эффектов возможных физических принципов действия технических систем. Тех. задание имеет вид: $A_1 \rightarrow C_n$, где A_1 — требуемое входное воздействие (вход), C_n — требуемый выходной результат (выход). Одним из возможных простых способов С.ф.п.д. является следующий: по тех. заданию из фонда физ. эффектов сначала выбираются такие, у к-рых одновременно выполняются условия:

$$1^\circ. A_j \leftrightarrow A_1, C_j \leftrightarrow C_n,$$

где A_j, C_j — соответственно вход и выход физ. эффекта с номером j , знак \leftrightarrow означает совместимости физ. эффектов. Далее из фонда физ. эффектов выбираются такие эффекты, к-рые обеспечивают выполнение условия:

$$2^\circ. A_i \leftrightarrow A_j \text{ или } C_j \leftrightarrow C_n.$$

Из полученного множества выбирают пары физ. эффектов, у к-рых выполняется условие пересечения $C_i \leftrightarrow A_j$, указывающее на то, что эти пары эффектов совместимы и образуют физ. принцип действия из двух эффектов по схеме:

$$3^\circ. A_i \rightarrow B_j \rightarrow (C_i \leftrightarrow A_j) \rightarrow B_j \rightarrow C_j,$$

где B_i, B_j — объекты физ. эффектов с номерами i и j соответственно. Для множества физ. эффектов, выбранных по условию 2°, при невыполнении условия 3° проверяется возможность образования цепочек из трех физ. эффектов и т.д. Встречным наращиванием цепочек совместимых физ. эффектов от A_1 до C_n можно получать новые варианты линейных физ. принципов действия, включающих большее число физ. эффектов; на практике ограничиваются числом физ. эффектов не более пяти, иначе резко возрастает вычислительная сложность метода из-за комбинированного характера задачи и существенного роста числа ана-

лизируемых промежуточных вариантов. Можно использовать др. алгоритмы синтеза С.ф.п.д., ориентированные на предварительно организованную базу данных физ. эффектов. Суть этой организации состоит в определенном построении сетевых графов из всех совместимых физ. эффектов. Автоматизированная система С.ф.п.д., работающая по алгоритмам такого рода, позволяет по введенному тех. заданию получать варианты физ. принципов действия. В качестве дополнительных исходных данных могут быть использованы следующие ограничения: макс. число физ. эффектов в цепочке (напр., $n \leq 3$), число получаемых вариантов физ. принципов действия (напр., $m \leq 20$), запрещение (или предпочтительность) использования определенных входов A и выходов C , запрещение (или предпочтительность) использования определенных объектов B , др. ограничения. Условия совместимости физ. эффектов определяются типом задачи.

Лит. Автоматизация поискового конструирования (искусственный интеллект в машинном проектировании)/Под ред. А.И. Половинкина. М.: Радио и связь, 1981; Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988.

СИНТЕЗА ОПТИМАЛЬНЫХ ФОРМ

МЕТОД — метод поиска оптимальных форм элементов *технических систем* с помощью компьютера. Основная идея метода заключается в моделировании эволюции форм живых организмов по закону Дарвина. Суть С.о.ф.м. состоит в том, что некоторая исходная форма (*прототип*) элемента тех. системы подвергается случайному локальному изменению. Если это изменение недопустимо (нарушаются ограничения) или ухудшается критерий качества, то порожденная форма уничтожается. Если порожденная форма допустима и характеризуется лучшим критерием качества, то она закрепляется и становится исходным прототипом для дальнейшего случайного или детерминированного изменения. В результате такой эволюции форма элемента монотонно улучшается до определенного предела — локального или глобального экстремума. При этом найденная форма может представлять собой новое

патентоспособное *техническое решение*. С.о.ф.м. относится к классу методов мат. программирования. С мат. т.зр. С.о.ф.м. проводится в два этапа: 1) выбирается такое универсальное пространство параметров, в котором для рассматриваемой задачи можно описать все множество возможных форм, в т.ч. и новых; 2) реализуется алгоритм поиска экстремума в случайно выбираемых подпространствах. С.о.ф.м. может иметь различные мат. реализации, (представленные, в частности, в лит. к данной ст., где рассмотрены и примеры решения практических задач). С.о.ф.м. относится к одному из направлений *автоматизации поискового проектирования и конструирования*.

Лит. Половинкин А.И. Автоматизация поискового конструирования. М.: Радио и связь, 1981; Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ (САПР)

— комплекс средств автоматизации проектирования, связанных с необходимыми подразделениями проектной организации или коллективом специалистов (пользователей системы), выполняющих автоматизированное проектирование. Основная ф. САПР — осуществление автоматизированного проектирования на всех или отдельных стадиях проектирования объектов и их составных частей на основе мат. и др. моделей, автоматизированных проектных процедур и средств вычислительной техники. САПР является мощным средством тех. творчества. САПР создаются в проектных, конструкторских, технологических и др. организациях и на предприятиях с целью: повышения качества и тех. уровня проектируемой и выпускаемой продукции, повышения эффективности объектов проектирования, уменьшения затрат на их создание и эксплуатацию, сокращения сроков, уменьшения трудоемкости проектирования и повышения качества проектируемой документации. Достижение этих целей создания САПР возможно при условиях: систематизации и совершенствования процессов проектирования на основе применения мат. методов, методов *искусственного интеллекта* и средств вычислительной тех-

ники; комплексной автоматизации проектных работ в проектной организации с необходимой перестройкой ее структуры и кадрового состава; повышения качества управления проектированием; применения эффективных мат. моделей проектируемых объектов, комплектующих изделий и материалов; использования методов тех. творчества, многовариантного проектирования, оптимизации, принятия решений и методов поискового конструирования; автоматизации трудоемких и рутинных проектных работ; замены натурных испытаний и макетирования мат. моделированием; создания единых банков данных, содержащих систематизированные сведения справочного характера, необходимые для автоматизированного проектирования объектов. Составными структурными частями САПР являются подсистемы, создаваемые как самостоятельные системы и состоящие из компонентов САПР, обеспечивающих их функционирование: методическое обеспечение — *документы*, в к-рых отражены состав, правила отбора и эксплуатации средств автоматизации проектирования; лингвистическое обеспечение — языки проектирования, терминология; мат. обеспечение — методы, мат. модели, алгоритмы; программное обеспечение — документы с текстами программ, программы на машинных носителях, эксплуатационные документы; тех. обеспечение — устройства вычислительной и организационной техники, средства передачи данных, измерительные и др. устройства и их сочетания; информационное обеспечение — документы, содержащие описания стандартных проектных процедур, типовых решений, типовых элементов, комплектующих изделий, материалов и др. данные, файлы и базы данных на машинных носителях с записью документов; организационное обеспечение — положения, инструкции, приказы, штатные расписания, квалификационные требования и др. документы, регламентирующие организационную структуру подразделений и их взаимодействие с комплексом средств автоматизации проектирования. Разработка САПР представляет собой крупную науч.-тех. про-

блему, а ее внедрение требует значительных капиталовложений. Согласно ГОСТ, регламентируются следующие стадии создания САПР: предпроектное обследование — анализ существующей системы проектирования, определение готовности предприятия к созданию САПР, разработка предложений с оценкой целесообразности создания САПР; *техническое задание* — разработка тех. задания, включающего основные требования к САПР; тех. предложение — выбор рационального варианта САПР, удовлетворяющего требованиям тех. задания, принятие решения об адаптации типовой САПР или о разработке САПР; эскизный проект — принятие решений относительно структуры САПР, ее подсистем и всех видов обеспечений, предварительный расчет тех.-экономических показателей САПР; тех. проект — разработка процесса автоматизированного проектирования, принятие окончательных решений относительно всех подсистем и обеспечения САПР, разработка компонентов САПР, уточнение тех.-экономических показателей САПР, разработка мероприятий по подготовке предприятия к вводу в действие САПР; рабочий проект — формирование САПР в целом, реализация мероприятий по подготовке предприятия к вводу САПР в действие; подготовка, отладка и испытание — подготовка предприятия к вводу в действие САПР, изготовление, приобретение и отладка компонентов САПР, монтаж, наладка, отладка и испытание комплекса средств САПР в целом и ее подсистем; ввод в действие — опытное функционирование САПР с целью проверки работоспособности и взаимодействия подразделений, определение реальных тех. и экономических показателей, корректировка документации. Общей методической основой при проектировании САПР является системный анализ.

Лит.: Справочник по САПР / А.П.Будя, А.Е.Колонюк, Г.П.Куценко и др.; Под ред. В.И.Скурихина. Киев: Техника, 1988.

СИСТЕМАТИКА ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ТЕХНИКИ — теория, позволяющая обоснованно выделить все возможные группы (таксоны) однородных

законов и закономерностей техники, относящихся к *техническим объектам* и обладающих определенными одинаковыми св-вами. С.з.т. относится ко всем тех. объектам, к-рые характеризуются следующими группами факторов: *a* — реализуемые потребности и ф., выполняемые тех. объектом, *b* — критерии эффективности, *c* — *поток* функциональная структура и отдельные функциональные признаки, *d* — структура тех. объекта и отдельные конструктивные признаки; *e* — используемые физ., хим. и биологические процессы преобразования *вещества*, энергии и информации; *f* — *внешние факторы*. С.з.т. представляет собой трехмерную матрицу (см. табл.) $A \times B \times C$, причем A_1 — вн. закономерности техники, регламентирующие связи и отношения между любыми из факторов *a, b, c, d, e, f*; A_2 — внш. закономерности техники, регламентирующие связи и отношения между любыми из факторов *a, b, c, d, e, f* при условии включения фактора *f*; B_1 — *законы и закономерности строения техники*; B_2 — *законы и закономерности функционирования техники*; B_3 — *законы и закономерности развития техники*; C_1 — *технические системы*; C_2 — *технологии*; C_3 — *материалы и комплектующие изделия*; C_4 — *техносферы*. Каждый элемент (таксон) содержит группу однородных закономерностей, характеризующих указанными в матрице факторами.

	C_1	C_2	C_3	C_4
B_1	$a, b, d (f)$	—	$a', b, d (f)$	$a, b, d (f)$
B_2	$a, b, c, e (f)$	$a, b, c, e (f)$	$a', b, c, e (f)$	$a, b, c, e (f)$
B_3	$a, b, c, d, e (f)$	$a, b, c, d, e (f)$	$a', b, c, d, e (f)$	$a, b, c, d, e (f)$

*Указание на отсутствие данного фактора у материалов.

В приведенной матрице совмещены две матрицы: 1) для вн. закономерностей техники A_1 , для к-рых в характеристике таксона должен отсутствовать фактор *f* (показан в скобках); 2) для внш. закономерностей техники A_2 , для к-рых в характеристике таксона должен присутствовать фактор *f*. Множество закономерностей техники в каждом таксоне имеет свое название, обусловленное названием признаков *A, B,*

C. Так, таксон (A_1, B_3, C_1) объединяет вн. закономерности развития тех. систем. Кроме приведенной систематики существует система типа комплексных закономерностей техники, таксоны к-рой образуют более одного значения *A, B, C*; напр.: $A_1, B_1, (C_1, C_3)$. С.з.т. позволяет сформулировать важное правило о мин. требованиях, при к-рых высказывание (предлагаемая формулировка) можно считать закономерностью техники; в высказывании: 1) должны быть достаточно четко указаны закономерные связи и отношения хотя бы между двумя факторами из *a, b, c, d, e, f*; 2) должна содержаться достаточно определенная информация для установления ее таксона — признаков *A, B, C*. С.з.т. рекомендуется использовать при составлении формулировок выявленных, а также уточнении формулировок известных закономерностей техники. В данной С.з.т. половина таксонов, особенно по признакам C_2 и C_3 , остаются «пустыми», поэтому С.з.т. целесообразно использовать для прогнозирования и открытия новых закономерностей техники и составления их формулировок.

Лит.: Половинкин А.И. Систематика закономерностей техники. Волгоград: ВолгПИ, 1987.

СИСТЕМАТИКА ПОТРЕБНОСТЕЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ — упорядочение известных и возможных *потребностей и технических функций* на основе фундаментальных науч. знаний. Создание С.п.т.ф. представляет сегодня очень важную науч. проблему в области философии техники, технoзнания и теории проектирования новой техники. Ее решение позволит более эффективно рассматривать прикладные задачи стандартизации, патентования, классификации техники, маркетинга и тех. творчества в целом. В настоящее время имеются только некоторые предпосылки к созданию С.п.т.ф. А.Маслов выделил следующий приоритетно упорядоченный список первичных (изначальных) потребностей человека, к-рые существуют с древности: 1) физиологические потребности (пища, вода, жилище, избавление от боли), 2) потребность в безопасности (защита от болезней, смерти, физ. увечий, потери возможности удовлетворения потреб-

ностей), 3) потребность в любви к людям, Богу и др. объектам, 4) потребность в уважении со стороны др. людей и самоуважении, 5) потребность в самовыражении и проявлении своих *творческих способностей*, 6) потребность узнать и понять окружающий мир, 7) эстетические потребности в красоте. Согласно А.Маслову, существует четкий приоритет потребностей 1–7; так, если в большой мере или полностью не удовлетворена потребность 1, то поведение человека и вся его деятельность подчинены в основном реализации этой потребности; если потребность 1 удовлетворена, а потребность 2 нет, то человек в основном добивается удовлетворения потребности 2, при этом потребности 3–7 для него мало актуальны, и т.д. Для удовлетворения большинства первичных потребностей человека требуются спец. тех. средства. Поэтому можно выделить следующий уточненный приоритетно упорядоченный список первичных потребностей человека, для реализации к-рых требуется к.-л. *технический объект*: 1) обеспечение пищи, 2) обеспечение жильем и одеждой, 3) защита от глобального уничтожения человечества, 4) защита от преступных нападений на человека и общество, 5) защита от природных катастроф, 6) защита от искусственных катастроф и аварий, 7) защита от болезней и болевых ощущений, 8) создание и сохранение экологически нормальной *окружающей среды*, 9) реализация потребности в красоте *окружающей среды*, 10) получение новой информации, ее обработка и передача, 11) обеспечение общественно полезного досуга людей и др. Каждая из приведенных 11 обобщенных первичных потребностей человека может быть иерархически разделена на более частные первичные потребности. Напр., обобщенная потребность «обеспечение пищи» разделяется на потребности в хлебных изделиях, молочных продуктах и т.д.; последняя разделяется на более частные потребности в молоке, сыре, масле и т.д. Частные первичные потребности, как правило, вызывают вторичные потребности 1-го уровня в создании и производстве *технических систем* для реализации частных первичных потребностей; так, для про-

изводства хлебных изделий требуются тех. система для возделывания почвы, посева зерна, сбора урожая, размола зерна, выпечки хлеба и т.д. В свою очередь вторичные потребности 1-го уровня вызывают вторичные потребности 2-го уровня — необходимое тех. оборудование для изготовления плугов и тракторов, комбайнов, мельниц и т.д. Далее можно выявить вторичные потребности 3-го уровня и дойти до тех. систем, предназначенных для разведки и добычи полезных ископаемых. Для большинства первичных частных потребностей и всех вторичных потребностей 1-го, 2-го и последующих уровней существуют соответствующие им *технически реализуемые потребности и технические функции*.

Лит.: Maslov A. *Motivation and personality*. Brandeis university. New York; Harper and Brothers, 1954, Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники: закономерности техники и их применение. М.: Информэлектрон, 1990.

СИСТЕМАТИКА ТЕХНИКИ — упорядочение известных и возможных *технических систем*. Разработка С.т. представляет собой очень важную современную *проблему*, относящуюся к философии *техники*, технoзнанию, *теории проектирования новой техники*. Решение этой проблемы позволит более эффективно решать многие задачи стандартизации, классификации *техники*, создания *патентов*, банков данных в области *техники* и др. С.т. должна основываться на *систематике потребностей и технических функций*.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ЭВРИСТИКИ МЕТОД — способ последовательного системного анализа сложных инж. задач, связанных с поиском более рациональных и эффективных решений. С.э.м. предназначен для решения задач, для к-рых отсутствует четкая мат. постановка или эффективные методы численного решения. Специфика этих задач заключается в иерархичности переработки информации, дифференцировании информ. процессов, идентификации элементарных информ. операций. На основании этого ученым удалось, используя нечисленные методы описания таких операций, составить модели процесса поиска и переработки информации в виде эвристиче-

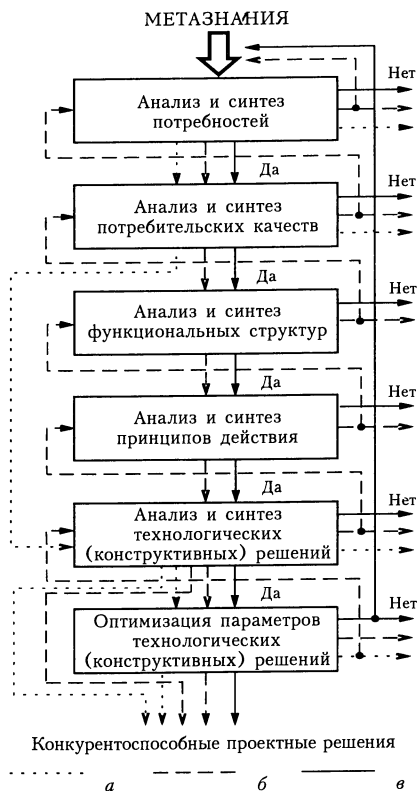
ских программ. Последние представляют собой совокупность предписаний, ориентирующих мышление разработчика в определенном направлении в зависимости от возникающей информ. ситуации. Основой для составления программ явилась естественно-науч. классификация всех решаемых в настоящее время информ. задач из области науки и техники. Они сгруппированы в шести столбцах 6-ки эвристических программ. Столбцы в свою очередь состоят из ячеек, в к-рых собраны программы, дающие возможность проводить обработку информации в зависимости от этапа решения проблемы. Решение любой задачи из науч.-тех. области по С.э.м. начинается с верхней программы, к-рая представляет собой общую схему решения задачи. В зависимости от класса задачи определяются необходимые процессы обработки информации. Для их реализации применяются нижние (рабочие) программы из накопителя, к-рые могут быть найдены с помощью укрупненных программ и спец. табл. вызова. Формы эвристических программ отвечают требованиям простоты восприятия и удобства пользования. Этому в значительной мере способствует рассмотрение мыслительного процесса как системы, имеющей вход в виде исходных данных и выход — цель обработки. Т.о., деятельность разработчика соответствует принципу самообучающейся системы, и в конечном счете он вырабатывает оптимальный стереотип поведения человека в процессе поиска решения. Авторы метода уделили большое внимание вопросам структурного и функционального анализа и синтеза систем, классификации, моделирования, оценки и оптимизации поливариантных решений. С.э.м. предлагает близкие к оптимальным стратегию и тактику решения тв. задач на основе последних достижений в области кибернетики, эвристического программирования, информатики и психологии. Однако С.э.м. не заменяет знаний разработчика, а только предполагает их полное и наиболее целесообразное использование. Поэтому необходим гибкий подход к инструментам С.э.м. Следует отметить ряд приемов

поиска информации, к-рые предлагает С.э.м. К ним относится прежде всего переход в смежные системы при недостатке информации на входе или выходе исследуемой (проектируемой) системы. При дефиците информации на выходе рекомендуется переходить на др. информ. уровни, к-рые подразделяются соответственно на материально-технический (предметный), информационный, метainформационный. Многолетняя практика использования 6-ки эвристических программ свидетельствует об особой эффективности программы уточнения задачи. При выполнении всех ее предписаний задача становится удобно обозримой, выявляются информ. неопределенности, возможен целеустремленный поиск рационального решения. Необходимо указать и оригинальный и эффективный прием анализа потока функциональных преобразований, когда рассматриваются частные ф. проектируемого устройства, многовариантность их реализации и дается их многоаспектная оценка. Значительное место в программах занимают вопросы определения затрат на реализацию ф., что обнаруживает в С.э.м. много общего с функционально-стоимостным анализом.

Лит.: Библиотека программ систематической эвристики для ученых и инженеров/Пер. с нем. Йошкар-Ола Марийское кн. изд-во, 1974, Мюллер И. Эвристические методы в инженерных разработках/Пер. с нем. М.: Радио и связь, 1984.

СИСТЕМНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ — методология формирования и использования репродуктивных и продуктивных знаний в проектировании, реализуемая в определенной последовательности этапов (уровней) проектной деятельности. С.м.п.д. разработана В.В.Поповым на основе методологии выбора конкурентоспособных технических решений, предложенной А.И.Половинкиным, и включает три стратегии (см. рис.): прямой оптимизации, итерационных приближений, синтеза новых (пионерных) проектных решений. При этом реализацию 1-го — 5-го уровней можно определить как концептуальное проектирование, 3-го — 6-го уровней — как вн. проектирование, в ходе к-рого на 3-м — 5-м уровнях формируется облик объекта;

1-й и 2-й уровни составляют процесс внеш. проектирования (маркетинг, формирование *технического задания*). Успешное завершение работ 6-го уровня приводит к повышению эффективности *технического объекта* на 10–30 %, 5-го уровня — на 30–50 %, 4-го уровня — в несколько раз, 3-го уровня — на порядок, реализация процедур 1-го и 2-го уровней может принести либо большую прибыль, либо большие убытки. Первоначально целесообразно обратиться к стратегии прямой оптимизации (см. рис., траектория *а*). Тех. задание формируется с использованием метазнаний, а также фондов (баз данных) *потребностей (функций)* и *потребительских качеств* и является основой для выбора *прототипа* (5-й уровень — анализ и синтез технологических (конструктивных) решений). При этом возможны два варианта: 1) прототип полностью отвечает требованиям тех. задания и является конкурентоспособным проектным решением (в этом случае проектирование завершается); 2) для достижения *конкурентоспособности* эффективность выбранного прототипа требуется повысить лишь на 10–30 % дополнительно (тогда параметры выбранного прототипа оптимизируются с помощью любых известных методов и средств, т.е. реализуется 6-й уровень — оптимизация параметров технологических (конструктивных) решений). Если оба варианта стратегии прямой оптимизации не привели к конкурентоспособному проектному решению, то следует перейти к стратегии итерационных приближений. Последовательность работы проектировщика по этой стратегии образно можно сравнить с функционированием лифта, к-рый, начав движение с 1-го этажа (см. рис., траектория *б*), поэтапно движется на 2-й, 3-й и т.д. этажи и каждый раз возвращается на 1-й этаж. 1-й этап. С 6-го уровня проектировщик переходит на 5-й уровень. Используя продуктивные знания, проектировщик на основе выбранного прототипа создает множество новых альтернатив технологических (конструктивных) решений и после их оценки выбирает нехудшие (да), остальные отбрасывает (нет). Здесь возможны два варианта: 1) найденное решение оп-



тимально по своим параметрам и конкурентоспособно (такое нередко у опытных инженеров); 2) необходимо оптимизировать параметры найденного решения (т.е. возвращение на 6-й уровень). Если результат приводит к конкурентоспособному решению, то проектирование завершается; в противном случае происходит переход к следующему этапу. 2-й этап заключается в том, что проектировщик осуществляет выбор (синтез) нового *принципа действия* тех. объекта (4-й уровень — анализ и синтез принципов действия). Отобранные нехудшие варианты должны быть реализованы в технологических (конструктивных) решениях (5-й уровень), при необходимости — оптимизированы (6-й уровень). Если результат достигнут, то проектиро-

вание завершается, в противном случае происходит переход к следующему этапу. 3-й этап. Цель проектировщика — создать новые функциональные структуры тех. объекта (3-й уровень — анализ и синтез функциональных структур). Отобрав нехудшие альтернативы, проектировщик последовательно переходит на 2-й и 1-й этапы. При неудаче осуществляется переход к следующему этапу. 4-й этап. Переход к этому этапу означает, что какие-то потребительские качества завышены или занижены (напр., в тех. задании заложен слишком низкий уровень энергопотребления) и не могут быть реализованы при данном уровне развития науки и техники. В этом случае потребительские качества корректируются («огрубляются»), возможен отказ от некоторых из них и далее осуществляется полное прохождение остальных (3-го, 2-го, 1-го) этапов. Если конечная цель (получение конкурентоспособных решений) не достигнута, то проектировщик переходит к последнему, 5-му этапу. 5-й этап заключается в пересмотре функциональных потребностей. Подход здесь такой же, как и на 4-м этапе. После этого выполняются повторно остальные этапы. Стратегия синтеза новых (пионерных) проектных решений реализуется последовательно с 1-го (1-й уровень — анализ и синтез потребностей, 2-й уровень — анализ и синтез потребительских качеств и т.д.) по 6-й уровни сверху вниз (см. рис., траектория *в*) с генерацией, оценкой и выбором альтернатив на каждом уровне. Эта стратегия используется после неудачного опробования стратегий прямой оптимизации и итерационных приближений или при решении поисковых, перспективных задач, когда очевидно, что известные решения, обеспечивающие выполнение данных ф. и потребительских качеств, исчерпали себя. Если в результате процедур всех уровней не получено конкурентоспособного решения, то формируется новое тех. задание и все повторяется. Согласно С.м.п.д., репродуктивные знания должны включать межотраслевые фонды (базы данных) ф., потребительских качеств, функциональных структур тех. объектов, физических и др. эффектов и явлений,

технологических (конструктивных) решений, а также метазнания, отражающие различные аспекты взаимодействия: человек — человек, человек — техника, человек — природа. Межотраслевой принцип формирования фондов (баз данных) репродуктивных знаний значительно повышает их эвристические возможности. Однако наибольшими эвристическими возможностями обладают продуктивные знания, к-рые формируются экспертами на основе результатов проведенного ими глобального функционально-физического анализа технологических (конструктивных) решений, включенных в соответствующий фонд (базу данных). При этом каждое технологическое (конструктивное) решение, являющееся в сущности потенциальным прототипом для реализации конкретного тех. задания, дополняется следующими продуктивными знаниями: *физические противоречия* в тех. решении и его обобщенное (типовое) разрешение; следствия проявления закона соответствия между ф. и структурой тех. системы, законов стадийного развития, *прогрессивной эволюции технических систем*; частные закономерности развития данной тех. системы для различных уровней ее возможных изменений; ресурсы тех. системы и рекомендации по их использованию; *аналоги* тех. системы в живой и неживой природе и др. Эти продуктивные знания являются готовыми рекомендациями, следование к-рым позволит существенно повысить эффективность данной тех. системы. С.м.п.д. инвариантна, т.е. может быть использована в различных отраслях.

СИСТЕМНО-СИНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ТРИАДА — см.: *Триада системно-синергетическая.*

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД — алгоритм, предусматривающий всестороннее исследование объекта с использованием компонентного, структурного, функционального, параметрического и генетического видов анализа. К о м п о н е н т н ы й анализ — рассмотрение объекта как системы, включающей в себя составные элементы (подсистемы) и входящей в свою очередь в систему (системы) более высокого ранга (надсистемы); выполняется на основе по-

строения компонентной модели объекта. Структурный анализ — определение взаимодействия (связи) между компонентами объекта; для его выполнения строят структурную модель объекта. Параметрический анализ необходим для установления качественных пределов развития объекта — физ., экономических, экологических и др. Для этого выявляют и обостряют ключевые *технические противоречия*, препятствующие дальнейшему развитию объекта в целом. Затем ставятся задачи по устранению этих противоречий за счет новых решений. При проведении параметрического анализа используются данные об уровне выполнения главной и дополнительных функций объекта. Напр., для создания *технических систем*, реализующих ф. «передавать теплоту», необходимы материалы, обладающие достаточной теплопроводностью. В данном случае ключевое тех. противоречие состоит в том, что использование материалов с повышенной теплопроводностью (медь, серебро) несколько улучшает теплопередачу, но резко увеличивает затраты на создание тех. системы. Обострение этого противоречия указывает на физ. предел развития таких тех. систем, за к-рым невозможно улучшение теплопередачи при любых затратах. Для преодоления противоречия требуется решить задачу резкого повышения теплопередачи без существенного увеличения затрат. Ее решением стало создание системы теплопередачи с др. *принципом действия* — тепловой трубы, способной передавать тепловой поток на 3–4 порядка больше, чем самые лучшие теплопроводящие материалы. Генетический анализ — исследование объекта на его соответствие *закону развития технических систем*. В процессе анализа изучается история развития (генезис) исследуемого объекта: конструкции, *технологии* изготовления, серийности выпуска, используемых материалов, социальных факторов и др., делаются выводы о положительных и отрицательных последствиях их изменений, что позволяет сформулировать задачи и предложения по совершенствованию объекта. Напр., при

штамповке пластин магнитопровода трансформатора пробиваются отверстия под стяжные шпильки. Ранее пластины изготавливались из тонколистовой горячекатаной стали. Пробивка отверстий в ней не ухудшала ее электромагнитных св-в. В настоящее время для магнитопровода используется холоднокатаная сталь с улучшенными электромагнитными характеристиками. Однако при неизменной технологии изготовления пластин электромагнитные св-ва холоднокатаной стали ухудшаются. Т.о., на основе генетического анализа была сформулирована задача о выполнении соединения пластин магнитопровода без ухудшения их электромагнитных св-в. При проведении генетического анализа объект рассматривается на всех стадиях жизненного цикла (предыдущих и последующих). Напр., если объект исследуется на стадии серийного производства, то рекомендуется проводить анализ технико-экономических требований к объекту с учетом как подготовки его производства, так и реальных условий его эксплуатации, особенно ремонта, сбыта, транспортировки, хранения, утилизации. Анализ материальных потоков — исследование потоков *вещества*, энергии и информации, протекающих в объекте, путем *моделирования* этих потоков (см.: *Моделирование объекта функционально-стоимостного анализа, Функциональный анализ, Уровень выполнения функций*).

Лит.: Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа. Метод. рекомендации М. Информ-ФСА, 1991

СЛОВАРЬ ВХОДОВ И ВЫХОДОВ ФИЗИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ — перечень характеристик входов и выходов *физических эффектов*, используемых при составлении входной карты физ. эффекта (см.: *Описание физического эффекта*). Набор данных характеристик наряду с *характеристикой объекта физического эффекта* является поисковым образом физ. эффекта в базе данных *автоматизированной информационно-поисковой системы по физическим эффектам*. Фрагмент С.в.в.ф.э. для действующей версии данной системы приводится в табл. 1 и

Таблица 1

№ п/п	Наименование входа, выхода	Качественные характеристики			Физические величины	Единицы физ. величин
		пространственные	временные	специальные		
1	2	3	4	5	6	7
1	Эл. поле	Однородное, неоднородное	Постоянное, переменное, импульсное, высокочастотное	Слабое, сильное, сверхсильное	Напряженность Разность потенциалов Электродвижущая сила Частота колебаний	В/м В В Гц
2	Магнитное поле	Однородное, неоднородное, продольное, поперечное	Постоянное, переменное, высокочастотное	Сильное	Магнитная индукция Напряженность Поток магнитной индукции	Тл А/м Вб
3	Гравитационное поле	Однородное, неоднородное	Постоянное, переменное		Напряженность Разность потенциалов Градиент потенциала	Н/кг Дж/кг Дж/кг·м
4	Силовое (мех.) воздействие	Однородное, неоднородное	Постоянное, переменное, импульсное		Сила (разность сил) Давление (разность давлений) Напряжение (мех.) Момент силы Градиент давления	Н Па Па Н·м Па/м
5	Поток в-ва	Однородный, неоднородный	Постоянный, переменный	Жидкость, газ	Объемный расход Массовый расход Плотность объемного расхода Плотность массового расхода Давление Скорость потока	м³/с кг/с м/с кг/с·м² Па м/с
6	Поток теплоты	Однородный, неоднородный	Постоянный, переменный		Количество теплоты Тепловой поток Поверхностная плотность Объемная плотность	Дж Вт Вт/м² Вт/м³
7	Поток микро-частиц	Однородный, неоднородный	Постоянный, переменный	Молекулы, атомы, элем. частицы, электроны, ионы, протоны, нейтроны, мезоны	Поток Плотность Скорость Энергия Степень ионизации Угол падения Интегральный Коэффициент распыления	с⁻¹ с⁻¹ · м⁻² м/с Дж безразмерн град безразмерн. безразмерн.
8	Упругие (акустические) волны	Бегущие, продольные, поперечные, плоские, сферические, плоскополяризованные, эллиптически поляризованные, стоячие, поверхностные	Гармонические (синусоидальные), негармонические	Инфразвук, звук, ультразвук, гиперзвук, монохроматич. спектр	Частота колебаний Круговая (циклическая) частота Длина волны Фазовая скорость Амплитуда колебаний Интенсивность звука Поток звуковой энергии Давление звукового излучения	Гц с⁻¹ м м/с м Вт/м² Вт Па
9	Эл.-магнитное излучение	Плоские, сферические, линейно поляризованные волны; эллиптически поляризованные волны, циркулярно поляризованные волны, естественный свет, сфокусированное излучение	Импульсное	Радиоволны, инфракрасное видимое (свет), ультрафиолетовое, гамма-излучение, лазерное, монохроматическое, спектр	Частота колебаний Круговая (циклическая) частота Длина волны Фазовая скорость Интенсивность излучения Объемная плотность энергии Поток Яркость Угол падения Угол отражения Угол преломления Угол рассеяния Угол расхождения Угол поворота плоскости поляризации Спектральная плотность потока Освещенность	Гц с⁻¹ м м/с Вт/м² Дж/м³ Вт Кд/м² град град град град град град Вт/м Лк

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
					Световой поток Энергия фотона Сила света Энергия излучения Скорость сканирования луча	Лм Дж Кд Дж м/с
10	Плазменные волны	Плоские, продольные	—	Монохроматические, электронные, конно-звуковые	Круговая (циклическая) частота Групповая скорость Волновое число Длина волны	с ⁻¹ м/с м ⁻¹ м
11	Эл. ток	Однородный, неоднородный	Постоянный, переменный, синусоидальный, импульсный, вихревой, высоко-частотный	Электронный, ионный, электронно-ионный	Сила Плотность Частота колебаний Действующее значение силы тока Среднее значение силы тока за период Амплитудное значение силы тока	А А/м ² Гц А А А

Таблица 2

№ п/п	Область физ. св-в	Физическая величина	Ед. физ. вел.
1	2	3	4
12.1	Механика	Масса Момент инерции Линейный размер Площадь Объем Плотность Скорость Ускорение Градиент скорости Плоский угол Угловая скорость Угловое ускорение Перемещение Импульс Момент импульса Модуль Юнга Модуль сдвига Относительная деформация Поверхностное натяжение Предел прочности Предел текучести Динамическая вязкость Кинематическая вязкость Твердость Кривизна поверхности	кг кг·м ² м м ² м ³ кг/м ³ м/с м/с ² с ⁻¹ рад рад/с рад/с ² м кг·м/с кг·м ² /с Па Па безр. Н/м Па Па Па·с м ² /с Н/м ² м ⁻¹
12.2	Оптика	Показатель преломления Разность показателей прелом. Коэффициент поглощения Линейный показатель поглощ. Коэффициент отражения Коэффициент пропускания Коэффициент рассеяния Испускательная способность Постоянная вращения Плоскости поляризации	безр. безр. безр. м ⁻¹ безр. безр. безр. Вт/м ³ рад/м
12.3	Электричество	Эл. заряд Поверхностная плотн. эл. заряда Поляризованность Диэлектрическая проницаемость Диэлектрическая восприимчивость Эл. емкость Эл. сопротивление Эл. проводимость Удельное эл. сопротивление	Кл Кл/м ² Кл/м ² безр. безр. Ф Ом См Ом·м

1	2	3	4
		Удельная эл. проводимость Потенциал ионизации Постоянная Холла Время переполаризации Плотность носителей тока Термоэлектрическая эфф-ность Доля ионной (электронной) проводимости	См/м В м ³ /Кл с м ⁻³ К ⁻¹ безр.
12.4	Магнетизм	Магнитная проницаемость Магнитная восприимчивость Намагниченность Индуктивность (взаимная индуктивность) Дипольный магнитный момент	безр. безр. А/м Гн А·м ²
12.5	Термодинамика	Температура Разность температур Градиент температур Температура фазового перехода Температура плавления Температура кипения Температура Кюри Температура перехода в сверхпроводящее состояние Электронная температура Объем Масса Плотность Давление Разность давлений Градиент давлений Молярная теплоемкость Удельная теплоемкость Коэффициент теплопроводности Концентрация Массовая концентрация Молярная концентрация Относит. (долевая) концентрация Градиент концентрации Разность концентраций Адсорбционная способность Растворимость Коэффициент распыления Коэффициент термостойкости Активность Степень нестехиометричности Коэффициент диффузии Энтропия Каталитическая активность	К К К/м К К К К К К К К м ³ кг кг/м ³ Па Па Па/м Дж/моль·К Дж/кг·К Вт/м·К безр. кг/м ³ моль/м ³ безр. м ⁻⁴ м ⁻³ м ⁻³ м ⁻³ безр. Дж/м·с безр. безр. м ² /с Дж/К м ⁻³ ·с ⁻¹

табл. 2 «Параметрический вход»* (с.169—170). При описании конкретных физ. эффектов допускается использовать дополнительные качественные характеристики и физ. величины, расширяющие С.в.в.ф.э. При этом следует руководствоваться действующими ГОСТами и справочниками по физике. **СЛОЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ** — один из важнейших показателей *технических систем*, к-рый быстро увеличивается в силу действия *закономерности возрастания сложности технических систем*. Возрастание С.т.с. приводит к увеличению показателей трудоемкости на различных этапах *жизненного цикла технической системы*: проектирование, изготовление, эксплуатация, ремонт, утилизация. Относительную С.т.с. можно оценивать, напр., по ф-ле:

$$S = \left(\frac{x_1 x_2 x_3 x_4 x_5}{x_6 x_7} \right)^{1/n},$$

где x_1 — число деталей в тех. системе; x_2 — число соединений между деталями; x_3 — число материалов, используемых при изготовлении тех. системы; x_4 — суммарное число входов и выходов потоков *вещества*, энергии и информации, имеющих в тех. системе; x_5 — число физ., хим. и биологических эффектов, используемых в тех. системе; x_6 — точность изготовления особо ответственных элементов; x_7 — требуемая точность главных функциональных показателей тех. системы.

Лит.: Половинкин А.И. Законы строения и развития техники. Волгоград: ВолгПИ, 1985.

СЛУЧАЙНОСТЬ (в тех. творчестве) — то, что не связано с вн. содержанием процесса, не возникает с неизбежностью, происходит различно и всегда в условиях неповторимых комбинаций объективных и субъективных факторов творчества. С. и как форма проявления необходимости, и как дополнение к ней служит условием реализации необходимости. Ни одно *изобретение* не обходится без действия случая в том или ином звене поиска нового *технического решения*. Иначе в тв. поиске все было бы фатально предопределенным,

и познание необходимости вело бы к ликвидации С. как формы ее проявления. Но только специфическое единство объективных условий и субъективных факторов тех. творчества знаменуется действием С. Любые С. выражают объективное содержание. Они действуют на основе *аналогий* между реальными св-вами, формами, структурами предметов и явлений, на основе *ассоциации* идей, отражающих также объективные св-ва и закономерности. С. в ходе экспериментальных поисков и реализации их достижений обуславливают их материально-тех. факторами, к-рые либо наталкивают на предмет поиска, либо подсказывают решение задачи (характер связи элементов, конструктивную форму, процесс и пр.). При наличии объективных условий С. в тех. развитии становятся необходимыми и могут служить исходными пунктами для развития целых направлений. Формы и характер действия С. обусловлены природой выражаемой ими необходимостью. Специфические обстоятельства поиска, выступающие как действие случая, характер решения-идеи в связи с их действием в конечном счете отражают особенности пути и способа поиска решения, своеобразие тех. задачи, тех. условий функционирования изобретения. С. нередко являются результатом пересечения различных необходимостей. Необходимость и С. могут переходить друг в друга в процессе развития *технического объекта* или отношений различных *технических систем*. Познание *технической необходимости* осуществляется через познание С. Владение диалектикой необходимости и С., знание форм и механизмов действия С. в процессе тех. творчества способствуют преодолению фатализма и субъективизма в тех. творчестве, повышают его эффективность, ведут к пониманию тех. необходимости и свободы творчества (см.: *Техническая необходимость, Техническая возможность, Техническое противоречие*).

* Для параметрического входа (выхода) все физ. величины, характеризующие объект, условно разделены по пяти основным областям физ. св-в (механика, оптика, электричество, магнетизм, термодинамика), что укоряет процесс поиска величины в словаре. Область физ. св-в непосредственно указывается в наименовании входа (выхода)

СОВМЕСТИМОСТЬ ФИЗИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ

— понятие, используемое при синтезе физического принципа действия технических систем. Два последовательных физических эффекта $A_i \rightarrow B_i \rightarrow C_i$, $A_{i+1} \rightarrow B_{i+1} \rightarrow C_{i+1}$ считаются совместимыми, если результат воздействия C_i предыдущего физ. эффекта эквивалентен входному воздействию A_{i+1} последующего физ. эффекта. Два совместимых физ. эффекта могут быть объединены, при этом входное воздействие A_i будет вызывать результат C_{i+1} , т.е. получается преобразователь $A_i \rightarrow B_i \rightarrow (C_i \leftrightarrow A_{i+1}) \rightarrow B_{i+1} \rightarrow C_{i+1}$. Различают три вида С.ф.э.: качественная С.ф.э. по совпадению наименований входов и выходов (напр., эл. ток — эл. ток); качественная С.ф.э. по совпадению качественных характеристик входов и выходов (пример несовместимости: переменный эл. ток — постоянный эл.ток); количественная совместимость по совпадению значений физ. величин (напр., эл. ток постоянный $I = 10$ А — эл. ток постоянный $I = 5 - 20$ А). На условиях С.ф.э. основывается любой алгоритм синтеза физ. принципа действия.

Лит. Автоматизация поискового конструирования (искусственный интеллект в машинном проектировании)/Под ред. А.И.Половинкина М.: Радио и связь, 1981. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества М.: Машиностроение, 1988.

СОДЕРЖАНИЕ И ФОРМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

— характеристика *технического объекта*, определяемая диалектическим взаимодействием его содержания и формы. Содержание тех. объекта — это составляющие его элементы и процессы с их количественно-качественной определенностью, *вн. противоречия* и тенденции их развития. Содержание тех. объекта: а) качественная и количественная определенность материального субстрата (вещественного, энергетического, информационного); б) качественная и количественная определенность тех. элементов, образующих объект; в) совокупность взаимодействующих частей целого с их функциональной определенностью и рабочими характеристиками; г) характер *принципа действия* и технологических процессов, реализующих ф. тех. объекта во взаимодействии с *предме-*

том труда, др. тех. средствами и человеком, представляющим основной «элемент» содержания тех. объекта. Форма тех. объекта — соотношенность, распределение и построение элементов содержания, их организация в рамках объекта как системы, действующей в тех или иных условиях. Форма есть способ существования и реализации содержания, его упорядоченность и жизнеспособность. Форма тех. объекта: а) объем и конфигурация тех. элементов, реализующих принцип действия и технологические процессы тех. объекта; б) взаимное расположение и связь тех. элементов, обуславливающих их функционирование и взаимодействие; в) объем и конфигурация тех. объекта в целом как системы, обеспечивающей его эффективное взаимодействие с человеком и факторами *внеш. среды* (*внеш. форма*). Форма тех. объекта является единством *вн. и* *внеш. форм*. К *вн. форме* относится структура тех. объекта, играющая роль в реализации его ф. С изменением уровня и сложности *техники* возрастает роль и *внеш. формы*. При больших скоростях тех. объекта меняется значение *внеш. среды*, что требует разработки его спец. *внеш. форм*; развитие многофункциональных и многоцелевых систем сопровождается превращением *внеш. формы* во *вн. форму* (автоматизация, космические комплексы). Классификация конструктивных форм: внутренние и внешние, необходимые и случайные, возможные и действительные, новые и старые, полезные и бесполезные, реализуемые и нереализуемые, эффективные и убыточные, радикальные и «косметические», социально-экологические и антигуманные. Тех. объекты существуют как целостное системное образование, будучи единством «сформированного содержания» и «содержательной формы». Единство С.ф.т.о. — не застывшее состояние, а процесс диалектического взаимодействия подвижности и устойчивости, соответствия и несоответствия, сбалансированности и дисфункции элементов и системы в целом. С.ф.т.о. складываются и существуют одновременно, но темпы их изменения различны: содержание подвиж-

но, а форма относительно устойчива. Основной закон их взаимодействия: содержание определяет характер формы, необходимость ее изменения и замены старой формы новой. В свою очередь форма по-разному проявляет свою активность: содействует развитию содержания, когда соответствует ему; сдерживает его развитие, когда не соответствует ему; одновременно и содействует, и сдерживает развитие содержания (различных его элементов), когда соответствует в одном и не соответствует в др. отношении. Несоответствие (*противоречие*) между содержанием и формой разрешается «сбрасыванием» старой и возникновением новой формы, адекватной изменившемуся содержанию. В зависимости от условий развития и функционирования тех. объекта имеют место и наполнение старых форм новым содержанием, и использование новых форм для развития старого содержания, и «подчинение» старых и новых форм развитию нового содержания. Содержание определяет форму неоднозначно, поскольку его элементы изменяются одновременно: возможно не только отставание формы от содержания, но и содержания от формы; в некоторых условиях элементы старых форм могут обретать роль активного фактора развития нового содержания. Диалектику взаимодействия содержания и формы выражают: конструктивная преемственность в развитии одних и тех же и разнородных тех. объектов; повторяемость конструктивных форм на новой технологической основе в структурах тех. объектов более высокого уровня; различное конструктивное воплощение одних и тех же принципов в разнородных тех. объектах; выполнение одних и тех же ф. тех. объектами разных конструкций и различных ф. — тех. объектами одинаковой структуры. Различные структуры развиваются на базе одних и тех же элементов, а одинаковые или сходные структуры — на базе разных элементов. Кол-во возможных структур увеличивается с возрастанием кол-ва элементов. Структура и ее связь с ф. усложняются с ростом кол-ва тех. элементов. Сходство структуры и ф. различных по происхожде-

нию тех. объектов усиливается вследствие их приспособления к условиям сходных сфер действия. Одно и то же содержание в зависимости от условий может воплощаться в различных формах (явление полиморфизма) и, наоборот, различное содержание может воплощаться в одной и той же форме (явление изоморфизма) (см.: *Новое в технике, Предмет труда, Технический формализм*).

СОМНЕНИЯ И АНТИАВТОРИТАРИЗМА ЗАКОН — выражение сущности творчества как преодоления прошлого через творение будущего. В этой ипостаси творчество выполяет ф. «онтологического критика» прошлого, разрушая сложившиеся успехи, структуры, нормы. Сомнение является психологическим феноменом — чувством критического отношения к действительности, в к-ром и формируется генезис тв. решения. Сомнение — это проверка границ «свободы творчества» творцом: насколько они правомерны. Стимулом к возникновению сомнения и его движения в тв. процессе служат противоречия между желаемым, *потребностями*, и разрешаемым, должным. П.Л.Капица фиксирует положение: «...масштабы противоречий, с которыми борется ученый, писатель, художник, и оценивают его творческую деятельность». «Подвергай все сомнению» — известная максима культуры человечества — является концентрированным выражением данного креатологического закона. Авторитет — это форма границ творчества, поэтому «антиавторитаризм» есть форма подвергания сомнению авторитетов, их идей, теорий, постулатов, законов и т.п. «Авторитарность» понижывает *статический интеллектный гомеостаз* как режим интеллектуальной деятельности, определяет «затухание творчества» и консервацию личности к концу жизни. Здесь авторитет выступает своеобразной формой стереотипа. С.а.з. в «социальном пространстве» направлен против процессов бюрократизации — стереотипизации. Это означает, что механизм С.а.з. взаимодействует с механизмом закона *креативно-стереотипной волны*, выполняя ф. ломки стереотипов,

особенно в периоды кризисов творчества. В механизмах спец. методов тв. генерации (мозгового штурма, *синектики* и др.) проявляются требования С.а.з. В высказывании Л.Н.Толстого: «Ум, который я имею и который люблю в других, — тот, когда человек не верит ни одной теории...» — интуитивно отражено требование этого креатологического закона. Вера с позиций культуры сомнения есть передача «суверенитета интеллекта» (или какой-то его части) творческой личности «объекту веры» — богу, кумиру, пророку, гуру, авторитету, доктрине. «Слепая вера» — это полный отказ от суверенитета своего разума по отношению к той или иной доктрине. Доверие, или просто вера, в отличие от слепой веры — временная передача суверенитета интеллекта, при к-рой остается свобода или возможность под напором новой информации, новых фактов, противостоящих старой доктрине, подвергнуть сомнению то, что сейчас кажется правдоподобным, истинным. Без веры так же, как и без сомнения, нет творчества и познания. Но сомнение — субъективно движущее начало, пропускающее через свой фильтр и переводящее ее в убеждение с позиций рационального объяснения. Сомнения раздвигают область рационального.

Лит.: Субетто А.И. Творчество, жизнь, здоровье и гармония. Этюды креативной онтологии. М.: Изд. фирма «Логос», 1992; Капица П.Л. О творческом «непослушании» // Наука и жизнь. 1987. № 2. С. 82.

СООТВЕТСТВИЯ МЕЖДУ ФУНКЦИЯМИ И СТРУКТУРОЙ ЗАКОН

— всеобщий закон строения *технических систем*, суть к-рого состоит в том, что достаточно полное соответствие между выполняемыми *функциями* и *структурой* тех. системы имеет место тогда, когда она выполняет заданные *технические функции* и при этом реализует конкурентоспособные *критерии эффективности* и *потребительские качества*. В этой ситуации каждый элемент тех. системы и его конструктивный признак имеют хотя бы одну подфункцию (в дереве ф.), обеспечивающую реализацию ф. тех. системы или необходимых значений критериев эффективности. Нарушение ука-

занного С.ф.с.з. возникает при исключении из тех. системы любого элемента или признака, изменении требований к ф. и критериям эффективности или изменении *внешних факторов*, влияющих на структуру тех. системы. Следствиями С.ф.с.з. являются *закономерность оптимального соотношения параметров, закономерность минимизации компоновочных затрат, закономерности симметрии технических систем и закономерности функционального строения обрабатывающих машин, источников энергии, информационных приборов и систем, сооружений*. С.ф.с.з. рекомендуется использовать при решении следующих практических задач: выбор и обоснование *функциональной структуры* и *технического решения* новой или модернизируемой тех. системы; проведение *функционально-стоимостного анализа*, при этом закон позволяет найти более правильное соответствие между *деревом ф.* и *материальной структурой* тех. системы; проведение *морфологического анализа*, при этом морфологическую табл. целесообразно формировать на основе функциональной структуры тех. системы. *Закономерности минимизации компоновочных затрат и симметрии технических систем* могут быть использованы для определения наиболее рациональной компоновки тех. систем и эффективных типов симметрии их структур.

Лит.: Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем. М.: Радио и связь, 1985; Половинкин А.И. Закономерности строения и развития техники. Волгоград: ВолгПИ, 1985; Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники: закономерности техники и их применение. М.: Информэлектрон, 1990.

СОХРАНЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ

— закономерность, отражающая многочисленные факты «вечного» существования *потребностей*. Суть С.п.з. состоит в том, что, однажды возникнув, *технически реализуемая потребность*, как правило, сохраняется в *техносфере* как угодно долго (в смысле смены *моделей и поколений* реализующих ее *технических систем*), пока действуют определенные *внешние факторы*, в связи с к-рыми возникла эта потребность. С.п.з. относится к закономерности

стям возникновения принципиально новых потребностей, возникновения и развития потребностей. Ее рекомендуется использовать при обосновании планов производства техники.

Лит.: Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники: закономерности техники и их применение. М.: Информалект, 1990.

СОХРАНЕНИЯ СТАРЫХ СТРУКТУР ЗАКОНОМЕРНОСТЬ — проявление закона прогрессивной эволюции технических систем. Суть С.с.с.з. состоит в том, что при появлении тех. систем новой структуры, улучшенной по отдельным критериям эффективности, часто под влиянием специфических внешних факторов, имеет место сохранение и воспроизведение тех. систем старой структуры, предназначенных для выполнения тех же технических функций в специфических условиях. Напр., несмотря на высокую многостороннюю механизацию в лесозаготовке топор сохранился в наборе лесозаготовительных орудий. С.с.с.з. целесообразно использовать при планировании сокращения производства старой техники.

СОЦИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ — см.: *Технология социальная*.
СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ КЛИМАТ КОЛЛЕКТИВА (и его улучшение) — система интересов, ценностей, ориентаций и установок, взглядов и отношений, усвоенных членами коллектива ранее, до вступления в коллектив, сформировавшихся в процессе совместной деятельности, развивающихся и реализующихся в реальной деятельности и выполняющих роль социальных регулятивов (принципов, норм, и т.п.). С.п.к.к. — духовное образование, обусловленное единством общего (духовные ценности общества, характер отношений), особенного (нормы, принципы, ценности как социальные нормативы реальной предметной деятельности в коллективах) и отдельного (социальные ориентации, интересы, личностные ценности, особенности восприятия окружающего и соответствующие реакции отдельных членов коллектива, реализующиеся в их поведении, самоопределение личности в коллективе). В процессе взаимодействия выде-

ленных понятий сознания, их взаимопроникновения и взаимовлияния происходит кристаллизация ценностей, норм, способов поведения, в большей или меньшей мере приемлемых для всех членов коллектива и выполняющих роль социальных регулятивов при осуществлении совместной деятельности. Определяющими при этом являются взаимодействия и взаимоотношения людей, опосредованные целями, задачами и ценностями совместной деятельности. С.п.к.к. — это не отношения между людьми в процессе деятельности, а психологическое отражение всего комплекса этих явлений, отражение скорее в настроениях и эмоциях, чем в рациональной форме. С.п.к.к. проявляется в таких характеристиках совместной деятельности членов коллектива, как оптимизм, радость труда, доверие, «чувство локтя», «чувство защищенности», уверенность, желание трудиться с полной отдачей и др. подобные эмоциональные состояния членов коллектива. С.п.к.к. реализуется на двух уровнях: вербальном (словесном) — высказывания, мнения, обсуждение разных точек зрения — и поведенческом — реализация усвоенных ценностей и норм в реальном поведении в ходе совместной деятельности членов коллектива. С.п.к.к. и его состояние детерминированы как *внешними факторами* по отношению к конкретному коллективу, исходящими от общества в целом, так и *вн. факторами*, специфическими для конкретного коллектива. Вн. факторы включают: совокупность материальных, культурных и идеологических условий, в к-рых воспитываются, живут и трудятся члены коллектива как граждане страны; характер отношений между людьми; систему управленческих воздействий, оказываемых на коллектив, их содержание и способы и др. Вн. факторы включают: материальные условия труда; содержание и характер труда; социальный опыт людей; технологическую, профессионально-квалификационную и административную структуры; организацию и оплату труда; планы социально-экономического развития коллектива и др. С.п.к.к. как характеристика

среды для отдельной личности оказывает большее или меньшее влияние на поведение каждого члена коллектива и эффективность его деятельности. Влияние осуществляется как непосредственно, так и опосредованно. С.п.к.к. выполняет следующие ф.: адаптивную, т.е. помощь новым членам коллектива освоить доминирующие в нем социальные нормы и отношения; организаторскую ф., основанную на системе единых правил и отношений, негласных и явных нормативов, способствующих слаженной деятельности коллектива, устраняющих различные недоразумения, предупреждающих конфликты; стимулирующую ф. способствующую позитивной и продуктивной деятельности членов коллектива, направленную на решение его задач и осуществление основных целей; ф., формирующую сознание людей, новые идеалы, нормы на новые, социально-значимые задачи, в т.ч. на творчество. Пути улучшения С.п.к.к. в конкретном коллективе: новаторская ориентация целей коллектива, формирование примата ценностей творчества; гуманизация целей коллектива — усиление внимания к *проблемам* отдельной личности, удовлетворение ее *потребностей*, развитие *творческих способностей*, создание условий для более полной реализации *творческого потенциала* личности; рационализация содержания и условий основной предметной деятельности; сознательное отношение к поиску наиболее адекватных форм организации деятельности, к формированию коллектива как некой социальной целостности с учетом психологической совместимости его членов и принципа дополнительной; совершенствование системы подведения итогов деятельности и оплаты труда, дополнительное стимулирование наиболее продуктивного труда; совершенствование методов управления коллективом, введение элементов самоуправления; изучение неформальных лидеров и структур в коллективе и учет их при организации жизнедеятельности коллектива; обеспечение продвижения коллектива в направлении достижения поставленных целей; совершенствование внешней для данного коллектива

среды, явно и опосредованно индуцирующей свое влияние на отдельных членов и коллектив в целом.

Лит.. Регуляция социально-психологического климата трудового коллектива/Под ред. Б.Д. Парыгина. М.: Наука, 1986; Социальная психология/Под общ. ред. Г.П. Предвечного и Ю.А. Шерковина. М.: Политиздат, 1975; Саморегуляция и прогнозирование социального поведения личности/Под ред. В.А. Ядова. Л.: Наука, 1979.

СОЦИОНИКА — научно-практическое направление исследований информ. метаболизма и типологии межличностных отношений. Основоположником развиваемых в странах СНГ и Балтии работ по С. является А.Аугустинавичуте. Ею на базе типологии К.Юнга построена модель социона — системы 16 психологических типов, связанных 16 интERTипными отношениями. Для практической работы по активизации творчества используются тесты, позволяющие определять «соционические» типы испытуемых, и табл. интERTипных отношений, предоставляющая возможность прогнозировать межличностные отношения. На основе тестирования испытуемого относят к одному из 16 типов, каждому из к-рых в С. присвоены номер и условное имя: 1) интуитивно-логический экстраверт (Дон-Кихот); 2) сенсорно-этический интроверт (Дюма); 3) этико-сенсорный экстраверт (Гюго); 4) логико-интуитивный интроверт (Робеспьер); 5) этико-интуитивный экстраверт (Гамлет); 6) логико-сенсорный интроверт (Максим); 7) сенсорно-логический экстраверт (Жукот); 8) интуитивно-этический интроверт (Есенин); 9) сенсорно-этический экстраверт (Наполеон); 10) интуитивно-логический интроверт (Бальзак); 11) логико-интуитивный экстраверт (Джек); 12) этико-сенсорный интроверт (Драйзер); 13) логико-сенсорный экстраверт (Штирлиц); 14) этико-интуитивный интроверт (Достоевский); 15) интуитивно-этический экстраверт (Гексли); 16) сенсорно-логический интроверт (Габен). Табл. позволяет определить вид отношений между типами, образующими социон. Так, взаимодействие сенсорно-этического экстраверта с др. типами согласно табл. выглядит следующим образом: 1) дуальное или полное дополнение

(Наполеон — Бальзак); 2) полудуальное (Наполеон — Есенин); 3) отношения полной противоположности (Наполеон — Дюма); 4) миражные отношения (Наполеон — Габен); 5) зеркальные отношения (Наполеон — Драйзер); 6) конфликтные отношения (Наполеон — Робеспьер); 7, 8) отношения контроля или ревизии (Максим контролирует Наполеона, Наполеон контролирует Достоевского); 9) тождественные (Наполеон — Наполеон); 10) родственные (Наполеон — Жуков); 11) отношения суперэго (Наполеон — Дон-Кихот); 12) деловые отношения (Наполеон — Гексли); 13) отношения активации (Наполеон — Джек); 14) отношения квазитожества (Наполеон — Гюго); 15, 16) отношения социального заказа (Гамлет — Наполеон — Штирлиц). В целом рекомендации С. дают возможность формировать самонастраивающиеся тв. группы. Организаторам поиска новых идей и *технических решений* они позволяют более эффективно управлять процессами коллективного творчества (см.: *Дуальная пара, Квадра, Кольцо прогресса*).

Лит.: Филатова Е. Соционика для Вас. Новосибирск Сибирский хронограф, 1994, Алва А. Квадра — что это такое? // ЭВРО. 1991. № 4. С. 23–26, Аугустинавичуте А. Теория интeртипных отношений. Вильнюс. Отдел рукописей 6-ки Лит. АН, 1982

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ФОНД ЭВРИСТИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ — описания *эвристических приемов*, ориентированных на решение *задач технического творчества* к.-л. отрасли или области *техники* (напр., водный транспорт, двигателестроение, сверхпроводимость и т.п.). С.ф.э.п. формируется и применяется, как и *межотраслевой фонд эвристических приемов*. Отличие С.ф.э.п. состоит только в учете специфики задач данной отрасли или области техники.

СПИСОК ТРЕБОВАНИЙ — набор условий и ограничений, к-рым должна удовлетворять проектируемая *техническая система*. С.т. содержит в первую очередь функциональные требования, выраженные в количественной форме, *потребительские качества*, критерии эффективности, условия прочности, устойчивости и др. Каждая тех. система

имеет необходимый и достаточный С.т., при выполнении к-рого *изделие* имеет допустимую (ожидаемую) производительность, надежность, экономичность и т.п. Если в таком наборе не будет учтено и выполнено хотя бы одно требование, то в созданной тех. системе проявится хотя бы один существенный недостаток или она будет неработоспособна. В процессе разработки и проектирования тех. системы последовательно решаются задачи выбора *функциональной структуры, принципа действия, технического решения, параметров*. При решении каждой из этих задач формируется свой С.т. При этом каждый последующий список шире предыдущего и включает его в себе. С.т. является важнейшей составной частью описания *постановки задачи технического творчества*.

Лит.: Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988.

СПОСОБ — процесс выполнения действий над материальным объектом. Новые более эффективные способы обычно составляют предмет *изобретения*.

СПУСКА МЕТОДЫ — процедуры получения в алгоритмах поиска экстремума такой последовательности векторов переменных X_0, X_1, \dots, X_k , при к-рых последовательность значений *целевых функций* отвечает условию: $C(X_0) > C(X_1) > \dots > C(X_k)$. При любом С.м. последовательность $\{X_k\}$ подчиняется условию $\bar{X}_{k+1} = \bar{X}_k + \bar{t}_k \bar{d}_k$, где \bar{d}_k — направление, $\|\bar{t}_k \bar{d}_k\|$ — шаг. Изменение процедуры выбора \bar{d}_k и \bar{t}_k (напр., путем определения этих величин в зависимости от значений, полученных ранее) дает различные модификации С.м. На С.м. в основном базируются *алгоритмы поиска локального экстремума*.

СРЕДСТВА ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА — способы выявления и развития *творческих способностей* человека и повышения результативности и эффективности его тв. деятельности в области *техники*. К С.и.т.т. относятся: многостороннее развитие тв. способностей в детстве и юности, создание условий *действенного материального и морального стимулирования тв. деятельности*, овладение эвристическими методами тех.

творчества, развитие чувства красоты и гармонии в технике, в природе, искусстве, науке, развитие и повышение уровня нравственности и совести творца, автоматизация поискового проектирования и конструирования, использование автоматизированных банков инж. знаний, осмысление и использование законов и закономерностей развития техники и теории проектирования новой техники, осмысление и использование «секретов творчества» и примеров работы великих творцов в технике, науке, искусстве, использование способов психофизиологической активизации тв. мышления.

СТАДИЙНОГО РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ ЗАКОН — всеобщий закон развития *технических систем*, с помощью к-рых осуществляется обработка материального предмета труда. При обработке любого материального предмета труда реализуются четыре фундаментальных ф.: технологическая (Т), связанная непосредственно с изменением материального предмета труда (напр., разделение бревна на доски); энергетическая ф.(Э), связанная с обеспечением энергией процесса обработки предмета труда; ф. управления (У) процессом обработки и подачи энергии; ф. планирования (П) кол-ва и качества производимой продукции. Основная суть С.р.т.з. заключается в том, что развитие тех. систем (ТС) происходит при последовательной передаче новым поколениям *технических систем* выполнения указанных фундаментальных ф. Напр., развитие тех. средств для токарной обработки проходит следующие стадии: 1) $Ч = Э + У + П$ (Ч — человек), $ТС = Т$ (токарный станок с ручным (ножным) приводом), 2) $Ч = У + П$, $ТС = Т + Э$ (токарный станок с приводом от парового или эл. двигателя), 3) $Ч = П$, $ТС = Т + Э + У$ (токарный станок с числовым программным управлением), 4) $Ч = 0$, $ТС = \text{все}$ (токарный станок с числовым программным управлением и системой автоматизированного планирования работ — безлюдное производство); аналогичные стадии можно выделить и для транспортировки грузов по дороге: 1) $Ч = Э + У + П$, $ТС = Т$ (тачка или тележка,

перевозимая человеком), 2) $Ч = У + П$, $ТС = Т + Э$ (телега с тягловым животным, автомобиль), 3) $Ч = П$, $ТС = Т + Э + У$ (автомобиль с системой автоматического управления), 4) $Ч = 0$, $ТС = \text{все}$ (автомобиль с системами автоматического управления и автоматического планирования работ). Т. обр., на 4-й стадии человек полностью исключается из технологического процесса; он участвует в процессах планирования высокого уровня, а также в нестандартных операциях наладки и ремонта оборудования. Переход на очередную стадию происходит, во-первых, при исчерпании физ. или умственных возможностей человека по определенному актуальному критерию эффективности — чаще всего производительности труда, во-вторых, при изменении *внешних факторов*. С.р.т.з. отражает не только развитие отдельных тех. систем, но и *техники* в целом, а вместе с ней и человеческой цивилизации. При этом 1-я стадия соответствует возникновению ручных орудий и человека разумного (*homo sapiens*), 2-я стадия связана с механизацией ручного труда и пром. революцией, 3-я стадия — с автоматизацией труда и науч.-тех. революцией, 4-я стадия — с созданием постиндустриального общества или гармоничной *ноосферы*. С.р.т.з. можно непосредственно использовать при разработке новых поколений тех. систем, когда принимается решение о передаче тех. средствам очередной фундаментальной ф., а также при создании крупных проектов по механизации и автоматизации производства, когда решаются вопросы перехода на 2-ю, 3-ю или 4-ю стадии.

Лит.: Товмасын С.С. Философские проблемы труда и техники. М.: Мысль, 1972. Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники: закономерности техники и их применение. М.: Информэлектро, 1990.

СТАНДАРТИЗАЦИИ И УНИФИКАЦИИ КРИТЕРИЙ — показатель использования в *технической системе* стандартных и унифицированных элементов, определяемый по ф-ле:

$$K = \frac{K_c A_c + K_y A_y + K'_n A'_n + K''_n A''_n}{A_c + A_y + A'_n + A''_n},$$

где A_c — число стандартных элементов, получаемых в готовом виде; A_y —

число унифицированных элементов, заимствованных из существующих тех. систем; A'_n — число оригинальных (новых) элементов, изготовление к-рых не вызывает затруднений; A''_n — число оригинальных элементов, изготовление к-рых вызывает значительные, но преодолимые трудности (требуется освоение новой технологии, изготовление сложной оснастки и т.п.); K_c , K_y , K'_n , K''_n — соответствующие весовые коэффициенты, причем $K_c = 1$, $K_c > K_y > K'_n > K''_n$. Критерий K изменяется в диапазоне $0 \leq K \leq 1$ ($K = 1$ — идеальное значение критерия). С.у.к. отражает положительный фактор наследственности в технике, аналогичный фактору наследственности в живой природе. При смене моделей и поколений технических систем критерий K заставляет в наибольшей мере сохранять и использовать проверенные практикой конструктивные элементы и отработанную технологию их изготовления. С.у.к. относится к группе технологических критериев.

СТАНДАРТЫ НА РЕШЕНИЕ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ — система типовых решений, пригодных для определенных классов задач. Стандарты построены на использовании законов развития технических систем, вековых преобразований, эффективных сочетаний приемов преобразования систем с физ. и геометрическими эффектами (см.: Информационный фонд ТРИЗ). Стандарты объединены в систему, снабженную поисковым аппаратом. Напр., стандарт 1.2.2: «Если между двумя веществами возникают сопряженные (полезные и вредные) действия, причем непосредственное сприкосновение в-в сохранять необязательно, а использование посторонних в-в запрещено или нецелесообразно, задачу решают путем введения между двумя в-вами третьего, являющегося их видоизменением. Это в-во может быть введено в систему извне в готовом виде или получено из имеющихся в-в. В частности, оно может быть «пустотой», пузырьками, пеной, хим. соединением, находиться в др. агрегатном состоянии, испытать фазовый переход и т.п.». Примером такого решения является авт.

свид-во СССР № 412062: «Способ предупреждения кавитационной эрозии гидродинамических профилей, например подводных крыльев, путем покрытия поверхности защитным слоем, отличающийся тем, что с целью повышения его эффективности при одновременном снижении гидродинамического сопротивления профиля защитный слой создают непрерывным намораживанием на поверхность корки льда по мере ее разрушения кавитацией, поддерживая толщину защитного слоя в установленных пределах, исключающих оголение поверхности профиля и ее эрозию под действием кавитации».

Лит.: Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей: От озарения к технологии. Кишинев: Карпа молдовеняскэ, 1989.

СТАТИЧЕСКИЙ И ДИНАМИЧЕСКИЙ ИНТЕЛЛЕКТНЫЙ ГОМЕОСТАЗ — понятия, отражающие два типа устойчивости в тв. развитии интеллекта. Статический интеллектуальный гомеостаз формируется, если человек все больше и больше привыкает действовать по стереотипам. Возникает психическая обратная связь, к-рая условно выражается ф-лой: «Мне интеллектуально комфортно, когда все известно, когда поступает меньше новых сведений, когда каждая новая информация быстро идентифицируется в классификационной структуре накопленного опыта, и дискомфортно, когда требуется интеллектуальное напряжение при решении задач». «Кинематической метафорой» этой ф-лы служит высказывание: «Чем больше сидишь, тем больше хочется сидеть, чем больше лежишь, тем больше хочется лежать». Статический интеллектуальный гомеостаз есть движение к статическому, «мертвому» равновесию, к-рое наступает в результате полной стереотипизации. Человек, живущий интеллектуально в режиме статического интеллектуального гомеостаза, действительно с возрастом становится все более и более «консервативным» и его тв. потенции уменьшаются. Динамический интеллектуальный гомеостаз формируется у человека при наличии у него культуры рефлексии, т.е. культуры самопознания, самосовершенствования, самообучения, само-

воспитания, самокритичности. В этом состоянии у человека все время поддерживается готовность к обновлению и осуществляется обновление готовности к творчеству. Психическая обратная связь имеет такое содержание: «Мне комфортно, когда задача требует тв. решения, когда все время существует определенная интеллектуальная неизвестность, порождающая напряженность и необходимость действовать нестереотипно, и дискомфортно, когда преобладают стереотипные ситуации, не требующие напряжения ума, когда нет новой информации». «Кинематической метафорой» этой ф-лы является высказывание: «Чем больше бежишь, тем больше хочется бежать; чем больше ходишь в горы, тем больше туда хочется идти снова; чем больше рискуешь, тем больше хочется рисковать». При динамическом интеллектом гомеостазе в результате рефлексии формируется новый стереотип — «стереотип по разрушению своих собственных стереотипов.» Механизмы разрушения стереотипов и подготовки к творчеству включают в себя аналого-ассоциативные механизмы, механизмы критики и смеха, игры, ротации интеллектуальной деятельности и др. Режим динамического интеллектного гомеостаза — условие творческого долгожительства. Наиболее всего его выработыванию способствует изобретательское творчество.

Лит.: Субетто А.И. Творчество, жизнь, здоровье и гармония. Этюды креативной онтологии. М.: Изд. фирма «Логос», 1992, Субетто А.И. Системологические основы образовательных систем. М.: Иссл. центр проблем качества подготовки специалистов, 1994. Ч. 1, 2.

СТИМУЛИРОВАНИЕ ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

— сознательное побуждение людей к тв. деятельности с целью более полной реализации их творческого потенциала и повышения продуктивности их деятельности. С.т.д. осуществляется как непосредственно — путем разъяснительной и воспитательной работы, проводимой различными социальными институтами, и последующей интериоризации ценностей и превращения их в субъективно значимые побудительные силы, так и опосредованно — путем влияния на совершенствование матери-

ально-тех. средств и условий творчества, на формы его организации и вознаграждения, на социально-психологический климат коллектива, на осознание подлинного статуса научно-технического творчества в развитии общества в целом, т.е. на совершенствование отношений изобретатель — общество. Социально-психологический механизм стимулирования состоит в превращении духовного или материального явления (обстоятельства), затрагивающего интересы личности, в значимый для субъекта творчества фактор — побудитель, т.е. перевод его из «внешнего» плана во «внутренний». Стимулирование осуществляется в различных формах: вербальной (духовное С.т.д.), предметно-вещественной (материальное С.т.д.), нормативно-организационной (организационное С.т.д.). Наиболее актуальные направления создания системы С.т.д.: совершенствование предметно-вещественной и социальной среды изобретателя; совершенствование оплаты труда разработчика с целью обеспечения выплаты вознаграждения, адекватного затраченным усилиям и качеству результата; изменение характера финансирования науч.-тех. разработок; предоставление больших возможностей изобретателям и коллективам в организации их тв. деятельности; влияние на политику формирования пакета социальных заказов и систему внедрения. С.т.д. в конечном итоге направлено на повышение статуса изобретателя, регулирование его отношений с обществом, улучшение условий его деятельности и жизни. С.т.д. в большей мере обеспечивает мотивацию тв. личности.

Лит.: Пигоров Г.С., Таран Ю.Н., Бельгольский Б.П. Интенсификация инженерного творчества. М.: Профиздат, 1989; Антонов А.В. Психология изобретательского творчества. Киев. гос. ун-т, 1978.

СТОИМОСТНЫЙ АНАЛИЗ (анализ затрат) — стратегия обеспечения потребительских качеств технического объекта, направленная на снижение его себестоимости за счет нахождения самых дешевых способов осуществления каждой из ф. тех. объекта. С.а. предусматривает: установление соответствия между затратами и функциональ-

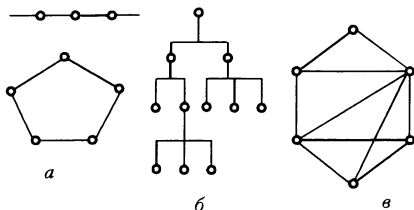
ными показателями тех. объекта; выявление зон сосредоточения затрат, в т.ч. по частным экономическим критериям: материалоемкости, трудоемкости, фондоемкости и т.д. (напр., основной зоной сосредоточения затрат при изготовлении эл. кипятильника является трубка теплового эл. нагревателя, на к-рую приходится 75 % общих затрат); определение совокупных затрат на функционирование тех. объекта на всех стадиях его жизненного цикла; выбор решений, реализующих комплекс ф. объекта с наименьшими затратами.

Лит. Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа: Метод. рекомендация. М. Информ-ФСА, 1991.

СТРОЕНИЯ ТЕХНИКИ ЗАКОНЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ — отражение и определение для отдельных сходных технических систем и фиксированных моментов времени объективно существующих, устойчивых, детерминированно или статистически повторяющихся существенных закономерных связей и отношений между выполняемыми тех. системами: *техническими функциями* и их характеристиками; *критериями эффективности технической системы* и др. отдельными ее показателями; *структурой технической системы* и отдельными конструктивными признаками и внешними факторами. С.т.з.з. — это широкий класс законов и закономерностей техники. Наиболее изучены и известны С.т.з.з.: *закон соответствия между функциями и структурой, закономерности симметрии технических систем, закономерность минимизации компоновочных затрат* и др. С.т.з.з. рекомендуется использовать при разработке и проектировании новых и анализе работы существующих тех. систем.

СТРУКТУРА ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ: 1. Описание и изображение строения *технической системы* с указанием ее элементов и взаимосвязей между ними. Существует несколько уровней описания С.т.с., к-рые имеют определенные взаимосвязи, отличаются отображением определенных признаков тех. систем и степенью детализации описаний. Широко распространены следующие четыре уровня описания

С.т.с.: *функциональная структура*, включающая описания *технических функций* основных элементов и их взаимосвязей; *принцип действия* — описание тех. системы на физ. уровне, где указаны *физические эффекты* и явления, с помощью к-рых реализуются ф. тех. элементов; *техническое решение*, к-рое содержит указание основных конструктивных признаков тех. системы и ее элементов; *параметры* — указание значений некоторых основных физ. характеристик тех. системы (мощность, масса, скорость и т.п.). С.т.с. представляет собой основную часть описания конструкции тех. системы. Новые признаки С.т.с., к-рые обеспечивают существенное улучшение *критериев эффективности* тех. системы и ее *потребительских качеств*, часто составляют предмет *изобретения* и патентуются.



2. В общем понимании структура — это совокупность взаимосвязей, существующих между составными частями целого. Применительно к тех. системе понятие «структура» используется в двух значениях: структура взаимосвязей между элементами системы; представление объекта как целого на различных уровнях абстракции (выше указаны четыре уровня представления). По топологическому признаку наиболее часто выделяют следующие классы С.т.с.: 1) *цепная С.т.с.* (рис. а), как особый случай цепной — кольцевая С.т.с. В виде цепной С.т.с. обычно представляют процесс обработки объекта, состоящий из нескольких последовательных этапов или технологических операций. Цепной С.т.с. часто характеризуются *потокосовыми функциональными структурами, физический принцип действия* тех. системы; 2) *древовидная С.т.с.* (рис. б), к-рую обычно имеет

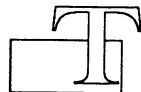
иерархическое разделение тех. системы на блоки, узлы, детали и т.п.; 3) сетевая С.т.с. (рис. 6), к-рую имеют различные представления сложных тех. систем: функциональная структура, физ. принцип действия и др. При разработке и синтезе новых решений тех. систем им обычно придают различные упрощенные структурные представления, что помогает абстрагироваться от мало-значущих деталей и упрощает поиск новых существенных признаков.

СУБЛИЦЕНЗИЯ — предоставление лицензиату права на реализацию *лицензии* третьим лицам. Оговаривается в тексте *лицензионного соглашения* или представляется по письменному разрешению лицензиара. По объему С. обычно соответствует *простой лицензии*. Получаемое за нее вознаграждение делится между лицензиатом и лицензиаром. Лицензиат выступает как агент лицензиара и не может превышать предоставленные ему полномочия.

СЦИЕНТИЗМ (от лат. scientia — знание, наука) — философско-мировоззренческая и жизненная позиция, основой к-рой составляет представление о науч. *знании* как о наивысшей культурной ценности и достаточном основании ориентации человека в мире. С. является устойчивым компонентом духовной жизни науч.-тех. интеллигенции и массового сознания 20 в. В качестве осознанной позиции С. начал складываться в культуре в конце 19 в. Оформление С. в 20 в. разворачивается в контексте утраты культурой единых оснований, углубления тенденции ее мозаичности и усиления процесса *дивергенции* в сфере духовности, представляя собой *alter ego* теоретизма как типа духовности. Мощным фактором формирования С. явились успехи науч.-тех. революции, базирующиеся на радикальном изменении места и роли теоретической *науки* в обществе и породившие иллюзию о способности науки решить все социальные проблемы. Идеалом для С. выступает не всякое науч. знание, а прежде всего результаты и методы естественных и тех. наук. Теорети-

ческим выражением С., отражающим его двуединую ф., выступают технократические концепции и неопозитивизм. Если первые проводят идею необходимости подведения науки под фундамент перестройки экономической и политической жизни и общества (прагматический компонент С.), то неопозитивистская философия науки объявляла науку культурно-мировоззренческим эталоном (философско-мировоззренческая составляющая С.). Поскольку наука, согласно С., представляет собой высшую ступень развития человеческого разума, постольку целью науч. элиты и социальных структур, связанных с наукой и образованием, является поддержание чистоты науч. образов и распространение их на все виды деятельности. Антиподом С. выступает антисциентизм. Последний, подчеркивая ограниченность возможностей науки в обеспечении социального прогресса, доходит в своих крайних выводах до объявления ее силой, чуждой и враждебной подлинной сущности человека. Так, Ф.Ницше считал дух и познание враждебными жизни, а экзистенциализм в 20 в. провозгласил гибельность тех. развития для человеческой души. Отрицанию нередко подвергается сама идея общественного прогресса как наиболее полное воплощение духа науч.-тех. прогресса — «прогресс как постулат исторического развития — лишь гипотеза и притом сомнительная» (Иггерс). В своих крайних формах антисциентизм заявляет о необходимости отказа от науки и связанной с ней *техники*, поскольку «сырьем» для последней становится сам человек, и возвращения к традиционным ценностям. Создатели современной техники должны понимать и чувствовать крайности С. и антисциентизма и учитывать все ценности человеческой культуры и в первую очередь нравственность и совесть человека, нравственные основы технического творчества.

Лит.. Федотова В.Г. Критика социокультурных ориентаций в современной буржуазной философии. Сциентизм и антисциентизм. М.: Наука, 1981, Филатов В.П. Научное познание и мир человека. М.: Наука, 1989.



ТВОРЧЕСКИЕ СПОСОБНОСТИ – индивидуальные особенности личности, представляющие субъективные предпосылки успешного осуществления тв. деятельности. К критериям успешности творчества относятся новизна и оригинальность получаемых решений, сложность решаемых задач, социальная значимость тв. решений и др. Феноменологические способности проявляются в легкости и скорости комбинирования понятий, в легкости мышления, в *фантазии* и пространственном воображении, проявляемом в процессе тв. решения, в индивидуальном способе деятельности. Участие в тв. деятельности предполагает многостороннюю готовность личности: 1) психологическую готовность (ориентация на *новое*, настрой на преобразование существующего мира, открытость к восприятию новой информации, способность удивляться, увлеченность, готовность к пересмотру собственных позиций, их непрерывной корректировке, преодолению психологических *барьеров творчества*, умение работать в ситуациях неопределенности и др.); 2) гносеологическую готовность (широкий кругозор, гибкое и подвижное мышление, образность мышления, понимание относительности имеющейся информации, умение анализировать, обобщать и интегрировать информацию, стремление «кристаллизовать» свой подход к проблеме, умение реализовать «свой» подход «до конца», опыт решения различных типов тв. задач, желание решить задачу в каждом конкретном случае, поглощенность процессом решения, интерес к результату, ориентация на сложные проблемы, методологическая и методическая подготовка); 3) социальная готовность к творчеству (осознание социальной значимости тв. деятельности, индивида, коллектива, общества, сформированность потребности в творчестве, *мотивация* творчества, потребность самовыражения, умение критиковать и правильно воспринимать критику, уважение к др. т.зр., доброжелательность, альтруизм, опти-

мизм, умение работать в коллективе, умение организовать собственную творческую деятельность и творчество др. людей). Существуют различные т.зр. на механизм формирования способностей, однако большинство исследователей считает, что способности формируются в деятельности, в процессе взаимодействия субъекта с окружающим миром. В деятельности происходят реализация и дальнейшее развитие способностей. Способности людей, в т.ч. и творческие, неоднородны по своему содержанию, способу формирования, форме проявления и т.д. В науке нет единой классификации (типологии) способностей. Наиболее распространена классификация способностей по видам деятельности. Т.с. имеют комплексную природу и зависят от ряда условий: анатомо-физиологических особенностей человека, социальных условий его становления и развития, степени развития самосознания, сформированности установок на развитие своих собственных способностей, характера окружающей предметной и социальной среды, актуализации *проблем* творчества в жизни общества на конкретном этапе развития (см.: *Творческие способности в техническом творчестве, Креативная педагогика*).

Лит. Теплов Б.М. Проблемы индивидуальных различий. М. Изд-во Акад.пед.наук РСФСР, 1961; Платонов К.К. Проблемы способностей. М. Наука, 1972; Мяскин А.В. Способности и потребности личности. М.: Мысль, 1983.

ТВОРЧЕСКИЕ СПОСОБНОСТИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ТВОРЧЕСТВЕ — индивидуальные особенности личности, представляющие субъективные предпосылки успешного осуществления творческой деятельности, направленной на создание новых *технических систем* и *технологий* и их совершенствование. Т.с.т.т. отличаются разнообразием и неоднородностью, что частично обусловлено разнообразием содержания деятельности, к-рую необходимо выполнить в процессе науч.-тех. разработки. Достаточно информативным основанием для фиксации разнообразия содержания творческой деятельности разработчика и классификации требований к субъекту является выделение этапов разработки и отдельных задач в его творческой деятельности.

Участие человека в работе на том или ином конкретном этапе или в решении конкретной задачи предъявляет к нему определенные требования, а эффективность этой работы зависит от наличия у субъекта деятельности соответствующих способностей. К таким отдельным Т.с.т.т. относятся: умение выявлять и формулировать глубокие *противоречия* и несоответствия; обостренное умение выявлять и прогнозировать новые *потребности* и улучшенные *потребительские качества*; быстрое понимание функционально-физ. сущности работы тех. системы; видение *недостатков* и *дефектов* в существующих изделиях; умение ставить *задачи технического творчества*, генерировать и синтезировать новые идеи и *технические решения*; умение быстро и объективно сравнивать альтернативные решения и выбирать лучшие; умение накапливать и систематизировать наиболее ценную информацию; умение разрабатывать и обосновывать новую идею, в т.ч. путем экспериментальных исследований и др. Это качественно различные способности, и обладание одной из них не предполагает обязательное обладание др. способностью или группой способностей. Разные способности имеют различную распространенность: наиболее редко встречаются люди, вскрывающие глубокие противоречия, открывающие новые направления в тех. науке и умеющие ставить задачи; несколько чаще встречаются люди, умеющие решать сложные задачи и т.д. Можно построить пирамиду Т.с.т.т., в основании к-рой — наиболее распространенные способности, а на вершине — наиболее редкие. В такой пирамиде от вершины к основанию располагаются «слоями» следующие Т.с.т.т., к-рые одновременно отражают и этапы творческой деятельности в области *техники*: 1) выявление и формулировка глобальных противоречий; 2) выявление новых потребностей и открытие новых направлений в технике; 3) постановка задач тех. творчества; 4) генерирование новых идей и конструкторско-технологических решений; 5) теоретические, расчетное, экспериментальное и технологическое обоснование новых решений; 6) подго-

товка проектно-конструкторской документации и доводка нового образца техники. Здесь прослеживаются две закономерности: 1) каждый этап науч.-тех. разработки требует специфических способностей, при этом может быть проявлен высокий уровень способностей (*гиперспособностей*); 2) более сложный характер науч.-тех. задач, решаемых на «верхних слоях» пирамиды, предъявляет более высокие требования к уровню развития способностей разработчиков, т.е. здесь с необходимостью нужны гиперспособности. Поэтому неслучайны следующие определения способностей: «талант» решает такие сложные задачи, к-рых не решают другие; «гений» видит такие проблемы, к-рых не видят другие, открывает новые направления в науке и технике, творит, подобно силам природы. Высокие Т.с.т.т. очень неравномерно распределены в людской массе, и выявление их, распознавание и культивирование представляет сложную социальную проблему. Т.с.т.т. можно условно разделить на две составляющие: 1) природные способности, к-рые даются от рождения и разные у разных людей; 2) приобретенные способности, к-рые возрастают за счет изучения теории, практического опыта, связанного с решением задач тех. творчества, и специального развития отдельных Т.с.т.т.; напр., у шахматистов 2-я составляющая Т.с.т.т. может в несколько раз увеличивать 1-ю, что в целом обеспечивает значительное повышение тв. способностей человека (рекомендации по развитию отдельных Т.с.т.т. изложены в статьях: *Барьеры творчества, Внутренние барьеры творчества, Повышение творческого потенциала, Развитие изобретательских способностей студентов, Креативная педагогика и др.*).
Лит.: Антонов А.В. Психология изобретательского творчества. Киев.: Киев. гос. ун-т, 1978; Калюшина И.П. Проблемы формирования технического мышления. М.: МГУ, 1974.

ТВОРЧЕСКИЕ СПОСОБНОСТИ И КУЛЬТУРНО-НРАВСТВЕННЫЙ УРОВЕНЬ ЧЕЛОВЕКА — наличие и качество объективных положительных взаимосвязей между творческими способностями человека и его культурой, нравственностью и совестью. Во-пер-

вых, тв. возможности и способности человека в значительной степени зависят от уровня его общей культуры. Во-вторых, чем более развиты нравственно-этические начала в человеке, тем с более обостренным и глубоким чувством он воспринимает красоту и гармонию окружающего мира (или дисгармонию, привнесенную в мир). Многие лучшие тв. достижения в технике найдены и синтезированы по закону красоты. В-третьих, нравственный человек относится ко всем людям уважительно, милосердно, с любовью и поэтому в процессе тех. творчества он стремится выразить свои чувства в наиболее гуманных и качественных проектно-конструкторских решениях. В-четвертых, нравственный человек, совершающий в первую очередь добрые дела для людей, может в высокой мере реализовать себя в таких делах, только развивая и наиболее полно используя свои тв. способности, к чему он невольно стремится. Поэтому культурно-нравственное развитие человека есть одно из важнейших направлений развития его тв. способностей и одно из средств интенсификации тех. творчества.

ТВОРЧЕСКИЙ ОПЫТ — см.: *Опыт творческий.*

ТВОРЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ субъекта деятельности (индивида, коллектива, общества) — степень его тв. мощности (*внутренний фактор*), к-рая может реализоваться только при наличии необходимых условий (*внешних факторов*). Мощность Т.п. субъекта деятельности зависит от системы его способностей, уровня развития каждой из них, степени их взаимовлияния в различных видах продуктивной и репродуктивной деятельности, степени их интеграции и аккумуляции в процессе формирования *творческого опыта*. Феномен Т.п. имеет производный характер и представляет собой обобщенную способность к осуществлению тв. деятельности. При определении Т.п. представляет интерес соотношение возможного и действительного, потенциального и актуального, хотя бы однажды реализованного. Только осуществление Т.п. в разных видах деятельности в тех или иных конкретных усло-

виях создает о нем некоторое представление, т.е. Т.п. приобретает «конкретные очертания», становится явным как для самого субъекта деятельности, так и для др. людей. Степень реализации Т.п., переход его из состояния возможности в состояние действительности зависят от ряда условий: установки личности на тв. деятельность; степени взаимной адекватности трех аспектов деятельности: Т.п., содержания и сложности решаемой задачи и конкретных условий деятельности. Т.к. полная адекватность практически не достижима, то реализация Т.п. всегда носит частичный характер. Т.п. — это развивающийся феномен. Особенности его развития зависят от анатомо-физиологических особенностей личности, содержания и сложности деятельности, социальных, социально-психологических и социально-экономических условий деятельности, в к-рые она включена, а также от степени осознанного отношения к себе, своим возможностям, их развитию в процессе жизнедеятельности и использования. В целом понятие Т.п. относится к числу трудноопределимых, поскольку используется для характеристики различных по природе субъектов деятельности, в разной степени обладающих *творческими способностями* и условиями для их реализации (см.: *Повышение творческого потенциала, Творческие способности, Творческие способности в техническом творчестве, Креативная педагогика*).

Лит.: Личностный потенциал работника в условиях интенсификации производства. Свердловск: Изд-во УНЦ АН, 1986; Зеленов Л.А. Становление личности. Горький: Волго-Вят. кн. изд-во, 1989.

ТВОРЧЕСКОГО ВОООБРАЖЕНИЯ РАЗВИТИЕ — составная часть *теории решения изобретательских задач*, ориентированная на обучение и включающая набор упражнений, заданий на преодоление психологической инерции, разрушение стереотипов, форсирование генерации идей, использование методов данной теории при решении нетехнических задач (из области быта, лит. и т.п.). На первых этапах развития данной теории Т.в.р. играло важную роль, компенсируя слабость методик, внося в занятия живость и интерес. По мере

усиления методической стороны данной теории Т.в.р. используется преимущественно при обучении детей.

ТВОРЧЕСКОЕ ДОЛГОЖИТЕЛЬСТВО — св-во личности долго, на протяжении жизни сохранять тв. потенциал и тв. активность. Т.д. связано с *динамическим интеллектным гомеостазом*, при к-ром креативно-стереотипная волна не «затухает». Творчески долгоживущая личность после каждого кризиса творчества при переходе к новой волне творчества как бы переживает молодость. Именно ощущение молодости при переходе от одной 10-летней креативно-стереотипной волны к др. 10-летней креативно-стереотипной волне характерно для великого нем. писателя и поэта Гёте. Примером тв. долгожительства является жизнь великого русс. писателя Льва Толстого. Т.о., тв. долгожитель — это личность, к-рая живет в динамическом интеллектном гомеостазе, умеет «ломать» вн. стереотипы, осуществлять «перестройку» памяти и тем самым преодолевать кризис творчества и подготавливать себя к новой «волне творчества». Такая личность переживает в течение жизни несколько «акме» — вершин творчества, к-рые являются своеобразными амплитудами тв. волны. Поскольку творчество есть «концентрированное будущее» в настоящем, а креативно-стереотипная волна есть волна замещения «накопленного будущего» *творческого потенциала* «накопленным прошлым» — памятью, потенциалом стереотипов, постольку тест тв. долгожителя связан с ответом на вопрос: «Скажите, ваши друзья — младше или старше вас?» Чем шире хронологический диапазон ваших друзей относительно вашего возраста, тем с большей вероятностью вы принадлежите к тв. долгожителям. Механизм обеспечения Т.д. одновременно является частью механизма физ. долгожительства. Жизнь интеллекта по *закону креативно-стереотипной волны* позволяет человеку преодолеть «синдром конечной жизни» (см.: *Креатотерапия*) и реализовать наследственную программу своей жизни. Осознание проблемы Т.д. усиливает *мотивацию* в науч.-тех. и изобретательском творчестве.

Лит.: Субetto А.И. Творчество, жизнь, здоровье и гармония. Этюды креативной онтологии. М.: Изд. фирма «Логос», 1992.

ТВОРЧЕСКОЙ ЛИЧНОСТИ РАЗВИТИЕ — раздел теории решения изобретательских задач, изучающий качества и процесс формирования тв. личности. Основой Т.л.р. является жизненная стратегия тв. личности. Спец. анализ большого кол-ва биографий тв. личностей выявил общие закономерности становления творца, в т.ч. типовые «удары», к-рым он обычно подвергается со стороны своего окружения (от близких людей и до государственных органов), и наилучшие ответные и упреждающие ходы, к-рые помогают тв. человеку сохранить и реализовать себя. Жизненная стратегия тв. личности фактически представляет собой своеобразную «инструкцию по технике безопасности» для тв. человека. В Т.л.р. также входят разработки по формированию в человеке качеств тв. личности. С середины 80-х годов элементы Т.л.р. используются во всех школах, следующих теории решения изобретательских задач, особенно широко при работе с детьми (см.: *Обучение теории решения изобретательских задач, Развитие изобретательских способностей студентов, Повышение творческого потенциала*).

Лит.: Альтшуллер Г.С., Верткин И.М. Рабочая книга по теории развития творческой личности. Кишинев: МНТЦ «Прогресс», Карта молдовеняскэ, 1990.

ТВОРЧЕСТВО (научное) — деятельность по порождению качественно нового, никогда ранее не бывшего содержания. Всякое Т.(н.) характеризуется единством таких черт, как неповторимость (по характеру осуществления и результату), оригинальность и общественно-историческая уникальность. Для тв. мышления не существует априорных, пригодных для любых ситуаций решения проблемных задач образцов, рецептов, стандартов, к-рым оно должно следовать. Оно движется неизведанными путями, его повороты непредсказуемы. Часто оно, по выражению А.Эйнштейна, «грешит против разума», совершая не укладывающиеся в логику здравого смысла маневры и «безумные скачки». Обстоятельства,

сопутствующие прорыву познания на более высокую ступень, далеко не всегда соответствуют важности момента: озарение, завершающее скрытую работу мысли, зачастую посещает творца в самый неожиданный момент, вне связи с непосредственной деятельностью по решению проблемы. В момент скачка мысли от известного к ранее неизвестному, от наличного уровня знания к объективно новому результату никакая логика не может предугадать направление такого скачка. Логичность тв. деятельности нередко обнаруживается лишь на стадии обоснования результата, поражая по прошествии времени простотой и очевидностью решения. Т.(н.) исполнено парадоксов и противоречий. Одно из наиболее типовых противоречий Т.(н.) связано с тем, что исследователь должен мыслить непротиворечиво и в то же время быть тождественным к противоречиям. Способность признать справедливость как аргументов, так и контраргументов является одним из существенных качеств тв. мышления. Соединение в своем сознании противоречащих мыслей подталкивает ученого к отысканию такого подхода, к-рый объединял бы на первый взгляд исключаящие друг друга позиции. Др. противоречие порождено сочетанием необходимых для протекания тв. деятельности феноменов, включающих, с одной стороны, глубокие знания, твердые убеждения, уверенность в правильности исповедуемых идей, упорство в их проведении, а с другой — способность к пересмотру собственных позиций, отбрасыванию оказавшихся несостоятельными представлений, отказу от упорства в заблуждении и т.п. Разрешение отмеченного противоречия достигается на пути следования принципам разумной справедливости, сформулированным Д.Поля: принцип мужества ума требует готовности изменить в случае обнаружения веских для этого оснований свои представления, подходы и методы, сколь бы привлекательными они не казались прежде; принцип честности ума выражается в запрете изменять свои представления без достаточных оснований, в угоду конформистским соображениям.

ям, в случае их опровержения опытом, лишь на том основании, что они свои, собственные, ставшие фактами биографии исследователя; принцип мудрой сдержанности состоит в запрете изменять свои представления произвольно, под воздействием модного течения, соображений личной выгоды, в угоду влиятельным кругам и т.п. Т.о., тв. процесс требует от субъекта наряду с наличием прочного основания усвоенных знаний и методов также смелости сомнения и отрицания, самостоятельности и гибкости мысли, дерзости риска и самокритичности. Тв. ученому совершенно необходима способность порождать «безумные» идеи — занятие, безусловно, трудное для логически мыслящего человека. Появление новой идеи в науке всегда связано с нарушением какого-то запрета, установленного «старой» наукой. Зачастую эти запреты становятся настолько привычными, что приобретают вид предрассудка. Исследователь, находящийся в тв. поиске и вынужденный совершать «крамольные» поступки, нуждается в средствах преодоления запретов и предрассудков. К их числу можно отнести чтение науч. фантастики, позволяющей выйти за жесткие рамки обыденности и открывающей возможные миры, и генерирование ассоциаций (последнее включается также в систему активизации интуиции). Ассоциации несут на себе печать индивидуальности тв. субъекта, через их посредство в процесс порождения нового входит случайность. С одной стороны, случайность «зашумливает» создаваемое новое, с другой — она выступает как сущностная составляющая процесса открытия, как важный инструмент познания. Случайность является атрибутивной чертой процесса генерирования гипотез, нарабатывания вариантов через механизм ассоциаций и гирлянд стохастических ассоциаций. Ученый, оказавшийся в проблемной ситуации, не должен бояться выдвигать множество гипотез. На этом этапе поиска полезно «поблуждать» в лабиринтах идей и образов, позволить себе свободу фантазии. Кол-во генерируемых гипотез может быть сокращено за счет формулирова-

ния априорных требований (это особенно важно в случае автоматизации процесса выявления закономерностей и решения изобретательских задач); в роли последних выступают различного рода конкретно-науч. принципы, представленные в науч. знании, а также принципы логико-методологического и философского характера. Процессы Т.(н.) нерасторжимы с интуицией. Эвристика как дисциплинарно оформленная область знания, выявляющая систему закономерностей, механизмов и методологических средств порождения нового знания, выделяет такие формы стимулирования интуиции: созерцание красоты и развитие эстетического компонента духовного мира личности, т.к. искусство обогащает ученых, возвращая им чувство гармонии (напр., высокой продуктивностью отличалась направляемая эстетическими принципами мысли деятельность Пифагора, Платона, А.Эйнштейна, В.Гейзенберга), а представления о гармонии и совершенстве реальности могут выступить открытыми детерминантами интуитивного прозрения и обоснования науч. положений (напр., «изопериметрическая теорема»); восприятие объектов, обладающих эффектом неожиданной новизны и тем порождающих оригинальные ассоциативные цепи; жесткое ограничение сроков, побуждающее мышление работать в режиме «форсажа» и тем самым «срывающее печати» с «генераторов интуиции»; создание ситуаций риска, заставляющее мысль прибегать к поиску неординарных решений; генерирование ассоциаций и образование гирлянд ассоциаций, что дает возможность обнаружить взаимосвязь предметов и явлений действительности там, где они прежде не просматривались; диалогическое обслуживание проблем в контактной группе, организованной в «ролевой ансамбль» (см.: Диалог). В психологическом отношении диалог интересен эффектом «себя-узнавания»: участник диалога узнает в другом себя, каким он был на той или иной стадии тв. эволюции. Благодаря этому диалог ведет к активизации эмоциональной сферы субъекта, снимает синдром самолюбования и

вызывает интеллектуальное напряжение, из которого рождается искра открытия. Из др. методологических средств промптуария (фонда) эвристики можно отметить эвристические стратегии: стратегию отрицания отрицания, основанную на представлении Т.(н.) как диалектики циклов исходного состояния, отрицания и отрицания отрицания; инверсионную стратегию, исходящую из использования методологических средств, противоположных традиционно применяемым в подобных ситуациях; эротематические стратегии, базирующиеся на целеустремленной постановке вопросов и поиске адекватных ответов; стратегии эвристической охоты, требующие смекалки, сообразительности, оперативной корректировки поиска в изменчивых условиях, способности рисковать и т.п.; стратегию трикстера (озорника, шалуна, проказника), построенную на диалектическом сочетании противоположностей (порядка и хаоса, созидания и разрушения, на создании ситуации карнавализации тв. процесса) и др. Направляемый эвристикой тв. процесс, разумеется, не становится в полной мере алгоритмичным, но он перестает быть хаотичным. Уменьшение неопределенности при использовании эвристики является условием повышения эффективности творчества (см.: *Системная методология проектной деятельности*).

Лит. Буш Г. Диалектика и творчество. Рига: Авотс, 1985; Растргин Л. По воле случая. М.: Мол. гвардия, 1986; Сухотин А. Ритмы и алгоритмы. М.: Мол. гвардия, 1988; Яковлев В.Д. Диалектика творческого процесса в науке. М.: Наука, 1989.

ТВОРЧЕСТВО И РЕЛИГИЯ — проявление положительной взаимосвязи между уровнем и объемом тв. достижений человека и его религиозностью. Тв. возможности верующего человека, как правило, выше, чем у неверующего творца. Данный феномен объясняется следующими причинами: 1) чем более развиты у человека нравственность и совесть, тем выше его тв. достижения, особенно если они касаются устройства более благополучной и гуманной среды обитания человека. Верующий человек, как правило, характеризуется более высоким нравственным совершенством

и более устроенной вн. гармонией души, что благоприятствует углубленной сосредоточенной работе; 2) чем более развито у человека ощущение красоты и гармонии, тем выше его тв. возможности. Человек с развитым вкусом к красоте и гармонии создает тв. решения, часто неосознанно следуя закону красоты, согласно к-рому наиболее красивое и гармоничное изделие одновременно является и функционально наиболее совершенным. Религия выработала специфические способы воспитания и развития чувства и вкуса красоты и гармонии, что обеспечивается воздействием в храме разных искусств в органической взаимосвязи с вероучением; 3) из психологии творчества известно, что наиболее удачные тв. решения человек находит интуитивным путем, когда мыслит на уровне подсознания. Доступ к подсознанию и интуитивное мышление инициируются сильными положительными эмоциями и чувствами, к-рые невозможно вызвать волевым путем. Верующий человек при общении с Богом часто испытывает глубокие положительные эмоции и волнения души, т.е. его подсознание открыто для интуитивного мышления и он легко впадает в такое состояние. Поэтому верующая тв. личность более подготовлена и predisposed к поискам и прозрениям на интуитивном уровне; 4) из психологии также известно, что люди, у к-рых в одинаковой мере развиты левое полушарие головного мозга (осуществляет сознательное логическое мышление) и правое полушарие (интуитивное образное мышление), имеют более развитые творческие способности. У инженеров и ученых левое полушарие часто более развито, чем правое. Религиозная жизнь обеспечивает развитие правого полушария и устраняет асимметрию и однообразие развитие мозга; 5) как отмечает ряд авторитетов, наряду с логическим, аналитическим, геометрическим, художественным, интуитивным и др. видами тв. мышления существует специфическое религиозное мышление, к-рое обеспечивает особое видение и тв. преобразование и улучшение мира с позиции любви к человеку и человечеству; 6) верующий тв. человек имеет и ощу-

щает постоянную духовную и моральную поддержку со стороны Бога, с к-рым у него возникает взаимная любовь и дружба, когда происходит единение Бога и человека, когда человек творит вместе с Богом, к-рый, по его убеждению, вседущ и всемогущ и действительно может помочь. Наличие положительных взаимосвязей между религией и творчеством подтверждает тот факт, что более 3/4 выдающихся ученых в прошлом и настоящем в развитых странах являются верующими.

ТЕНЕВАЯ МОЗГОВАЯ АТАКА — метод организации коллективного генерирования новых идей, являющийся разновидностью мозгового штурма (*мозговой атаки*) и разработанный преимущественно для использования в целях обучения и тренинга *творческих способностей*. Т.м.а. позволяет вовлечь в процесс коллективного творчества всех участников уч. процесса без ограничений, к-рые накладывает на подбор участников метод мозгового штурма. Для проведения Т.м.а. в аудитории (классе) формируется группа активных генераторов идей из 5—7 человек, к-рая работает по правилам обычного мозгового штурма. Из остальных участников уч. процесса формируется одна или несколько групп «теневого кабинета» (между ними может быть организовано соревнование). Генераторы «теневого кабинета» следят за ходом работы активных генераторов, воспринимая и фиксируя выдвигаемые ими идеи и решения, но не высказывая своих предложений вслух. «Теневые» и активные генераторы идей во время проведения Т.м.а. могут находиться в одном или различных помещениях (в последнем случае «теневого кабинет» следит за ходом работы активных генераторов по видеомонитору). При анализе результатов и развитии выдвинутых идей привлекают известные методы. Данная модель нашла широкое применение в школах изобретательства, она может быть использована в любой аудитории, включая школьную.

Лит. Буш Г. Диалогика и творчество. Рига. Авотс, 1985.

ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ — набор понятий и систематических методов, позволяющих всесторонне анали-

зировать проблемы принятия решений в условиях неопределенности, возникающих при необходимости сравнения подобных *технических систем* — альтернатив. Под принятием решений понимается выбор одной альтернативы из полученного или представленного множества альтернатив. Реализация любой альтернативы предполагает наступление некоторых последствий, анализ и оценка к-рых по вектору критериев эффективности полностью характеризует альтернативу. Решение задач сводится к выявлению и исследованию предпочтений *лица, принимающего решения*, а также к построению на этой основе адекватной модели выбора альтернативы, наилучшей в некотором конкретном смысле. Важной особенностью задач принятия решений является необходимость учета субъективных суждений лица, принимающего решения, при формализации предпочтений и выборе наилучшей альтернативы. Эта особенность означает, что различные лица в одной и той же ситуации могут получить различный результат. Выделяются 4 важных этапа процесса принятия решений: 1) определение альтернативных способов действия; 2) описание вероятностей возможных исходов; 3) ранжирование предпочтений возможных исходов через их полезность; 4) рациональный синтез информации, полученной на первых трех этапах. Отличительной чертой процесса принятия решений является степень формализации каждого этапа. Т.п.р. предписывает нормы поведения лицу, принимающему решение, к-рым он должен следовать, чтобы не вступить в *противоречие* с собственными суждениями и предпочтениями. Очень часто в ситуациях принятия решений хотя бы один из элементов (исходы, критерии, предпочтения и т.д.) описывается качественно, нечетко, т.е. должна быть решена задача многокритериального принятия решений при нечеткой исходной информации. При этом перспективен лингвистический подход на базе теории нечетких множеств и лингвистических переменных. Большое значение в Т.п.р. имеют модели принятия решений при нечеткой исходной информации.

Лит.: Исследования операций. Т.1/Под ред. Дж.Дондера, С.Эмаграби/Пер. с англ. М.: Мир, 1981; Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. *Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования.* Рига: Зинатне, 1990.

ТЕОРИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ — науч. дисциплина, связанная с получением фундаментальных знаний и разработкой практически полезных подходов и методов, обеспечивающих повышение качества продукции и ее конкурентоспособности. Т.п.н.т. находится в стадии становления. Сегодня разработаны разделы: Единая система понятий различных технических объектов, Законы и закономерности техники, Методология выбора конкурентоспособных решений, Системная методология проектной деятельности, Методы технического творчества, Компьютеризация инженерного и технического творчества и др. Т.п.н.т. является составной частью обобщающей науки о технике, называемой технoзнанием или технoведением.

Лит.: Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники. М.: Информэлектро, 1990.

ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ — науч.-практическое направление по разработке и применению эффективных методов решения тв. задач, генерации новых идей и решений в *технике* и др. областях человеческой деятельности. Разработка Т.р.и.з. начата в СССР Г.С.Альтшуллером и продолжается многими исследователями. Первая публикация по Т.р.и.з. вышла в 1956 г., к настоящему времени российскими и зарубежными учеными опубликовано множество статей и книг. Основное теоретическое положение Т.р.и.з.: *технические системы* развиваются по объективным, познаваемым законам (см.: *Законы развития технических систем*), к-рые выявляются путем изучения больших массивов науч.-тех. информации и *истории техники*. В рамках Т.р.и.з. проанализированы и отобраны наиболее целесообразные подходы к поиску *нового*, аккумулярован опыт многих изобретателей из разных стран, живших в разные эпохи. На базе выявленных законов развития тех. систем в Т.р.и.з. разработаны конкретные инструменты поиска но-

вых идей: *алгоритм решения изобретательских задач*, комплекс стандартных решений изобретательских задач (см.: *Стандарты на решение изобретательских задач*), типовые приемы устранения (разрешения) *технических и физических противоречий*, а также методология *прогнозирования развития технических систем* и др. Для повышения эффективности работы изобретателя в Т.р.и.з. создано спец. информ. обеспечение: табл. и указатели изобретательского применения физ., хим., геометрических эффектов и явлений. Т.р.и.з. включает набор психологических операторов, предназначенных для уменьшения психологической инерции, а также систему упражнений по тренировке и развитию *творческого воображения*. Т.р.и.з. используют в различных отраслях техники для решения актуальных тех., науч. и управленческих задач, прогнозирования развития, выявления перспективных направлений развития и задач с последующим их решением, а также в др. областях, в к-рых возникает необходимость решения тв. задач. На базе использования Т.р.и.з. и методики *функционально-стоимостного анализа* на предприятиях создаются спец. службы, в состав к-рых входят обученные Т.р.и.з. специалисты, выполняющие роль своего рода «мозгового центра», готовящего для руководства практические рекомендации по решению сложных вопросов (ликвидации аварийных ситуаций, оперативному, тактическому и стратегическому планированию и т.п.). Эти группы обучают Т.р.и.з. и методам функционально-стоимостного анализа работников предприятия, решают различного рода задачи по тематике предприятия, проводят функционально-стоимостный анализ продукции и т.п. Т.р.и.з. не заменяет обычные профессиональные знания, умения, навыки, технологию работы специалистов, а эффективно дополняет их. Специалисты по Т.р.и.з. решают тв. задачи в разных областях, как правило, в режиме *диалога* со специалистом или группой специалистов в данной конкретной области.

ТЕХНЕТИКА — наука (совокупность наук) о *технической реальности*, о тех. форме существования (движения) материи и ее идеальном отображении (проявлении). В узком смысле Т. — часть тех. реальности, к-рая как целостность включает функционирующую *технику* (установленные изделия), реализуемую *технологию*, используемые материалы, изготавливаемые изделия (продукцию), появляющиеся отходы. Важнейшим обобщением Т. является представление об *эволюции техники и технологии* (техноэволюции) и ее законах (см.: *Законы и закономерности развития техники*). Междисциплинарная наука о технике и технологии формируется под разными названиями: философия техники, техникведение, техникосзнание, техникология. Тех. творчество, связывающее инж. творчество, проектирование, науч. подход, фундаментальные знания с нравственными критериями, предлагает эффективные пути ускорения техноэволюции в управлении, обеспечивающем выживание человека. Таксономические подразделения Т. укрупненно соответствуют отраслям народного хозяйства (специальностям). Соответственно сложилась система тех. наук, выпускается уч. лит. В основе Т. лежат постулаты классической физики, восходящей к Ньютону — Максвеллу, и постулаты, определяющие системные св-ва создаваемых изделий и *техноценозов*, функционирование *техносферы* (*ноосферы*) в целом (см.: *Теория проектирования новой техники, Техника, Технология, Техносфера, Техническая реальность, Техноценоз*).

Лит.: Кудрин Б.И. Введение в технетику. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1991.

ТЕХНИКА (от греч. *техне* — искусство, мастерство, умение) — искусственная материальная система (системы) общества для целесообразного изменения форм *вещества*, энергии и информации, в к-рой способ связи компонентов (*технических объектов*) — структуры и протекающие в них организованные природные процессы представляют собой целостность, определяемую технологическими ф. Последние увязывают тех. объекты в крупные систем-

ные блоки, к-рые в целом выполняют общесоциальные ф. обеспечения жизнедеятельности и развития всего общества и отдельных компонентов. Качественное разнообразие подсистем Т. может быть классифицировано по различным основаниям, напр., по социальным сферам и институтам (производственная Т., науч.-иссл. Т., Т. здравоохранения, бытовая Т., Т. образования и культуры, оборонная Т. и т.д.); по технологическим критериям: предметам (Т. формообразования в-ва, энергетическая Т., информ. Т.), этапам технологических изменений (Т. добывающих отраслей, перерабатывающих отраслей, транспортная Т., Т. аккумуляции и хранения), формам материи и движения (мех. Т., физ. Т., хим. Т., аграрно-биологическая Т. и их комбинации). Допустима более глубокая дифференциация Т. (см.: *Технологическая матрица*). Современная Т. подчиняется специфическим системным законам строения, функционирования и развития, отличным от закономерностей тех. объектов. Исторический путь развития Т. характеризуется количественными изменениями (ручные орудия и средства труда, сложные орудия, *машины*, системы машин и т.д.) и коренными качественными преобразованиями всей системы Т., ее основных отраслей, в первую очередь промышленной (пром. революция). Общетеchnические революции являются следствием и развитием *технологических революций*, разрешающих противоречия в системе производительных сил общества путем перераспределения технологических ф. между человеком и машиной (см.: *Законы и закономерности техники, Систематика техники*).

Лит. Смирнов С.Н. Философские проблемы научно-технической революции. М.: Знание, 1980, Белоцерцев В.И., Сазонов Я.В. Философские проблемы развития технических наук Саратов. Изд-во Саратов. ун-та, 1983, Каширин В.П. Философские вопросы технологии (Социологические, методологические и техноведческие аспекты). Томск Изд-во Том. ун-та, 1988.

ТЕХНИКИ ЗАКОНЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ — отражение и определение для отдельных классов *технических систем* или *техники* в целом в фиксированные моменты времени или в зависимости от исторического перио-

да объективно существующих, устойчивых, детерминированно или статистически повторяющихся при наличии определенных условий закономерных связей и отношений между *потребностями (техническими функциями технической системы), критериями эффективности, признаками структуры технической системы и внешними факторами*. Различие между законами и закономерностями техники условно. Законы по сравнению с закономерностями отражают наиболее важные и фундаментальные связи и отношения, к-рые проявляются в любой тех. системе или очень широком классе разнообразных по ф. и структуре тех. систем. Известные З.з.т. классифицируются следующим образом: *законы и закономерности строения техники*, к-рые для фиксированного момента времени отражают связи и отношения между признаками материальной структуры тех. системы; *законы и закономерности функционирования техники*, к-рые для конкретного времени в рамках рабочих циклов тех. системы отражают связи и отношения на уровне *поточных функциональных структур* и реализуют их физ. процессы; *законы и закономерности развития техники*, в к-рых отражается изменение тех. ф., структуры, критериев эффективности и внеш. факторов в зависимости от исторического времени смены *моделей и поколений технической системы*; *законы и закономерности возникновения и развития потребностей*.

Лит. Половинкин А.И. Законы строения и развития техники. Волгоград ВолГПИ, 1985, Половинкин А.И. Систематика закономерностей техники. Волгоград, 1987 (Деп. рук. ВИНТИ, № 7340, В 87)

ТЕХНИЧЕСКАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ

— то, что в скрытом виде присуще *технике*, материально-тех. и профессионально-культурным факторам развития производства. Т.в. обнаруживаются в форме тенденции, предпосылок, условий или средств развития техники при определенных субъект-объектных отношениях в процессе тв. поиска. Характер и ф. Т.в. выявляются при реализации той или иной *технической необходимости*, при удовлетворении определенной тех. *потребности*, разре-

шении конкретных *технических противоречий* и решении конкретных тех. задач. Т.в. «оживают», «вскрываются» и реализуются в связи с разработкой, изготовлением, освоением и эксплуатацией новых *технических объектов*, в течение всего жизненного цикла новой техники. Об уровне и «масштабе» Т.в. судят в связи с уровнем тв. поиска (*изобретение*, усовершенствование или приспособление), а также в зависимости от продукта их реализации (новые конструкции, технологические процессы, материалы или методы их применения). Многообразные св-ва тех. объектов проявляются лишь в разных связях и отношениях. Поэтому их Т.в. обнаруживаются не одновременно и реализуются всякий раз неполностью. Всегда существует «потенциал» Т.в. для поиска новых решений и свободы творчества. Эффективность выявления и реализации Т.в. в конечном счете зависит от субъекта и субъективных факторов тв. поиска. Тем не менее в практике тех. творчества наблюдаются недооценка или переоценка Т.в.; их отождествление с действительностью или отрыв от нее; упование на автоматизм действия Т.в. и абстрактные ссылки на отсутствие Т.в. развития и применения новой техники. Обнаружение, оценка, поиск условий, форм и уровней реализации Т.в. — органичные элементы механизма становления *нового* и определения направленности и перспектив его развития, выработки прогнозов развития техники и тех. творчества. Только раскрытие и учет диалектического единства Т.в. и действительности обеспечивают становление и преодоление нового. При различных уровнях Т.в. реализация тех. необходимости дает разный тех.-экономический эффект. Поэтому неизбежна серия тех. средств как выражение стадий разрешения противоречий между тех. необходимостью и Т.в. ее реализации. При этом возможны различные ситуации. Новые тех. объекты не внедряются, если общее состояние технологии и производства ниже уровня Т.в. их применения (во всяком случае не обеспечивается их эффективное использование). Даже при наличии осознанной тех. потребно-

сти общества (социального заказа), но при отсутствии науч.-тех. возможностей решение тех. проблем затягивается на длительные сроки (напр., осуществление управляемой термоядерной реакции). В современных условиях исключительное значение приобретает проблема комплексного развития техники. Эффект механизации и автоматизации основных процессов технологической цепи порою сводится на нет, если не преобразуется тех. основа вспомогательных и подсобных работ. Раскрытие содержания и соотношения тех. потребности общества, тех. необходимости и т.в. имеет принципиальное методологическое значение в оценке и классификации тех. решений на однородные и неоднородные, одновременные и разновременные, своевременные и несвоевременные, т.е. преждевременные и запоздалые (см.: *Техническая необходимость, Творчество (научное), Новое*).

Лит. Белоцерцев В.И. Проблемы технического творчества как вида духовного производства. Ульяновск, 1970; Белоцерцев В.И. Техническое творчество: методологические проблемы. Ульяновск, 1975.

ТЕХНИЧЕСКАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ (необходимость в развитии техники) — то, что выражает вн. связи и отношения в процессе развития *технических объектов* и *техники* в целом; что не может не быть, несмотря на различие объективных условий и субъективных факторов тв. поиска; что реализуется при наличии определенных условий и действий различных *случайностей* в тех. творчестве как формы проявления Т.н. и дополнения к ней. Т.н. связана с общим, устойчивым, повторяющимся и выступает как определяющая тенденция развития техники. Выражением назревшей Т.н. служат, напр., однородные *технические решения*, получаемые при неодинаковых целях, условиях и способах поиска. Т.н. вызревает в меру развития конкретных *технических противоречий*, обуславливающих ее характер и сферы действия. Так, в ходе *технологической революции* конца 19 — начала 20 в. возникло противоречие между ремесленным способом изготовления машин и невозможностью их массового произ-

водства при удовлетворении требований к точности и стандартности узлов и деталей, назрела Т.н. в производстве машин машинами. В 20 в. возникла Т.н. в средствах автоматизации, т.к. человек не в состоянии контролировать протекание технологических процессов с современными скоростями, давлением, температурами, обеспечивая быстроту обработки информации и высокую точность ответных реакций. Поэтому неизбежными стали выход человека из непосредственного процесса производства и развитие автоматизированных технологических систем. Реализация Т.н. не является однозначным результатом саморазвития вн. логики техники. Механизм реализации и значение Т.н. раскрываются при действии тех. *потребностей* общества, *технических возможностей* производства и случайностей в тех. творчестве. Новое решение назревает и осуществляется при наличии единства тех. потребности, тех. возможностей и Т.н. В целом Т.н. обусловлена *законами и закономерностями техники*.

ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛЬНОСТЬ включает объективно существующий материальный, а также идеальный миры. Т.р. отражает обратное воздействие на психику и мышление человека и/или проявляется в возникновении *образов* (не обязательно творческих, «технических») несуществующего (напр., *изделия*). Некоторые виды искусств не могут существовать без Т.р., т.к. изображают нереализуемое (рис. М.Эшера, концептуальные проекты «бумажной архитектуры», восходящие к Дж. Б. Пиранези). В тех. творчестве Т.р. — все материальные объекты (и их информ. отображение), к-рые созданы: человеком непосредственно или с использованием тех. изделий — *орудий и устройств*; тех. автоматическими детерминированными устройствами или тех. устройствами, обладающими способностью обучаться и оценивать ситуацию. Актуальна *проблема* теоретического описания Т.р. в ряду физ.-хим., биологических, технических, информ., социальных реальностей с соответствующими механизмами энергетического, естественного, документаль-

ного, интеллектуального, *информационного отборов*. Т.р. следует рассматривать системно как целостность, включающую функционирующую технику (установленные изделия, здания, сооружения), применяемую *технологию* (определяемую в большой степени *физическими эффектами*), используемые материалы, изготавливаемую продукцию, появляющиеся отходы, выбросы, брак, излучения (см.: *Техногенез*).

Лит.: Кудрин Б.И. Введение в технику. Томск. Изд-во Том. ун-та, 1991.

ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА: 1. Искусственно созданные объекты, предназначенные для удовлетворения определенной *потребности*, к-рым присущи возможность выполнения не менее одной ф., многоэлементность, иерархичность строения, множественность связей между элементами, многократность изменения состояний и многообразие *потребительских качеств*. К Т.с. относятся отдельные *машины*, аппараты, *приборы*, сооружения, ручные орудия, их элементы в виде узлов, блоков, агрегатов и др. сборочных единиц, а также сложные комплексы взаимосвязанных машин, аппаратов, сооружений и т.п. Т.с. относятся к самому большому классу *технических объектов*. Т.с. существует в трех модусах (проявлениях): 1) как изделие производства, 2) как *устройство*, потенциально готовое совершить полезный эффект, 3) как процесс взаимодействия с компонентами окружающей среды (источником внеш. энергии, потребителем и т.д.), в результате к-рого и происходит эксплуатация (функционирование) Т.с. и образуется полезный эффект. 1-й модус раскрывается в предметной декомпозиции Т.с., в выявлении всех ее неделимых, условно монолитных деталей и сборочных единиц; 2-й — в функциональной декомпозиции, в выявлении одно- и многофункциональных элементов; 3-е, рабочее состояние Т.с. раскрывается в генерируемых процессах (сменах состояний) и рабочих циклах, включающих взаимосвязанные процессы. Ни один из *функциональных элементов* не может быть воспроизведен непосредственно, а существует

благодаря деталям и сборочным единицам, к-рые по отношению к ним выступают в качестве предметов-носителей. Устройства, непосредственно участвующие в создании полезного эффекта Т.с., ответственны за степень совершенства рабочего процесса и ресурс работы. Для обеспечения ресурса часто используются спец. элементы, в т.ч. устройства, демпфирующие колебания, устройства охлаждения, разъемы, причем последние, повышая технологичность конструкции Т.с., требуют устройства крепления деталей, состояние к-рого во время эксплуатации Т.с. сказывается на ее надежности. При всем разнообразии Т.с. смысловая нагрузка любого функционального элемента состоит в том, чтобы изменять или сохранять движение связанного с элементом объекта; изменять пространственные характеристики и время существования Т.с., а также изменять энергию как меру той или иной формы движения. Строение Т.с. и параметры объекта, с к-рой она взаимодействует, предопределяют все параметры и показатели функционирования Т.с., проявления ее состояния, характеристики и качества. Функционирование Т.с. раскрывается через средства (процессы) достижения полезного эффекта и управления этими процессами. Создание полезного эффекта обусловлено составом и порядком действия основных функциональных элементов, от к-рых зависит рабочий цикл Т.с.; на фактический результат влияя затраты энергии от внеш. источника и св-ва др. компонентов среды. Под управлением происходящими в Т.с. процессами подразумевается преднамеренное изменение или сохранение характера и интенсивности с компонентами среды и поддержание параметров вн. состояния всех элементов Т.с. в пределах, обеспечивающих безопасность людей и сохранение материальных ценностей. При полном раскрытии характеристик Т.с. речь идет как о связях между входными и выходными параметрами функционирования (напр., связь тяги и расхода топлива авиационного двигателя и условий полета самолета), так и о показателях, позволяющих отличить анализируемую

Т.с. от других, в т.ч. о признаках принадлежности Т.с. к определенному типу как категории, объединяющей Т.с. одного назначения с одинаковым *принципом действия*, и о признаках отличий в строении. Об уровне Т.с. свидетельствуют максимально достижимые значения ее потребительских качеств (выходных параметров).

2. Устройство, предназначенное для удовлетворения определенной *потребности*. К Т.с. относятся отдельные *машины*, аппараты, приборы, сооружения, ручные орудия труда, а также их элементы: детали, блоки, агрегаты и др. сборочные единицы.*К Т.с. относятся также сложные комплексы взаимосвязанных машин, аппаратов, сооружений и т.п. В лит. наряду с понятием Т.с. часто используется понятие *технический объект* (в данном слове оно имеет более широкое значение). К тех. объектам наряду с Т.с. относятся *технологии*, *конструкционные материалы* и *комплектующие изделия*, *техносферы*.

Лит.: Автоматизация поискового конструирования (искусственный интеллект в машинном проектировании)/А.И. Половинкин, Н.К. Бобков, Г.Я. Буш, и др. М.: Радио и связь, 1981, Аронов Б.М. О технологии автоматизированного проектирования конструкций деталей машин//Управляющие системы и машины. 1985. № 1. С.29–34.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ — назначение изделия или др. *технической системы*, обеспечивающее реализацию определенной *потребности*. Описание Т.ф. совпадает с описанием удовлетворяемой потребности (см.: *Технически реализуемые потребности*). Различие между Т.ф. и технически реализуемой потребностью состоит в том, что последняя характеризует человека, у которого есть желание удовлетворить потребность, а Т.ф. характеризует тех. систему, с помощью к-рой данная потребность удовлетворяется. Классификация разнообразных Т.ф. осуществляется по различным основаниям. Множество Т.ф. в процессе развития *техники* непрерывно расширяется и структурно меняется. Этот процесс отражают *закономерности возникновения и развития потребностей*. Для инж. тв. работы целесообразно создание *банков данных технических функций*. Описание Т.ф. относится к одной из четырех

групп *главных характеристик технической системы* (см.: *Систематика потребностей и технических функций*).

Лит.: Половинкин А.И. Автоматизация поискового проектирования. М.: Радио и связь, 1981; Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988.

ТЕХНИЧЕСКИ РЕАЛИЗУЕМЫЕ ПОТРЕБНОСТИ — потребности,

удовлетворение к-рых происходит с помощью к.-л. *технической системы* или др. *технического объекта*. Т.р.п. можно описать типовой ф-лой $P = (D, G, H)$, где D — указание (описание) действия, приводящего к реализации интересующей Т.р.п.; G — указание объекта (предмета труда), на к-рый направлено действие D ; H — указание особых условий и ограничений, при к-рых выполняется действие D . Описание Т.р.п. по приведенной ф-ле должно содержать минимально необходимую и достаточную информацию: описание действия, направленного на реализацию потребности, и описание результата действия, приводящего к удовлетворению потребности.

Описание Т.р.п.			Тех. система
D	G	H	
Освещение	помещения	—	Светильник
Нагревание	емкости с жидкостью	до кипения	Эл. плитка
Размалывание	зерна	на муку	Мельница
Перевозка	грузов	по дороге	Грузовой автомобиль
Обеспечение движения	автомобилей	через препятствие	Путепровод
Измерение	температуры воздуха	—	Термометр

В табл. приведены примеры описания Т.р.п. по компонентам ф-лы, где в последнем столбце указана одна из возможных тех. систем, с помощью к-рой удовлетворяется данная Т.р.п., причем описание Т.р.п. дано на качественном уровне. Ф-ла позволяет описывать Т.р.п. и количественно, если описание каждого из компонентов D , G , H дополнено необходимыми количественными характеристиками (напр.: «Перевозка со скоростью до 60 км/ч грузов массой 10 т по дороге с уклонами до 1:8»). Описание Т.р.п. совпадает с описанием *технических функций* тех.

объекта, с помощью к-рого удовлетворяется данная Т.р.п. Различие между ними состоит в том, что Т.р.п. относится к человеку, у к-рого есть желание удовлетворить данную потребность, а тех. ф. относится к тех. системе, с помощью к-рой удовлетворяется данная потребность. Классификации огромного разнообразия Т.р.п. осуществляются по различным основаниям. Множество Т.р.п. на протяжении истории человечества непрерывно расширялось и структурно менялось. Этот процесс отражают закономерности возникновения и развития потребностей (см.: *Систематика потребностей и технических функций*).

Лит. Половинкин А.И. Автоматизация поискового конструирования. М.: Радио и связь, 1981, Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988.

ТЕХНИЧЕСКИ РЕАЛИЗУЕМЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ БАНК ДАННЫХ

— систематизированный фонд описаний *технически реализуемых потребностей* с указанием сведений о средствах их реализации. Т.р.п.б.д. может быть совмещен с *банком данных технических функций* и иметь такое же информ. и прогн. обеспечение и аналогичное назначение (см.: *Банк данных технических функций*).

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ — см.: *Техническая система*.

ТЕХНИЧЕСКИЙ СОЦИОЛОГИЗМ

— концепции развития *техники*, основанные на абсолютизации социальной и отрицании технологической детерминации тех. развития, на объяснении всех феноменов техники, ее природы, уровня и последствий применения характером и действием социальных отношений и факторов. Методы и формы проявления Т.с.: непризнание общего в развитии техники, связанного с природой, технологической и антропологической детерминацией, и абсолютизация специфического, связанного с социальной детерминацией; трансформирование решающей роли социального в развитии техники в абсолютную ее зависимость от социального (в отличие от *технического фетишизма* с его абсолютизацией определяющей роли *технического* в развитии социального); непонимание того, что эффективность соци-

ального заказа, тех. политики тем больше, чем полнее они отражают уровень и характер техники, ее общие закономерности, чем глубже выражаются тех. потребности общества, систему критериев *нового* в технике, реализация к-рых обеспечивает удовлетворение личных, социально-групповых и общечеловеческих интересов и потребностей. Решающая роль социального в развитии техники выражается в том, что при наличии всех необходимых факторов несоциального порядка судьба тех. творчества и его результатов всецело зависит от социальных условий. В период вызревания необходимых объективных факторов социальные условия играют решающую роль в мобилизации сил и средств, в организации удовлетворения социальных потребностей через решение задач производства и техники. Насущные социальные потребности направляют тв. поиск в такой мере, что становится возможным разрешение *противоречий* техники и производства на иных путях и основах, чем предполагалось ранее. При прочих равных условиях от социальных факторов зависит производственное применение и степень влияния нововведений на науч.-тех. и социальный прогресс (см.: *Последствия научно-технического развития, Технический фетишизм, Предмет труда*).

ТЕХНИЧЕСКИЙ ФЕТИШИЗМ (или социологический техницизм) — концепции социального развития, основу к-рых составляют два принципа: наделение *техники* способностью к спонтанному, самопроизвольному, самодовлеющему развитию и технологическая интерпретация причин социальных процессов и отношений, представление их производной ф. саморазвития техники. Методология Т.ф. состоит в абсолютизации технологической детерминации при объяснении тех. и социального развития и в отрицании социальной детерминации при истолковании развития техники. Технологический детерминизм фиксирует лишь один из типов причинной обусловленности развития техники и конкретно-исторических социальных форм жизни человека и общества. Не отрицая социальной де-

терминации, технологический детерминизм выявляет обусловленность характера конструктивных форм и технологических процессов, уровней решения тех. задач, степени и качества удовлетворения тех. *потребностей* общества действием комплекса факторов: взаимодействием *предмета труда*, техники и человека как факторов производства; уровнем и характером самой техники; *технической необходимостью* и *техническими возможностями* производства; вн. и внутр. технологическими *противоречиями*; собственно тех. общими и специфическими законами и закономерностями; состоянием технологических отношений в системе общественного производства; взаимодействием естественных и тех. наук. Методология Т.ф. выражается в непонимании решающей роли социальной детерминации и в абсолютизации определяющей роли технологической детерминации, что объясняется концепцией относительной самостоятельности развития техники, раскрывающей диалектику общего и специфического в развитии техники, и диалектику взаимодействия тех. и социального в системе общества на различных этапах ее развития. Характерные черты концепций Т.ф.: представление техники автономным и внеобщественным явлением, к-рое противостоит обществу и воздействует на него извне; отрицание решающей роли социального в развитии техники и абсолютизация определяющей роли ее вн. логики, что на деле выражает лишь момент относительной самостоятельности развития техники; абсолютизация общего и отрицание специфического в развитии техники под влиянием социальной детерминации; интерпретация социального развития процессом приспособления к требованиям самодовлеющей природы техники; характеристика типов общества лишь по этапам и стадиям развития техники, науки и технологических революций: индустриальное, электронное, компьютерное, информ. общество и т.п. (см.: *Технический социализм, Содержание и форма технического объекта*).

Лит. Белозерцев В.И. Техническое творчество. Методологические проблемы. Ульяновск, 1975.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРМАЛИЗМ — теория и практика тв. деятельности, для к-рых характерны: сведение творчества к «формотворчеству», «бессознательному творению образа» (формы); абсолютизация формы как самоцели и самоценности тв. поиска; отрыв (противопоставление) формы от содержания; игнорирование системы критериев новой *техники* и требований к ее качеству; забвение интересов потребителя, социального смысла и отрицательных последствий тех. творчества как «формотворчества». Т.ф. ведет к бесплодной многотипности, созданию *нового* по видимости, чем наносит обществу экономический урон, способствует росту дефицита запасных частей, затрудняет ремонт и развитие кооперированных поставок, увеличивает расходы материальных ресурсов и т.д. Методологические основы и формы проявления Т.ф.: понимание техники как совокупности «технических», конструктивных форм, что ориентирует тех. творчество на «творение» форм как самодовлеющего процесса; отсутствие системного, структурно-функционального, диалектического подхода к исследованию и оценке природы и роли конструктивной формы; абсолютизация закономерности «относительной самостоятельности» развития формы по отношению к содержанию в технике и тех. творчестве; переоценка роли внутр. формы *технического объекта* (напр., гипертрофия эстетических св-в тех. объекта без обеспечения совершенствования др. элементов формы); истолкование тех. творчества как спонтанного, объективно недетерминированного процесса, оторванного от реальных тех. *потребностей* общества и обеспечиваемого действием и совершенствованием чувств формы и комбинационных способностей человека; трактовка разнообразных конструктивных решений и многочисленных конструктивных возможностей при решении тех. задач как свидетельства безграничной свободы тех. творчества, самовыражения тв. духа; игнорирование объективных факторов технологического и социального характера при объяснении процесса формообразования в тех. творчестве;

непонимание диалектически объективного и субъективного в тех. творчестве; недооценка (забвение) процесса субъективизации объективного и абсолютизация процесса объективизации субъективного. Логика Т.ф. (если на нем настаивать) ведет к тупиковой ситуации: разрушению конструктивной формы и лишению ее реального назначения. «Оправданием» Т.ф. может служить лишь желание во что бы то ни стало сбыть продукт или самоутвердиться в качестве «новатора». Теория и практика Т.ф. не способствуют оптимизации эмоционального и рационального в восприятии человеком *технической реальности*, формированию здорового нравственно-эстетического климата для человеческих отношений в техногенной среде. Преодоление Т.ф. в теории и практике тех. творчества возможно на основе овладения закономерностями взаимодействия природных, социальных, технологических и антропологических факторов, детерминирующих происхождение, уровень и характер тех. объекта, относительную самостоятельность развития конструктивных форм по отношению к содержанию, степень и характер зависимости развития тех. объекта от влияния субъективных возможностей творцов новой техники. Конкретно-исторический и системный анализ влияния этих факторов на конструктивные формы тех. объекта — методологическая основа реального конструирования. Исключительной функциональностью в этой связи обладают эргономика, инж. психология, тех. эстетика и социальная экология. Единство объективных и субъективных факторов развития тех. творчества придает социальный смысл и гуманистический характер развитию и реализации чувства формы и комбинационных способностей человека как субъекта тех. прогресса (см.: *Содержание и форма технических объектов, Новое в технике, Предмет труда*).

ТЕХНИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ПРОДУКЦИИ — система показателей, характеризующих качественные св-ва изделий и их соответствие лучшим мировым образцам. Т.у.п. — это мера использования достижений тех. прогресс-

са для удовлетворения конкретных *потребностей*, степень тех. совершенства продукции, новизны и прогрессивности конструктивно-технологических решений, принятых при ее создании. Т.у.п. в определенной степени можно рассматривать как характеристику спроса, сроков разработки и обновления выпускаемой *техники* или используемой *технологии*. Т.у.п. является комплексной интегральной характеристикой, включающей такой компонент, как *качество продукции*, к-рый, представляя собой динамическую характеристику, позволяет учитывать тенденции развития техники в перспективе. Совокупность показателей, образующих Т.у.п., кроме группы спец. показателей, определяемых характером *изделия*, содержит прежде всего *критерии эффективности технической системы и потребительские качества*. При уточнении состава показателей Т.у.п. следует помнить, что и малозначимые на первый взгляд показатели могут оказать немалое влияние на их изменение. Т.у.п. — относительный показатель, определяемый на основе сравнения с показателями базового *образца* (реального или гипотетического), являющегося материализацией соответствующего уровня развития. Различают следующие уровни: потенциальный науч.-тех. уровень — это уровень современных достижений науч.-тех. прогресса, характеризующий наивысшую степень использования на данном этапе развития *науки* и *техники* передовых науч.-тех. знаний без учета экономических, производственно-тех. и др. ограничений; перспективный Т.у.п. — это уровень техники, характеризующийся параметрами наиболее рациональных решений, т.е. наиболее перспективных для достижения поставленных целей на установленный перспективный период при учете возможностей общественного производства; достигнутый (прогнозируемый) мировой Т.у.п. — это уровень воплощения (прогнозирования) в определенной группе изделий, реализованных (прогнозируемых) на данном (прогнозируемом) этапе развития в стране и за рубежом и обеспечивающих наибольшую степень удовлетворения

общественных потребностей с экономически оправданными затратами; допустимый Т.у.п. — это уровень морально устаревающей техники, к-рую допускается использовать только в течение ограниченного периода в случае, если не удовлетворяется спрос на изделия более высокого тех. уровня. Определение Т.у.п. производится с привлечением методов образования комплексных показателей технических систем. Однако иногда используются более простые способы, напр., диаграмма сравнений, когда по значениям выбранных показателей данного изделия и изделия соответствующего уровня, отмеченным на радиальных шкалах диаграммы, определяются площади полученных многоугольников и на основании их сравнения делается окончательный вывод о Т.у.п. (на рис. в качестве примера приведена диаграмма сравнений, использованная для оценки Т.у.п. эл. двигателей, где шкала M — масса готового изделия, кг; W — номинальная мощность, кВт; P — относительный вес, кг/кВт; D — монтажный диаметр, мм; L — монтажная длина, мм; l — наилучшие показатели; 2 — показатели данного изделия). Тех. резервом по данному показателю является относительная разность между показателями сравниваемых изделий. При анализе Т.у.п. необходимо выявить макс. уровень показателей, превышение к-рого не может быть реально достигнуто в процессе эксплуатации из-за ограниче-

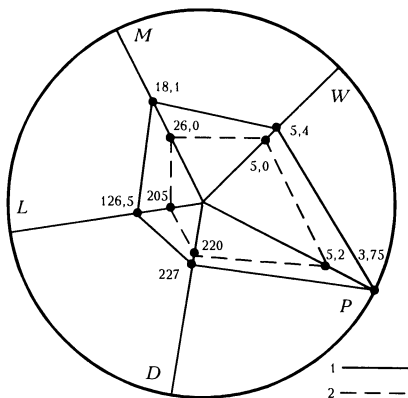
ний. По отношению к ним определяет-ся реальный резерв. Аналогично устанавливаются экономический уровень и экономический резерв. Пока не до конца разработаны вопросы динамики и границ изменения Т.у.п., особенно в связи с изменением качества продукции и обоснованием сроков создания и обновления производимой техники. Следует отметить, что планируемый рост Т.у.п. должен обязательно соотноситься с сопутствующими ему экономическими факторами. Показатели Т.у.п. обычно используют при оценке ее конкурентоспособности. В лит. наряду с определением «Т.у.п.» часто используют определение «технический уровень изделий» (см.: *Полезность, Ценность*).

Лит. Андрианов Ю.М., Лопатин М.В. Квалиметрические аспекты управления качеством новой техники. Л. ЛГУ, 1983

ТЕХНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ БАНК ДАННЫХ

— систематизированный фонд описаний *технических функций* с указанием сведений о средствах их реализации. Т.ф.б.д. целесообразно формировать на компьютерной основе с покомпонентным описанием тех. ф. (см.: *Технически реализуемые потребности*). В Т.ф.б.д. для каждой тех. ф. следует указать альтернативные *технические системы*, с помощью к-рых они могут быть реализованы, а также представляющие интерес их *потребительские качества*. Для более рациональной организации Т.ф.б.д. следует использовать *классификацию технических функций*. Прогр. обеспечение Т.ф.б.д. позволяет проводить поиск соответствующих тех. систем по заданной тех. ф., а по заданной тех. системе — поиск описаний ее тех. ф. Особый интерес представляет синтез новых тех. ф., что может инициировать создание новых *технологий и техники*. Автоматизированные Т.ф.б.д. представляют собой мощное средство компьютеризации тех. творчества. Их целесообразно использовать также при выполнении работ по *маркетингу, проектированию, стандартизации и т.п.*

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ — исходный документ для разработки и проектирования *технической системы*. Т.з. обычно содержит тех.-экономиче-



ское обоснование возможности и целесообразности разработки нового изделия, включая результаты маркетинговых исследований; качественное и количественное описание *технических функций*; *список требований*. Разработка Т.з. — первая стадия проектирования тех. системы, к-рая определяет ее *технический уровень*, *конкурентоспособность* и возможности создания новых патентоспособных *технических решений*.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ — см.: *Противоречие техническое*.

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ — представление *технической системы* в виде описания ее основных элементов, их взаимного расположения в пространстве, способов соединения элементов между собой, последовательности действия элементов во времени, особенностей конструктивного исполнения элементов (геометрическая форма, материал и др.), принципиально важных соотношений параметров. Описание Т.р., как правило, дополняется графическим изображением. С системной т.зр. Т.р. конкретного изделия представляется в виде двухуровневой структуры с использованием характерных признаков изделия в целом и его элементов. При этом любой элемент можно описать более детально в виде двухуровневой структуры. Системное представление позволяет легко создавать компьютерные банки данных по Т.р. Представление тех. системы в виде Т.р. широко используется в описаниях *патентов*, в уч., инж.-тех. лит., проектной документации. Т.р. — один из уровней описания тех. системы в *иерархии* ее *внутренних факторов*.

ТЕХНОГЕНЕЗ — происхождение, возникновение, процесс образования элементов *технической реальности*. Рассматривая результаты техноеволюции в историческом аспекте, можно представить Т. в определенной последовательности. Изделия развивались не из одной или немногих привильных форм (монофилетичность), а из нескольких; достаточно сравнить нож, гребень, сосуд, иглу и рассмотреть множество *физических эффектов*. Дальнейшее развитие происходило

как дивергентно, так и конвергентно: специализируясь, каждая форма дает начало новым. Ряд отстоящих форм порождает качественно отличающуюся форму (напр., самолет) — основу для специализации. *Инновации* возникают псевдослучайно, реализуя законы и закономерности природы, осуществляемые в данных условиях. Вначале инновации захватывают отдельные особи-изделия, но при благоприятных условиях они становятся массовыми на обширной территории. Генотип осваивается и становится общеизвестным. Дальнейшее развитие большинства видов осуществляется путем медленных изменений, отдельные виды, осваивающие новые экологические ниши, развиваются скачками. Варианты наследственной основы изделия развиваются во всех направлениях, разрешенных природой. Тех. творчество указывает эти направления, рекомендуя приемы и методы, к-рые позволяют отказаться от вероятностных поисков и способствуют развитию *интуиции* и оформлению нового образа. Циклом техноеволюции определяются движущее и консервативное проявления *информационного отбора*, к-рый направлен на макс. использование *ресурсов* в целом. Дивергентные виды (напр., автомобили «Жигули») связаны переходами, виды, возникшие скачкообразно, мутационно, качественно разграничены (напр., фонограф Эдисона и проигрыватель). Процесс эволюции состоит в образовании новых *признаков*, основанных на общем генофонде инж. документации и реализации природных закономерностей, в т.ч. тв. возможностей. Смерть особи-изделия — результат старения или др. физ.-хим. причин. Моральное старение завершается физ. актом, напр., выбрасыванием. Вымирание изделия как вида определяется внеш. причинами, несовершенством генотипа или вн. причинами (вн. несовершенство) (см.: *Законы и закономерности развития техники, Техноценоз, Техническая реальность, Информационный отбор*).

Лит... Селекционизм и номогенез глазами техника // Экспериментальный анализ функций биологических систем. М.: Наука, 1985.

ТЕХНОКРАТИЯ — слой высококвалифицированных специалистов (ученые, инж.-тех. интеллигенция, менеджеры и т.п.), принимающих участие в управлении производством, разработке и осуществлении экономической политики государства. Технократы, как правило, игнорируют духовно-нравственные основы, что приводит к нарушениям экологии природы и экологии души человека.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МАТРИЦА — предельно общая модель качественного разнообразия *технологии*, базирующаяся на минимально необходимом числе параметрических признаков. Т.м. строится в 3 координатных осях. Ось *X* — предметы технологических воздействий с фиксированными точками на оси: формы *вещества*, формы энергии, формы информации. Ось *Y* — типичные виды технологических изменений предметов (*технические функции технических объектов*): получение (выделение, синтезирование, генерирование), преобразование (переработка, трансформация, видоизменение), транспортировка (перемещение, передача, локомоция), накопление — хранение (консервация, аккумуляция, запоминание). Ось *Z* — природа технологических предметов и взаимодействий: мех., физ., хим., биологическая. Т.м. может трансформироваться в отраслевые модели. Напр., замена содержания оси *Z* на «биологические средства воздействия» (с точками: продуценты, консументы, редуценты) позволяет системно исследовать биотехнологию, к-рая здесь подразделяется на растительную, животную и микробиотехнологию; градация оси *Z* по видам гравитационных, тепловых, электромагнитных и ядерных взаимодействий описывает др. технологическую отрасль. Наиболее перспективны исследования с использованием данных, расположенных в конце осей *X* и *Z* с выходом, напр., на биоинформационные (биокомпьютерные) технологии. Построение Т.м. для более узких областей *техники* и направлений ее развития представляет собой эффективный подход и метод синтеза новых *технических решений*. Т.м. представляет собой разновидность методов *мор-*

фологического анализа и синтеза технических решений.

Лит. Каширин В.П. Философские вопросы технологии (Социологические, методологические и технологические аспекты) Томск Изд-во Том ун-та, 1988

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ — высшая системная форма организации науч. знания, основанная на предметно-практической деятельности и целостно описывающая связи и закономерности технологических взаимодействий *технического объекта* и предметных форм вещества, энергии и информации. Основные компоненты Т.т.: множество технологических фактов, требующих теоретического объяснения; технологические категории и сформулированные на их основе гипотезы; принципы, идеализации, постулаты, аксиомы, позволяющие построить и описать идеализированный объект (*модель*) технологического взаимодействия; установленные технологические законы, т.е. постоянно повторяющиеся связи между сторонами (*законы и закономерности строения техники*), взаимодействия сторон (*законы и закономерности функционирования техники*), качественно-количественные изменения (*законы и закономерности развития техники*) объекта. Основная фаза возникновения Т.т. — выделение и фиксация элементарного технологического взаимодействия (напр., пятна лазерного луча с элементом непрозрачного тела, режущих кромок инструмента с обрабатываемым материалом, активного элемента движителя с фрагментом среды и т.п.) с минимально необходимым кол-вом сторон, св-в и параметров, определяющих тип этого взаимодействия, его структуру, качество природных сил и процессов, включенных во взаимодействие, и т.д. Выраженная вербально, в виде ф-л, схем и графиков модель Т.т. выступает в качестве непосредственного предмета изучения, а в ф. предмета оперирования Т.т. является эмпирической реальностью. Трансформируя реальный фрагмент технологического взаимодействия, исследователь использует необходимую информацию и в дальнейшем обогащает Т.т. новыми фактами или перестраивает теоретическую конструкцию, если факты

противоречат ей. Т.т. не имеет прямого адресата в технологической практике. Ее ф. — описать общие процессы технологических взаимодействий, установить их св-ва, параметры и соответствующие закономерности (напр., лазерная Т.т. отражает целостную картину воздействия луча на предмет в предельном диапазоне плотностей излучения, устанавливает закономерности качественных и количественных изменений предмета при нагреве, плавлении, испарении, взрыве и плазмировании). Однако при этом Т.т. может стать базой тех. творчества при разработке конкретных технологических методов (напр., термообработки, сварки, химико-термической обработки, плазменной и др. видов технологии).

Лит. Степин В.С. Становление научной теории Минск. Изд-во Белорус. ун-та, 1976, Каширин В.П. Философские вопросы технологии Социологические, методологические и технико-технологические аспекты Томск. Изд-во Том. ун-та, 1988, Каширин В.П. Методологические проблемы теоретической технологии // Современная наука и закономерности ее развития. Томск Изд-во Том. ун-та, 1988.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ФОРМА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИИ — прогрессирующая и управляемая человеком природно-социальная совокупность материальных процессов целенаправленного изменения различных форм (мех., физ., хим., биологическая и др.) вещества, энергии и информации, протекающих в *технических системах* по специфическим законам в соответствии с *законами и закономерностями строения и функционирования техники*. Т.ф.д.м. определяет уровень и характер взаимодействия общества и природы, к-рые достигли предельных значений качественных и количественных параметров, сопоставимого не с прошедшими этапами развития, а с предельными возможностями глобального потенциала Земли и его наиболее важными параметрами. Превышение расчетно-эмпирических пороговых критериев значительным числом компонентов может привести к необратимым (катастрофическим) изменениям в земной системе, технологическим трансформациям и массоперемещению форм в-ва (предел 10–17 % от естественного массообмена). Технологический оборот твердых в-в втрое

превышает биосферный круговорот и становится соизмеримым с геологической формой движения материи. Параметры энерготехнологического движения (предел 1–3 % воспринимаемой энергии Солнца) еще не приблизились к опасным границам, но современное производство энергетических мощностей стало сопоставимым по ряду параметров с геологическими, геофизическими и астрофизическими процессами. Информационно-технологическое движение пока не исследовано, но ориентировочно предполагается, что суммарный информ. поток увеличивается пропорционально квадрату роста пром. потенциала и к концу 20 в. увеличится в 30 раз. Глобально-космический уровень современных Т.ф.д.м., сопровождаемых экологическим, сырьевым, энергетическим, пищевым и т.п. кризисами, свидетельствует о необходимости нового мышления и стратегии взаимодействия общества и природы. К настоящему времени сформулированы некоторые идеи, разработаны эскизные проекты общей теории взаимодействия общества и природы, проведены международные крупноточные оценки технологий, единых народнохозяйственных комплексов, ноосферных комплексов, особого экологического производства и т.д. (см.: *Биосфера, Ноосфера, Техносфера, Технология, Технологическая матрица*).

Лит. Философские проблемы глобальной экологии. М.: Наука, 1983; В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986, Каширин В.П. Философские вопросы технологии. Социологические, методологические и технико-технологические аспекты. Томск. Изд-во Том. ун-та, 1988.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ

— показатели экономии живого труда при изготовлении *изделия* и подготовке его к эксплуатации. Список Т.к. *технических систем* обычно включает критерии: трудоемкости изготовления, стандартизации и унификации, использования материалов, расчленения тех. системы на элементы и др. Т.к. определяют экономико-живого труда в жизненном цикле изделия. Т.к. относятся к группе *критериев эффективности технических систем*.

Лит. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества М.: Машиностроение, 1988.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕВОЛЮЦИИ — качественные изменения технологических способов производства, сущность к-рых состоит в коренном перераспределении основных технологических ф. между человеческим и тех. компонентами производительных сил общества. Т.р. стали возможными с появлением машин — *технических объектов*, способных самостоятельно выполнять технологические ф. получения, преобразования, транспортировки и хранения (накопления) различных форм вещества, энергии и информации. В общественном производстве произошли три Т.р. Первая Т.р. была обусловлена передачей машине технологических ф. формообразования вещественно-материальных предметов и возникла в недрах мануфактур и фабрик (конец 17 — начало 18 в.). Мас-совое использование машин в текстильном производстве (чесальных, прядильных, ткацких и др.), металлообработке (ковочных, прокатных, металлорежущих и др.), бумагоделательной, пищевой (машины по переработке сырья) и др. отраслях привело к первой пром. революции. Количественные изменения (увеличение размеров машин, одновременное использование нескольких орудий и инструментов, объединение нескольких машин в системы и т.п.) привели к проблеме создания универсального источника энергии. Вторая Т.р. — энергетическая — была связана с осуществлением машинного способа генерации и трансформации энергии, ее началом стало изобретение универсального парового двигателя (вторая половина 18 в.). Энергетическая Т.р. привела ко второй пром. революции, распространилась на транспорт, сельское хозяйство и др. отрасли материального производства. Современная или третья Т.р. (вторая половина 20 в.) по своей сути является информ.-технологической. Она подчиняет себе все общественное производство, детерминирует революции в системе *техники* в целом и в различных ее отраслях. Компьютеризация и роботизация завершают предыдущие Т.р. и связывают их в единое целое.

Лит. Маркс К. Экономические рукописи 1861–1863 годов // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т.47, Смирнов С.Н. Философские проблемы научно-технической революции. М.: Знание, 1989, Каширин В.П. Философские вопросы технологии. Социологические, методологические и технологические аспекты. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1988.

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ИЗДЕЛИЯ — приспособленность изделий (деталей, сборочных единиц) определенной конструкции быть изготовленными с относительно малой технологической себестоимостью, к-рая в денежном выражении комплексно отражает трудоемкость изготовления и ремонта изделия, его материалоемкость. Т.к.и. определяется путем сопоставления технологической себестоимости конструкций *технического объекта* одного и того же назначения, разработанных с небольшим интервалом времени. При этом предполагается, что образцовый вариант конструкции целесообразен не только для предприятий-изготовителей, но и потребителя. Специфика понятия Т.к.и. состоит в том, что показатели технологичности относятся к элементам предметной декомпозиции *технической системы*, а «носителями» ее потребительских св-в являются элементы функциональной декомпозиции, т.е. материальные образования внутри и на границах тех. системы, непосредственно реализующие передачу движения и энергии, ограничение рабочего пространства, изменение времени ее существования. Поэтому, анализируя, напр., варианты конструкции зубчатого колеса в редукторе, оценивать себестоимость сопоставляемых вариантов необходимо при условии, что образуемые благодаря колесу шлицевое соединение с валом, тело колеса и зубчатое зацепление с шестерней выполняют свою *техническую функцию* по качественным и количественным показателям; при этом следует учитывать трудоемкость изготовления и массу конкурирующих вариантов конструкции колеса, к-рая сказывается и на трудоемкости сборки, массе и себестоимости сборочной единицы, в составе к-рой находится эта деталь. Рассматривая Т.к.и. на уровне *машины* той или иной тех. системы и разрабатывая соответствующий проект тех. си-

стемы, следует выбирать тот из конкурирующих вариантов конструкции, к-рый, будучи предпочтительным по технологическим св-вам, позволяет реализовать необходимые *потребительские качества*: полезный эффект, затраты внеш. энергии, ресурс работы, масса изделия, удобство его эксплуатации и т.п. Из-за недостоверного прогноза условий будущего производства априорные оценки Т.к.и. проектируемых изделий чреваты большими ошибками. Поэтому решение о предпочтительном варианте конструкции, как правило, принимается на основе сравнения вариантов по показателям сложности: кол-ву и точности размеров; виду шероховатости поверхностей, ограничивающих деталь; составу изделий, образующих сборочную единицу, и требований к точности их взаимного расположения; виду используемых соединений и посадок. Требования к технологии изготовления постоянно ужесточаются, поэтому поиск способов и средств совершенствования Т.к.и. требует глубоких *знаний, интуиции, изобретательности* и входит в число важнейших задач тех. творчества.

Лит.: Технологичность конструкции изделия: Справочник / Ю.Д. Адмиров, Т.К. Алферова, П.Н. Волков и др. М.: Машиностроение, 1990.

ТЕХНОЛОГИЯ (от греч. *techne* — искусство, мастерство, умение и *logos* — слово, учение), термин впервые ввел в 1772 г. проф. Геттингенского ун-та И.Бекманн (1739—1811) для обозначения ремесленного искусства, включающего в себя профессиональные навыки и эмпирические представления об орудиях труда и трудовых операциях. Современное понимание Т. имеет несколько смыслов: 1) *технологическая форма движения материи* — глобальная совокупность материальных процессов вещественно-энергетического взаимодействия общества и природы, протекающих в системах *техники* и в целом формирующих *техносферу*; 2) технологический процесс — материальные воздействия на предмет, вызывающие в нем целесообразные качественные и количественные изменения св-в и пространственно-временного положения. Обобщенный предмет технологических

изменений — различные формы *вещества*, энергии и информации (все множество технологических процессов может быть выражено *технологической матрицей*); 3) технологические науки — класс тех. наук, изучающих проблемы превращения природных предметов и процессов в искусственные целесообразные формы. Базис технологических наук — *технологические теории*, целостно описывающие законы и закономерности технологических взаимодействий, параметры и условия протекания процессов преобразования в-ва, энергии и информации; 4) технологическая методология — системы принципов, норм и требований, технологических методов, способов и приемов, разрабатываемых инж. дисциплинами для создания и регулирования технологических процессов получения, трансформации, передачи и хранения предметов; 5) применение любого научного знания для решения практических задач, такая трактовка Т. принята в зарубежной философско-социологической лит., преимущественно англоязычной.

Лит. Beckmann J. Anleitung zur Technologie, oder zur Kenntniss der neuerwerke Fabriken und Manufacturen. Göttingen: Badenhoeck, 1980; Dosi G. Technological paradigms and technological trajectories // Research policy. Amsterdam. 1982. Vol.11, № 3. P. 147—162; Каширин В.П. Философские вопросы технологии. Социологические, методологические и технико-экономические аспекты. Томск: Изд-во Том. ун-та. 1988.

ТЕХНОЛОГИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ОГНЯ — первое величайшее по своему всемирно-историческому значению *изобретение*, к-рое поставило под контроль мощную силу природы и одновременно открыло превращение мех. формы движения материи в тепловую. Прямых свидетельств обнаружения древнейшей Т.в.о. нет, но косвенно считается установленным ее появление в позднем палеолите (35—10 тыс. лет до н.э.) и особенно во второй половине этого периода, т.к. в неолите (7—4 тыс. лет до н.э.) использовалась керамика, *технология* к-рой требует умелого оперирования огнем. Древнейшая Т.в.о. возникла в нескольких вариантах: огневой плуг — интенсивное скобление деревянной палочкой вдоль волокон деревянной заготовки; огневая пила — пиление дерева поперек волокон отще-

пом твердой породы древесины, напр., бамбука (способ применялся преимущественно в тропических зонах обитания человека); огневое сверло — сверление дерева вращением палочки ладонями обеих рук (способ был широко распространен до 18—19 вв. в отсталых племенах всех континентов); лучковое огневое сверло — сверление дерева вращением с помощью ремня (шнура) и лука (способ внедрен в быт на стадии развитого неолита, когда сверление древесины стало хозяйственной необходимостью); высекание огня с помощью рудных минералов и кремня (способ sporadически мог использоваться в позднем палеолите, но широкое распространение получил в эпоху ранних металлов (4—2 тыс. лет до н.э.), закрепился в железном веке (1 тыс. лет до н.э.) в форме огнива (стальной пластинки и кремня) и сохранился до 30-х гг. 19 в. — времени появления спичек). Т.в.о. последовательно привела к технологиям изготовления керамической посуды, искусственного приготовления пищи, производства керамического кирпичика и плитки, стекла и фарфора, созданию обжиговых печей, открытию цветных металлов и сплавов, железа и стали и т.д.

Лит.: Семенов С.А. Развитие техники в каменном веке. Л.: Наука, 1968, Борисковский П.И. Древнейшее прошлое человечества. Л.: Наука, 1979.

ТЕХНОЛОГИЯ «СВЕРТЫВАНИЯ» (функционально-идеальное моделирование) — одна из методик повышения идеальности *технических систем*, разработана В.М.Герасимовым и С.С.Литвиным. Идеальность тех. системы, как известно, характеризуется отношением ее функциональных возможностей к суммарным затратам на ее проектирование, изготовление и эксплуатацию. Назначение Т.«с.» состоит в создании такой тех. системы, к-рая имеет мин. число элементов при обязательной реализации ими необходимых функциональных показателей. Напр., применительно к технологическому процессу это означает определение возможностей изготовления анализируемого изделия без той или иной ранее выполнявшейся технологической операции. Процедура «свертывания» состоит из следующих

последовательных (начиная с верхнего иерархического уровня) действий: рассмотрения всех элементов тех. системы (изделия, технологического процесса), выяснения возможности функционирования тех. системы без рассматриваемого элемента, построения на этой базе функционально-идеальной модели объекта, формулирования задач по практической реализации этой модели. Суть Т.«с.» заключается в следующем: для каждого элемента формулируется одно из трех возможных условий его ликвидации: 1) ф. может быть переведена в разряд ненужных; 2) ф. может выполнять сам объект ф.; 3) ф. выполняют оставшиеся элементы системы или надсистемы. Вариант «свертывания» выбирается в зависимости от конкретных условий: при этом 1-й вариант ведет, как правило, к коренному изменению объекта; 2-й и 3-й варианты — к его модернизации. Затем строится функционально-идеальная модель анализируемого объекта, в к-рую включаются все элементы, оставшиеся после свертывания, а также все нежелательные (отрицательные, негативные) эффекты, к-рые не были устранены в процессе свертывания. К каждому из элементов модели предъявляются соответствующие требования, в т.ч. по обеспечению свертывания, т.е. устранению элементов, без к-рых объект может выполнять определенные для него ф.; по исключению нежелательных эффектов в элементе; по его согласованию с надсистемой (с др. элементами, оставшимися в системе, имеющимся на предприятии оборудованием и т.п.). Все требования сводятся в единый комплекс требований по объекту в целом. На основе анализа формулируются или первичные предложения, к-рые можно реализовать без решения задач, или же сами задачи по созданию (реализации) функционально-идеальной модели в виде *технических противоречий* по каждой группе требований; как правило, это комплексные задачи по оптимизации всего объекта (напр., тех. системы и технологии ее производства в целом), а не только по совершенствованию отдельных элементов конструкций или технологических операций. Боль-

шинство этих задач, как правило, скрыто от взора специалистов и может быть «сконструировано» только благодаря Т.«с.» Поскольку такие задачи содержат острые тех. противоречия, то при их разрешении может быть достигнут высокий уровень *технических решений*, к-рый обеспечивается лишь при использовании современных методов тех. творчества.

Лит.: Практика проведения функционально-стоимостного анализа в электротехнической промышленности /Под ред. М.Г.Карпунина М. Энергоатомиздат, 1987. Основные положения методики проведения ФСА. Метод. рекомендации. М.: Информ-ФСА, 1991.

ТЕХНОЛОГИЯ СОЦИАЛЬНАЯ — оператор перевода гуманистической культуры в сущностный фактор цивилизации, синтеза социальной и экологической этики и права, массовизация человеческих качеств и тв. потенциалов, необходимый для науч.-тех. прогресса и оптимизации мировой динамики. Т.с. призвана подчинить *технику* гуманизму, индустриальные технологии — информационным, перейти от доминирующих физ. и хим. оснований взаимодействия общества с природой к сквозным для всех форм движения материи синергетическим процессам, обеспечивающим эволюцию человека и окружающей среды. Т.с. базируется на принципах *синергетики*, считающей наиболее адекватными для социальной системы динамические модели деятельности человеческого сообщества, к-рые учитывают эволюцию и изменчивость вн. структуры во взаимодействии с условиями, накладываемыми внеш. средой, с к-рой социум нелинейно обменивается *веществом*, энергией и информацией. При этом учитывается уникальная динамическая специфика социогуманитарных систем, состоящая в появлении внеш. условия нового типа, к-рое определяется различием между проектируемым, прогнозируемым и действительным поведением людей. Синергетическая вариантность фактических сценариев развития общества подтверждается существованием множества культур, сложившихся в истории человечества на протяжении сравнительно короткого периода, что говорит о высокой чувствительности социума к различным

флуктуациям, в т.ч. связанным с социобиологическими, политическими и креативными факторами. Т.с. предполагает замену иерархических, административно-бюрократических структур управления обществом, приводящих к коллегиальной анонимности и тривиальности решения, на регулирующие информ. сети, узлами к-рых являются профессиональные позиции, компетентность, ответственная и эффективная индивидуальная оценка и выбор в условиях риска, диалоговый способ принятия решений. Развитие всеобщих ин-форм. связей, присущих Т.с., открывает возможности голографической репрезентации (представления) отдельным человеком и специалистом целостных характеристик общества и высших достижений соответствующей профессиональной сферы. На этой основе возможно сближение темпов опасных изменений *биосферы* и времени принятия эффективных компенсаторных решений. Тем самым Т.с. ставит в основу современного цивилизационного процесса принципы индивидуального (нравственного, правового, духовного, социального, культурного в целом) и типологически личностного (профессионального, элитарного, социально-психологического, общенационального) взаимозависимого самоопределения управления, воплощения социальных задач и их реализации. Т.с. призвана ограничить гипертрофию вещественного и безличностного массового начала истории, исключить противопоставление экономики массовых форм производства, потребления и индустрии развлечений целостной психокультуре человека, самобытным духовно-нравственным, эстетическим и интеллектуальным ценностям и нормам, привести к дозированному отказу от всеобщности вероятностных, статистических подходов к человеческим судьбам. Т.с. поддерживает и развивает новые виды деятельности непотребительского характера, свойственные вообще тв. подходам и направленные на изменение самого субъекта, а не (только) объекта деятельности. Напр., целью природоохранной деятельности является именно сохранение объекта, а средством — изменение мотиваций,

ментальности и культуры самого субъекта. В рамках Т.с. развивается процесс дробления организационной структуры производства и наряду с профессиональной автономизацией расширяются области и возрастает роль новой типологии автономной трудовой деятельности (адекватной капиталу) — науч.-тех., служб воспроизводства и попечительства, комплексных конторских ф., мастерства и мелкого предпринимательства. Важно, что на основе Т.с. формируется новый тип наемных «актуализированных» работников, отличающихся большой личной ответственностью автономией на рабочем месте, стремлением к тв. целостной самореализации, в т.ч. в широком социальном контексте. Формирование современных Т.с. возможно лишь на основе освоения процесса самоорганизации социума, оцениваемого на основе стоимостного (уровень развития производительных сил, уровень потребления) и темпорального (свободное распределение времени) критериев, а также нового интегрального — информационного критерия общественного прогресса (см.: *Синергетика, Ноосфера*).

Лит.: Крынский С.Б. Перспективы и тупики перестройки // Философ. и социол. мысль 1990 №2 С. 39–44; Николис Г., Пригожин И. Познание сложного / Пер. с англ. М. Мир, 1990, Sinetar M. The actualised worker // Futurist 1987 Vol.21, №2. P.21–25.; Kivinen M. The new middle classes and the labour process // Acta sociologica. Oslo. 1989 №32 P.53–73

ТЕХНОСФЕРА — совокупность всех функционирующих и старых, действующих *технических объектов* и всех продуктов их деятельности, возникших на Земле и в космосе. К продуктам деятельности относятся изменения хим. состава воды, почвы и атмосферы; изменения земной коры в виде подземных выработок и отвалов извлеченных пород; биогеоценотические изменения, вызванные сведением лесов, распашкой земель, осушением болот, созданием водохранилищ и т.д. Т. создавалась и развивалась для обеспечения благополучного существования человека и улучшения условий его жизни. Т. — это пространственно-временная система социально организованной тех. формы материи — *техники* и управляемой ею *технологической формы движения ма-*

тери. Зародившись в виде тех. элементов, призванных компенсировать и усилить трудовые и интеллектуальные потенции человека, Т. постепенно формирует не только искусственную среду обитания, но и становится «физиологической» системой общества, осуществляющей вещественно-энергетический обмен с окружающим миром. Т. имеет теоретически беспредельные возможности эволюционировать как в глубь геосферы, так и за ее пределы — в космос. Как и любая относительно самостоятельная система (подсистема), Т. подчиняется вн. законам и закономерностям строения, функционирования и развития, т.е. способна к саморазвитию. Неосознанное обществом саморазвитие Т. привело к ряду крупномасштабных негативных последствий. Иначе говоря, на протяжении всей истории человечества Т. развивалась стихийно, будучи ограниченной лишь *ресурсами* биосферы. Начиная с 20 в., создание новых *технических систем* все чаще стало приносить больше вреда и зла, чем пользы и добра (экологические бедствия и нарушения экологии, связанные с деятельностью человека). Дальнейшее стихийное развитие Т. угрожает благополучному существованию человека. В связи с этим в будущем должно осуществляться научно-обоснованное развитие Т. как составной части гармоничной *ноосферы*. Формирование гармоничной Т. вызовет значительное возрастание кол-ва объектов тех. творчества и появление принципиально новых классов задач по совершенствованию и преобразованию сложных комплексов тех. систем, решаемых с учетом ограничений и требований нормального существования биосферы и человека.

Лит. Баландин Р.К. Область деятельности человека техносфера Мн. Вышэйш шк., 1982, Половинкин А.И. Законы строения и развития техники (Постановка проблем и гипотезы) Волгоград Волг. ПИ, 1985, Каширин В.П. Философские вопросы технологии Социологические, методологические и технико-научные аспекты Томск Изд-во Том. гос. ун-та, 1988.

ТЕХНОФОБИЯ (от греч. *téchne* — мастерство, ремесло и ...*фобия*) — понятие, выражающее устойчивую характеристику массового сознания второй половины 20 в. и отражающее ситуацию, в к-рой отчужденный тех. мир

(совокупность *технических объектов*, действий, процедур) осознается и переживается человеком как угроза его физ. и духовному бытию; обозначение полувывших относительно широкое распространение в современной философии взглядов на *технику* и науч.-тех. прогресс как главный источник кризиса современной цивилизации. Появление Т. означает смену сущностных оценок техники. Господствовавшее в Новое время представление о технике как о безусловном благе, усиливающем мощь человека в борьбе со стихийными силами природы, начиная с 18 в. изменяется вследствие обнаружения того обстоятельства, что развитие техники сопровождается негативными побочными эффектами. Деградация естественных основ существования человека, симбиоз *науки* и техники с милитаризмом, вторжение фискальных органов в частную жизнь граждан, использование психотропных средств контроля сознания и манипулирования им, разрушение традиционных форм жизни и культур, утверждение прагматизма и утилитаризма в сфере духовности, в результате чего нравственные и эстетические нормы рассматриваются как квазиценности и т.п., естественным образом порождают пессимистическую оценку возможностей науч.-тех. прогресса. Техногенная цивилизация в зеркале технофобной критики приобретает вид кошмара; классическим примером может служить образ *машины* для наказания, рожденный *фантазией* Ф.Кафки. Основными мотивами альтернативных вариантов жизнеустройства, рожденных в рамках Т., являются возврат к гуманистическим и религиозным ценностям и идеалам в организации общественной жизни и достижение коэволюции человека и природы, в создании гармоничной *ноосферы*.

Лит. Араб-оглы Э.А. Обозримое будущее. Социальные последствия НТП год 2000 М. Наука, 1986. Мэмфорд Л. Техника и природа человека // Новая технократическая волна на Западе М. Наука, 1986. Эллиот Ж. Технологический блеф // Философ. науки 1991 № 9

ТЕХНОЦЕНОЗ — сообщество всех *изделий*, включающее все популяции выделенной системы; ограниченное в пространстве и времени выделенное един-

ство, характеризующееся слабыми связями и слабыми взаимодействиями элементов-изделий, образующих систему; система искусственного происхождения, выделяемая для целей исследования, проектирования, построения (строительства), обеспечения функционирования, управления. К Т. могут быть отнесены такие системы, как цех, предприятие, отрасль; село, район, город, область, регион, страна; вся система торговли или сфера услуг; система обеспечения лекарствами и т.п. Сложившийся Т. обладает св-вами устойчивости развития и структуры. Это означает, что в рамках Т. воспроизводятся условия его существования; гасятся и отвергаются новшества, подрывающие существование Т., независимо от того, являются ли они удачными или неудачными; принимаются только те новшества, к-рые укрепляют жизнеспособность Т. Каждому Т. присущ свой, устойчивый в профессиональном и квалификационном отношении кадровый состав. Выделение Т. — неформализуемый процесс, к-рый предполагает решаемое на интуитивном уровне одно-временное выделение: исследуемого семейства (напр., изделий — эл. двигателей); неделимого единичного элемента — особи, экземпляра, штуки; некоторой абстракции — вида (*модель*, марка, тип, типоразмер, типопредставитель) и отнесение каждой особи к к.-л. одному виду. Напр., элемент — доменная печь, Т. — отрасль в целом (но не отдельный металлургический комбинат, т.к. в нем существуют жесткие связи между работой каждой из печей); элемент — турбогенератор электростанции, Т. — страна, регион (но не отдельная ТЭЦ); элемент — водогрейные котлы, Т. — город; элемент — эл. машины, Т. — цех, предприятие (но не страна в целом, где связи отсутствуют). Для изучения Т. применяются агрегативные, экономикомат. и ценологические модели. Последние основаны на изучении видовой структуры Т. и взаимодействия видов, в частности с применением моделей В.Вольтерра. Между изделием и Т. существуют принципиальные различия, проявляющиеся в следующем: практической счетности составляющих Т. из-

делий; невозможности тождественного документального отображения; конвенционности границ; бесконечности времени жизни Т. относительно времени жизни изделия как особи и времени его выпуска как вида; фрактальности св-в и связей; индивидуальности. Различия определяются действием постулатов, не сводимых к фундаментальным постулатам классической физики: существует достаточно много систем отсчета, относительно к-рых два Т. могут быть равноправны и неравноправны; состояние Т. в любой момент времени не определимо системой показателей тождественно точно; для любого Т. существует направленность развития. Процесс развития производительных сил можно представить как восходящую последовательность замещающих друг друга Т. В существовании каждого из них можно выделить три фазы: зарождение, происходящее в рамках предыдущего Т.; эволюционное развитие в виде масштабного расширения инж. и иных решений, выдержавших отбор в Т.; консервативная фаза, исчерпание и переход к др. Т. в виде качественного изменения, подготовленного тв. деятельностью человека. Внутри сформировавшегося Т. зарождаются различные новшества в виде *изобретений, патентов*, идей и т.п. С теоретической т.зр. это есть проявление св-ва изменчивости развивающейся системы. Т. как сообщества складываются, формируются в *техносфере* эволюционно, по мере сопряжения технологий между собой. Целесообразно уже сейчас перейти к проектированию и конструированию элементов будущих производительных сил на основе познания закономерностей развития и функционирования техноценозов. Это позволит различать в потоке новшеств, первоначально представленных в виде изобретений, идей, проектов, две качественно различные группы: новшества, ориентированные на дополнение, улучшение и расширение существующих Т., и новшества, составляющие основу новых, качественно иных Т. Новые Т. порождают новые отрасли экономики, производят в ней глубокие структурные сдвиги и оказывают влияние на жизне-

деятельность всего общества, обеспечивая общечеловеческие интересы в развитии производительных сил. Поэтому определение перспективных Т., а также оценка тех. идей и изобретений, имеющих ценозообразующий характер, должны проводиться с позиции их социального, экологического и экономического значения. Социальное воздействие перспективных Т. необходимо оценивать по всем сферам жизнедеятельности общества: сфере труда, семейно-бытовой, общественной и досуга. Экологическое воздействие Т. следует оценивать с позиции ограниченности используемых в *технологии ресурсов* и критичности воздействия веществ, получаемых в результате функционирования Т., на биосферу, а также с учетом ограничения площади и пространства, занимаемого *техникой* и технологией, ее общей функционирующей массой. Экономическое значение планируемых Т. обусловлено ролью науч.-тех. достижений как товара, при этом большое значение имеют наличие рынка потребителей как внутри страны, так и за рубежом, а также правовая защищенность науч.-тех. достижения как товара (см.: *Распределение*).

Лит. Исследования технических систем как сообществ изделий – техноценозов // Системные исследования. Методологические проблемы: Ежегодник-1980. М. Наука, 1981. С. 236–254

ТОВАРНАЯ НОМЕНКЛАТУРА – см.: *Номенклатура товарная*.

ТОВАРНЫЙ ЗНАК – объект правовой защиты. Зарегистрированное в установленном порядке обозначение, служащее для отличия товаров одних предприятий от товаров др. предприятий. Т.з. могут быть изобразительными, словесными, объемными, комбинированными и др.

ТРИАДА СИСТЕМНО-СИНЕРГЕТИЧЕСКАЯ – фундаментальная структура, генетическая матрица бытия и познания, связывающая в единые комплексы три необходимых компонента, или оси, мировой, биологической и социокультурной динамики (адаптации, эволюции, *самоорганизации* и деструкции систем, процессов отражения и извлечения информации из внеш. среды, деятельности, познания и сознания, филогенеза и онтоге-

неза психики человека, культуры, цивилизации, прогресса, демократии, творчества и др.). Т.с.-с. является оператором мировоззренческой и методологической функции *синергетики*, голографической ячейкой комплексного анализа и синтеза, эвристическим принципом поиска, упорядочения сущностей и понятий и задает естественную организацию технологических процессов, информ. и классификационных систем, необходимую для целей проектирования сложных объектов и их комплексов. Еще в мифологии шумеров и египтян, а затем древних греков и римлян наряду с образами Порядка и Хаоса подразумевалось наличие третьего фундаментального начала мироустройства — Созидания. В индуизме сосуществуют три начала: Вишну — хранитель мира, Шива — разрушитель и Брахма — его творец. Т.с.-с. опирается на типологические аналогии этой мифологической триады: устойчивость — неустойчивость — обновление; детерминация — флуктуация — самоорганизация; необходимость — свобода выбора — органичность; нормативное — спонтанное — адаптивное и т.п. Общепризнанным обобщением этих трихотомий выступает триада универсалий, уникалий и коммуникалий мира, к-рая фиксирует его крупномасштабное равновесие, инерционность, энергетику и единство, охватывающее все процессы и объекты; их субстанционные вариации, неравновесные сдвиги, случайное рыскание и, наконец, адаптивную динамику систем, их ресурсные и структурные приращения и информ. экспансию за счет всеобщей связи и координации элементов и подсистем. Причем срединные компоненты играют роль операторов перевода стационарных состояний в скоррелированный рост. С т.зр. Т.с.-с. творчество: необходимое приращение искусственной среды — селективное изменение мотивации, перцептивной и интеллектуальной подсистем личности — органичное приращение нравственных, эстетических, познавательных, тех. и

прагматических смыслов и структур за счет согласованной трансформации и конденсации материальных и духовных субстанций и сущностей. Т.с.-с., отображающие сложные понятия и развитые системы знания, обладают голографическим смыслом, т.е. проявляются на всех иерархических уровнях и осях. Напр., ось коммуникалий социума сама имеет вид Т.с.-с.: экстенсивная «общность», «коммюнитарность», «общение» — фрагментарная и случайная связность — интенсивная структурная взаимоуязвимость, «коммуникация» (Н.А.Бердяев, К.Ясперс). Использование Т.с.-с. способствует решению проблемы описания целостных объектов, позволяет осмысливать и сохранять их динамическое равновесие, а также поддерживать восходящие ветви развития деятельностных, культурных, цивилизационных, политических, тех., технологических, экологических, личностных, прагматических, ментальных и др. процессов и систем в рамках фундаментальных онтологических надсистем природа — человек — социум, культура — *техника (технология)* — цивилизация, в к-рых центральные члены, выражая структуру Т.с.-с., являются операторами перевода природы в социум и культуры в цивилизацию.

Лит.: Баранцев Р.Г. Системная триада — структурная ячейка синтеза. Системные исследования // Ежегодник-1988. М.: Наука, 1989. С.193—209. Уайтхед А. Избранные работы по философии / Пер. с англ. М.: Мир, 1990. Collected papers of Charles Sanders Peirce. Cambridge, 1969, Vol.VIII.

ТРУДОЕМКОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРИТЕРИЙ — показатель технологичности *технической системы*, равный отношению суммарной трудоемкости T изготовления и подготовки к эксплуатации изделия к его *главному функциональному критерию эффективности* Q : $K_T = T/Q$, т.е. критерий K_T представляет собой удельную трудоемкость изготовления тех. системы на единицу эффективности. Критерий K_T в процессе исторической эволюции *техники* имеет тенденцию к уменьшению. Т.и.к. относится к группе *технологических критериев*.



УДЕШЕВЛЕНИЯ ЕДИНИЦ ПОЛЕЗНОГО ЭФФЕКТА ЗАКОНОМЕРНОСТЬ — одно из следствий действия закона *прогрессивной эволюции технических систем*. Суть ее состоит в том, что в процессе прогрессивной эволюции тех. систем, реализующих некоторые постоянные *технически реализуемые потребности*, в условиях нормальных рыночных отношений имеет место историческая тенденция снижения удельной себестоимости и цены продукции или др. полезного эффекта, получаемого с помощью этих тех. систем.

Лит Яковец Ю.В. Закономерности научно-технического прогресса и их планомерное использование М Экономика, 1984

УМОЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО АНАЛОГИИ — форма мышления или логическое действие, результатом к-рого является вывод о том, что исследуемый объект *A* обладает некоторыми характеристиками, также присущими схожим с ним объектом *B*. В данном случае объекты *A* и *B* называют соответственно *прототипом* и *моделью*. Т.о., в основе У.п.а. лежит перенос информации с модели на прототип. Выводы по *аналогии* широко используются в практике науч. исследований. Известно, что с помощью аналогии сделано множество *открытий* и *изобретений*. Напр., предпосылкой открытия И.Ньютоном закона всемирного тяготения послужила аналогия между движением небесных и земных тел (Луны и яблока). Опытная апробация действия новых лекарственных средств на животных базируется на сходстве их организмов с организмом человека. Аналогия типа пропорции является фундаментом ряда важнейших соотношений в математике. Методология исследований в некоторых науч. областях (напр., бионика) практически полностью ориентирована на использование аналогии. Применение любой модели в науках, связанных с построением и интерпретацией моделей изучаемых объектов или процессов, будь то совокупность элементарных уравнений или сложнейшая интеллектуальная информ. система, базиру-

ется на принципе аналогии. Познавательное и эвристическое значение У.п.а. обусловлено простотой и наглядностью лежащего в основе выводов данного типа отношения сходства или подобия. Механизмы выделения общего и различного в вещах окружающего мира настолько часто используются мышлением человека, что многие аналогии действуют не на осознанном, а на подсознательном, ассоциативном (см.: *Ассоциация*) уровне. Но знания, получаемые с помощью У.п.а., не всегда бывают достоверными, а сами выводы по аналогии относятся к классу правдоподобных рассуждений, т.е. таких рассуждений, к-рые основываются либо на информации, не имеющей абсолютно истинного характера, либо на приемах рассуждений, не являющихся абсолютно верными. В качестве критериев, служащих для оценки степени правдоподобия У.п.а., можно выделить следующие: чем большим числом общих признаков обладают модель и прототип и чем существеннее эти признаки, тем выше степень правдоподобия вывода по аналогии; если переносимая на прототип характеристика противоречит прочим его признакам, вероятность правильного вывода по аналогии значительно уменьшается; чем сильнее связь общих признаков модели и прототипа с переносимой характеристикой, тем более правдоподобно заключение; для увеличения степени правдоподобия вывода по аналогии необходимо, чтобы общие признаки модели и прототипа были по возможности более специфичны для данных объектов, а переносимая характеристика — наименее специфична. Логическую схему У.п.а.

можно выразить в виде $C \vdash \frac{DB}{DA}$, где C — основание вывода, DB — посылка, DA — заключение. Основание вывода C отражает факт общности (сходства или подобия) модели B и прототипа A . Посылка содержит информацию о принадлежности объекту B некоторой характеристики D , переносимой в дальнейшем на прототип A , что констатируется заключением. Сам процесс вывода, т.е. переход от посылки к заключению, обозначен горизонтальной

чертой. Знак выводимости \vdash , разделяющий основание и ядро вывода, символизирует то, что правомерность операции, включенной в ядро, следует из фиксируемого основанием отношения общности рассматриваемых объектов. В широкой трактовке умозаключение по аналогии состоит из трех этапов: 1) поиск аналогии, в ходе к-рого осуществляются выбор модели, релевантной в определенных отношениях заданному прототипу, и формирование основания вывода; 2) анализ выбранной модели, формирование посылки и непосредственно вывод как перенос информации с модели на прототип; 3) интерпретация полученного заключения и оценка его правдоподобия. Классификация У.п.а. базируется на выделении различных типов ядер и оснований выводов. Так, в зависимости от характера переносимой с модели на прототип информации различают аналогии св-в и аналогии отношений. Поскольку основаниями выводов могут быть некоторые св-ва и отношения, У.п.а. подразделяют на атрибутивные (анalogии по св-вам) и реляционные (анalogии по отношениям). Дальнейшее уточнение типизации ядер и оснований выводов соответствует развитию и углублению данной классификации.

УСЛОВИЯ ПРЕКРАЩЕНИЯ ПОИСКА ЭКСТРЕМУМА — правила останова вычислительного процесса при решении задач мат. программирования; зависят от используемого метода поиска *оптимальных параметров технической системы* и наличных вычислительных ресурсов. При сканировании или слепом случайном поиске в определенной области пространства параметров число генерируемых точек в пространстве задается заранее и зависит от требуемой точности определения координаты экстремума. В *методах спуска* с использованием значений вычисляемых производных *целевой функции* условие останова базируется на необходимом условии экстремума: в точке экстремума градиент f . равен нулю. Т.о., поиск заканчивается, если норма градиента

$$\| \nabla C(\bar{X}_{k+1}) \| \leq \varepsilon,$$

где \bar{X}_{k+1} — координата вычисленной точ-

ки, ∇C — градиент целевой ф., ε — заданная погрешность. Если в алгоритме поиска не вычисляются значения производных, оценка близости к экстремуму проводится по косвенным признакам. Например, в методе Нелдера — Мита (метод деформируемого многогранника) оценка У.п.п.э. проводится по среднему квадратичному отклонению целевой ф. в последних $n+1$ точках от ее наилучшего значения в $(n+2)$ -й точке:

$$\left\{ \frac{1}{n+1} \sum_{j=1}^{n+1} [C(\bar{X}_j) - C(\bar{X}_{n+2})]^2 \right\}^{1/2} \leq \varepsilon,$$

где n — размерность вектора параметров \bar{X} . В др. методах У.п.п.э. может определяться на основе сравнения наилучшего значения целевой ф. со значениями их на нескольких предыдущих шагах. У.п.п.э. используют в алгоритмах поиска локального экстремума и алгоритмах поиска глобального экстремума.

Лит.: Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. М.: Мир, 1975.

УРОВЕНЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ФУНКЦИИ — оценка степени выполнения ф., к-рая определяется из сравнения фактических и требуемых параметров следующим образом: 1) на основе анализа св-в объекта ф., проявляющихся в его взаимодействии с носителем ф., определяется состав параметров, необходимых для характеристики выполняемой ф. При этом измеряемым св-вам соответствуют количественные параметры, неизмеряемым — качественные: наличие, отсутствие к.-л. св-ва или его достаточность (эстетические, эргономические св-ва и т.д.). Напр., ф. зубной щетки — удалять «грязь» (с зубов); параметры, характеризующие св-ва «грязи»: размер удаляемых частиц, время для их удаления, кол-во удаляемых частиц (степень очистки) и др.; 2) устанавливаются фактические (ре-

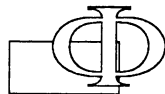
альные) параметры; 3) определяются требуемые параметры. Рекомендуется следующая индексация У.в.ф.: адекватный — А, избыточный — И, недостаточный — Н. Напр., объект — эл. выключатель аппарата местного освещения; ф. объекта — коммутировать ток; параметры объекта и данные о расчете У.в.ф. приведены в табл.

Параметр	Значение		У.в.ф.
	фактическое	требуемое	
Сила коммутируемого тока, А	1,5	1,0	И
Износостойкость, тыс. циклов	20	30	Н
Быстродействие, мс	5	5	А

(см.: *Понятия функционально-стоимостного анализа, Функциональный анализ*).

Лит.: Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа: Метод. рекомендации. М.: Информ ФСА, 1991.

УСТРОЙСТВО — к устройствам как объектам изобретения относятся конструкции технических систем и изделия. **УЧЕБНАЯ ЗАДАЧА** — задача технического творчества, к-рая может иметь разные ф.: 1) служит иллюстрацией при изложении к.-л. метода тех. творчества; 2) представляет собой абстрактную методически полезную и увлекательную задачу, к-рую дают обучаемым для освоения к.-л. метода тех. творчества, при этом педагогу известно решение У.з.; 3) практическая (реальная) задача, к-рую дают обучаемым для более глубокого овладения методом; часто преподавателю неизвестно решение такой У.з., и оно может составить предмет изобретения. При освоении методов тех. творчества настоятельно рекомендуется решать реальные У.з. Методолог-педагог по тех. творчеству должен иметь все три типа У.з.



ФАНТАЗИЯ — способность создавать новые представления, образы и ситуации. Ф. — обязательный и особо важный элемент любой тв. деятельности. Каждому человеку в большей или в меньшей степени свойственна способность к Ф. Знаменательным является факт, что все гении обладают незаурядной Ф. Ниже приведены некоторые способы генерирования фантастических идей и развития Ф.: 1) связывание имен существительных — случайным образом выбираются имена существительные, в частности они могут описывать *технические объекты* (напр., карандаш, часы); эти слова связываются при помощи тире, предлога и др. (напр., карандаш — часы; карандаш в часах; часы в карандаше; карандаш, к-рый пишет часы); проводится оценка сочетаний слов с разных т. зр.; 2) «хорошо и плохо» — случайным образом составляется выражение (напр., «Вчера я не работал»), задается вопрос (напр., «Что есть хорошего в этом?»), формулируется возможный ответ (напр., «Человек отдыхал»), снова задается вопрос (напр., «Что может быть плохого в этом?»), формулируется ответ (напр., «Человеку мешал шум соседей») и т.д.; 3) «что бы стало» — случайным образом выбираются имя существительное и глагол (напр., книга и лететь), задается вопрос: «Что бы стало, если... (существительное)... (глагол)?» (напр., «Что бы стало, если книга летела?»), формулируется возможный ответ с учетом последствий (напр., «Нужно было бы регулировать движение книги»); 4) «какие последствия будут» — выбирается некоторая объективная закономерность (напр., «После осени будет зима»), эта закономерность отрицается (напр., «После осени не будет зимы»), отыскиваются последствия; 5) смешивание заголовков — случайным образом выбираются заголовки из газеты, журнала, книги и т.п., новые заголовки составляются путем перемешивания слов исходных заголовков, отыскиваются реальные значения новых заголовков; 6) генериро-

вание фантастических идей при помощи метода морфологического анализа и синтеза — проводится морфологический анализ выбранного случайным образом тех. объекта, при этом рассматриваются и несуществующие варианты выполнения его элементов, проводится морфологический синтез и выделяются фантастические решения; 7) «числовая ось» — случайным образом выбирается тех. объект (напр., коробка конфет), уточняется количественная характеристика объекта (напр., масса 1 конфеты), уточняется нормальное значение этой характеристики (напр., от 10 по 30 г), эта характеристика изменяется (увеличивается или уменьшается) в противоположных от нуля направлениях (напр., пусть масса конфеты будет 100 г; 1 кг; 1000 кг; 0,01 г; 0; -10 г; -1000 кг), для каждого нового значения определяются изменения, к-рые произойдут в объекте (напр., 1000 кг — коробка представляет собой массивное здание, в каждой комнате к-рого будет находиться одна конфета; она неподвижна, а люди входят внутрь, чтобы поест конфету; 0 г — конфеты нематериальные, след., коробка может быть сделана из мысли (идеальные образы); -1000 кг — конфеты имеют антимассу, т.е. должны отталкиваться от Земли, след., коробка может быть двигателем ракеты; после старта часть горючего можно съесть); 8) фантастический синтез (синтез фантастических ситуаций) — случайным образом выбирается тех. объект (напр., телефон), в этот объект вводится мысленно некоторое фантастическое изменение (напр., телефон читает мысли говорящего человека), осуществляется перенос нового объекта в реальную среду и описание возможной ситуации (напр., в ходе телефонного разговора телефон вмешивается, когда мысли собеседников отличаются от их слов); 9) этапное (ступенчатое) конструирование фантастических идей (по Г.С.Альтшуллеру) — выбирается тех. объект (напр., перфоратор) и уточняется его ф., поиск фантастических идей состоит из следующих 9 этапов: I — существует один единственный объект во всем мире (напр., огромный перфоратор), а ф. выполняет

ся (одним ударом пробивает тонну бумаги), II — выбранных объектов много и их число беспрерывно увеличивается, а ф. выполняется (напр., специализированные перфораторы — каждый из них обслуживает конкретный тип бумаги), III — объекта нет, а ф. выполняется (напр., бактерии съедают ненужную часть бумаги), IV — объект обладает противоположным действием, а ф. выполняется (напр., бумага перфорируется, а перфоратор создает бумагу), V — ф. выполняется при помощи только части объекта, VI — объект прежний, а ф. увеличилась, VII — объект прежний, а ф. является лишней, VIII — объект прежний, а ф. стала противоположной, IX — объект частично выполняет ф.; 10) фантограмма, метод фокальных объектов, метафоры и т.п. Понятно, что описанные способы генерирования фантастических идей лучше использовать не на случайно выбранных элементах, а при решении реальных проблем и задач.

Лит.: Родари Д. Грамматика фантазии/Пер с итал. М.: Прогресс, 1990, Иванов Г.И. Начинать изобретать Иркутск, ВСКИ, 1987.

ФИЗИЧЕСКАЯ ОПЕРАЦИЯ — преобразование, производимое *технической системой* или ее элементом, в результате к-рого входящий поток *вещества*, энергии или информации превращается в выходящий поток с иными качественными или количественными характеристиками. Ф.о. формализованно можно представить состоящей из трех компонентов: $Q = (A, E, C)$ или $Q = (A \rightarrow E \rightarrow C)$, где A , C — соответственно входной или выходной поток в-ва, энергии или информации; E — наименование операции Коллера (Ф.о.) по превращению A в C . Р.Коллер предложил использовать 12 пар операций для всех возможных случаев. Как показала практика, кроме 12 пар операций Коллера целесообразно использовать и др. Ф.о. Перечень Ф.о. приведен в табл.1, где: G_A , G_B — два качественно различающихся вида одноименного потока (в-ва, энергии или информации), имеющие различные св-ва или измеряемые различными физ. величинами; G_{A1} , G_{A2} — два количественно различающихся состояния потоков в-ва, энергии или ин-

формации, измеряемые одной и той же физ. величиной; G_{AB} — поток в-ва, энергии или информации, представляющий собой композицию двух разнородных компонентов одноименных потоков G_A и G_B , имеющих качественное различие; $G_{(A1+A2)}$ — композиция двух разнородных потоков G_{A1} и G_{A2} (в-ва, энергии или информации). В Ф.о. 12–14 (см. табл. 1) может участвовать более двух компонентов (описания Ф.о., данных в табл. 1, даны в ст.: *Характеристика физических операций*). Ф.о. отражают возможные изменения

св-в и состояний, взаимодействий потоков в-ва, энергии или информации, используя совокупность к-рых, можно описать сложные процессы функционирования тех. системы. Под Ф.о. понимается описание того, какая физ. величина, благодаря какому процессу (действию), в какую др. физ. величину должна быть преобразована, т.е. описание Ф.о. содержит три компонента: «что», «как» и «во что» преобразуется. Этим компонентам соответствуют «вход», «действие», «выход» Ф.о. Входом и выходом Ф.о. служат потоки

Таблица 1

№п/п	Наименование Ф.о.	Структурная формула	Наименование обратной операции	Структурная формула
1	Испускание	$G_A \rightarrow$	Поглощение	$G_A \leftarrow$
2	Проводимость	$G_A \rightarrow G_A$	Изолирование	$G_A \rightarrow $
3	Концентрация	$\dot{G}_A \rightarrow \bar{G}_A$	Рассеивание	$\bar{G}_A \rightarrow G_A$
4	Движение с ограничениями	$G_A \xrightarrow{\sim} G_A$	Свободное движение	$G_A \rightarrow G_A$
5	Изменение направления	$G_A \xrightarrow{\nearrow} G_A$	Изменение направления	$G_A \xrightarrow{\nwarrow} G_A$
6	Связь	$G_A \circ \circ G_A$	Прерывание	$G_A \sigma \circ G_A$
7	Увеличение	$G_{A1} < G_{A2}$	Уменьшение	$G_{A1} > G_{A2}$
8	Выравнивание	$\overleftarrow{G}_A \rightarrow \overrightarrow{G}_A$	Колебание	$\overrightarrow{G}_A \rightarrow \overleftarrow{G}_A$
9	Объединение	$G_{A1} G_{A2} \succ G_A$	Разъединение	$G_A \prec G_{A1} G_{A2}$
10	Накопление	$G_A \rightarrow O$	Выдача	$O \rightarrow G_A$
11	Преобразование разнородных потоков	$G^\alpha \rightarrow G^\beta$	Обратное преобразование разнородных потоков	$G^\beta \rightarrow G^\alpha$
12	Композиция разнородных потоков	$G^\alpha + G^\beta \succ G^{(\alpha\beta)}$	Декомпозиция разнородных потоков	$G^{(\alpha\beta)} \prec G^\alpha + G^\beta$
13	Преобразование одноименных потоков	$G_A \rightarrow G_B$	Обратное преобразование одноименных потоков	$G_B \rightarrow G_A$
14	Композиция одноименных потоков	$G_A + G_B \succ G_{AB}$	Декомпозиция одноименных потоков	$G_{AB} \prec G_A + G_B$
15	Ускорение	$G_A \rightarrow \overrightarrow{G}_A$	Замедление	$\overrightarrow{G}_A \rightarrow G_A$
16	Увеличение плотности потоков	$\dot{G}_A \rightarrow \bar{G}_A$	Уменьшение плотности потоков	$G_A \rightarrow \dot{G}_A$

Таблица 2

№п/п	Выполняемая ф.	Вход	Наименование Ф.о.	Выход
1	Увеличение температуры	Температура t_1	Увеличение	Температура $t_2 > t_1$
2	Рассеивание	Пучок света	Рассеивание	Расходящийся пучок света
3	Изменение направления потока жидкости	Поток жидкости	Изменение направления	Поток жидкости, отклоненный на заданный угол
4	Прерывание	Поток информации	Прерывание	Прерванный поток информации
5	Преобразование мех. энергии в эл.	Мех. энергия	Преобразование	Эл. энергия
6	Разъединение смеси жидкостей разной плотности (напр., получение сливок и обрат из молока)	Молоко	Разъединение	1) сливки, 2) обрат

ва, энергии или информации и комбинации этих потоков. В процессе преобразования от «входа» до «выхода» изменяются либо только значение или направление физ. величины (количественное преобразование), либо размерность физ. величины (качественное преобразование). Примеры нескольких Ф.о. приведены в табл. 2, где ф. 1–4 обеспечивают количественные изменения, ф. 5 и 6 – качественные. Ф.о. используют при функционально-физ. анализе тех. систем и синтезе физического принципа действия конструируемой тех. системы (см.: *Потоковая функциональная структура, Характеристика физической операции, Синтез физического принципа действия*). Лит. Половинкин А.И., Вершинин Н.И., Зверева Т.И. Функционально-физический метод поискового конструирования. Иваново. Иван. ГУ, 1983; Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М. Машиностроение, 1988, Koller R. Konstruktions Methode für den Maschinen-, Geräte- und Apparatenbau. Berlin-Heideberg-New York: Springer-Verlag, 1976.

ФИЗИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ – понятие, используемое при функционально-физ. анализе *технических объектов* и синтезе *физического принципа действия*. Ф.п.д. *технической системы* называют структуру совместимых (см.: *Совместимость физических эффектов*) и объединенных *физических эффектов*, обеспечивающих преобразование заданного начального входного воздействия A_1 в заданный конечный результат C_n . Существует несколько характерных типов структур Ф.п.д.: 1) элементарные, основанные на одном физ. эффекте (рис. 1 а – структура Ф.п.д. пружинных весов: A_1 – сила, A_n – деформация, 1 – уп-

ругое твердое тело; б – структура Ф.п.д. термометра: A_1 – изменение температуры, C_n – изменение эл. сопротивления, 1 – металл) или, что довольно распространено в технике, на многократном или суммарном использовании одного и того же физ. эффекта, напр., в катушках индуктивности каждый виток проводника реализует преобразование эл. тока в магнитное поле, аналогичную структуру Ф.п.д. имеют многие аккумуляторные батареи, выпрямители, конденсаторы, усилители и т.д.; 2) линейные, основанные на цепочке из нескольких совместимых физ. эффектов (рис. 2 а – структура Ф.п.д. люминесцентной лампы: A_1 – эл. ток, C_1 – повышение температуры, C_2 – поток электронов, C_3 – электромагнитное излучение (ультрафиолет), C_4 – электромагнитное излучение (свет), 1 – проводник, 2 – оксидная суспензия, 3 – пары ртути, 4 – люминофор; б – структура Ф.п.д. сцинтилляционного счетчика: A_1 – поток заряженных частиц, C_1 – электромагнитное излучение (свет), C_2 , C_3 , C_4 – поток электронов, 1 – сцинтиллятор, 2 – фотокатод, 3 , 4 – вторичный электронный эмиттер, 5 – фотоумножитель). Для реализации большинства ф. тех. систем можно в принципе синтезировать Ф.п.д. линейной структуры. Однако такие структуры по разным причинам часто оказываются неработоспособными. Напр., некоторые физ. эффекты могут проявляться в жестко ограниченных условиях, сильно отличающихся от параметров *окружающей среды*. Для реализации таких физ. эффектов приходится «подключать» к основной цепочке дополнительные физ. эффекты или цепочки совместимых физ. эффектов. Вторая причина неработоспособности линейных структур Ф.п.д. состоит в том, что некоторая пара физ. эффектов только качественно совместима, но не обеспечивает количественной совместимости выходной C_i и входной A_{i+1} физ. величин, и формирование работоспособной структуры из линейной неработоспособной приводит к более сложным сетевым структурам Ф.п.д.

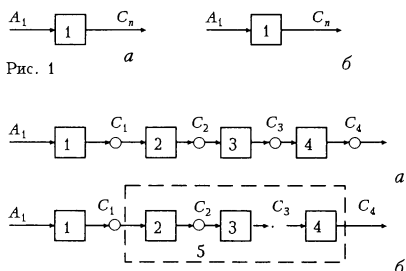


Рис. 2

Лит. Автоматизация поискового конструирования (искусственный интеллект в машинном проектировании) / Под ред. А.И.Половинкина. М.: Радио и связь, 1981; Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988, Koller R. Konstruktions Methode fur den Maschinen-, Geräte- und Apparatebau Berlin: Springer Verlag, 1976

ФИЗИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ — понятие, используемое для обозначения структурной единицы физ. информации в банках данных по физ. знаниям. Для инж. приложений Ф.э. можно определить как реальное явление, происходящее в физ. системе и характеризующееся причинно-следственной связью (моделью Ф.э.) между двумя или несколькими физ. величинами, к-рая может быть выражена аналитически, графически или таблично. Пример первого типа связи — закон Ома (в дифференциальной форме): $j = \sigma E$, второго типа — зависимость сопротивления металлов от температуры, представленная в виде графика. Наглядной и полезной является схема представления Ф.э. в виде трехкомпонентной структуры: $A \rightarrow B \rightarrow C$, где A — вход, B — объект, C — выход. Под объектом Ф.э. понимают некоторую физ. систему — взаимосвязанную совокупность материальных элементов, представляющих собой определенную целостность. В качестве объекта может выступать вещество той

или иной структуры (макроскопические тела, молекулы, атомы, элементарные частицы), физ. поля и различные комбинации вещественных элементов и полей. В инж. приложениях обычно используют Ф.э., проявляющиеся на макроскопическом уровне. Воздействия на объект со стороны окружающей среды, являющиеся причинами возникновения Ф.э., называют входными воздействиями или входами. Отклик (реакция) системы на входные воздействия называют выходом. Во многих случаях объект представляет собой систему сложной структуры, в силу чего входное воздействие на объект вызывает взаимосвязанные изменения его параметров (напр., поглощение теплоты приводит к повышению температуры, в результате чего изменяются различные кинетические коэффициенты и т.д.). При описании Ф.э. такого рода считают, что входом конкретного Ф.э. может служить также изменение параметра физ. системы (физ. величины, характеризующей объект B данного Ф.э.). С учетом этого, а также возможности взаимодействия физ. системы с окружающей средой посредством физ. полей, потоков различной природы и сил сформирован список возможных наименований входов и выходов Ф.э.:

Наименование Ф.э.	Вход А	Выход С	Объект В
Закон Ома	Эл. поле Напряженность эл. поля (В/м)	Эл. ток. Плотность эл. тока (А/м ²)	Проводник, полупроводник
Оптико-акустический эффект	Электромагнитное излучение Лазерное Модулированное Интенсивность излучения (Вт/м ²)	Упругие (акустические) волны. Звук Звуковое давление (Па)	Твердое тело, жидкость, газ
Электрогидравлический удар	Эл. поле. Переменное. Разность потенциалов (В) От 10 ³ до 10 ⁵ В	Силовое (мех.) воздействие. Давление (Па)	Жидкость
Акустоманитово-электрический эффект	1. Упругие акустические волны Ультразвук. Частота колебаний (Гц) Выше 10 ⁷ Гц. 2. Магнитное поле Магнитная индукция (Тл)	Эл. поле Разность потенциалов (В) Несколько милливольт	Полупроводник
Автоэлектронная эмиссия	Эл. поле Напряженность эл. поля (В/м) От 10 ⁵ до 10 ¹⁰ В/м	Поток электронов Плотность потока (с ⁻¹ м ⁻²)	Проводящее жидкое или твердое тело
Адиабатическое размагничивание	Магнитное поле. Напряженность магнитного поля (А/м) Уменьшение от 10 ⁵ до 0 (А/м)	Параметрический Температура (К) Уменьшение от 1К до 10 ⁻³ К	Парамагнетик или постоянной энтропии
Инверсия магнитного поля	Параметрический. Температура (К) Увеличение	Параметрический Намагниченность (А/м) Изменение знака	Редкоземельный магнетик
Эффект Нернста	1. Магнитное поле. Напряженность магнитного поля (А/м) 2. Эл. ток. Сила тока (А)	Параметрический Градиент температуры (К/м)	Полупроводник

эл. поле, магнитное поле, гравитационное поле, силовое (мех.) воздействие, поток в-ва, поток теплоты, поток микрочастиц, упругие (акустические) волны, электромагнитное излучение, плазменные волны, эл. ток, изменение параметров (параметрический). Выделение данной совокупности наименований условно (напр., эл. ток можно рассматривать как поток заряженных частиц, а электромагнитное излучение — как электромагнитное поле), однако оправдано соображениями удобства применения Ф.э. в инж. деятельности. В качестве примера в табл. приведено разбиение на компоненты некоторых Ф.э. Все Ф.э. должны иметь стандартное структурированное описание (см.: *Описание физического эффекта*), удобное для машинной обработки и тех. приложений. Фонды Ф.э. могут быть междотраслевыми, проблемными или объектно-ориентированными. Они предназначены для решения широкого круга задач, к к-рым в первую очередь относятся: поиск отдельных Ф.э. как элементов физ. знания (см.: *Автоматизированная информационно-поисковая система по физическим эффектам*); поиск (синтез) эффективных физ. принципов действия технических систем, как совокупности Ф.э. (см.: *Синтез физического принципа действия*); поиск (синтез) эффективных принципов технологий; анализ *технических систем* и технологий с целью более глубокого понимания их физ. сущности, а также устранения тех или иных недостатков, выявления путей усовершенствования. Наиболее эффективно использование Ф.э. при создании новых изделий и технологий, главным образом на начальных стадиях проектирования. Для расширения области возможного использования фондов Ф.э. принято, что любой Ф.э. имеет произвольное число входов, но только один выход (см. табл.). Описание сложных физ. явлений, характеризующихся одновременно несколькими выходами, следует разбивать на ряд отдельных Ф.э., каждый из к-рых имеет только один выход. Напр., увеличение температуры ферромагнетика приводит к одновременному изменению

его намагниченности, линейных размеров (за счет теплового расширения и магнитострикции), эл., оптических св-в и др.

Лит. Автоматизация поискового конструирования (искусственный интеллект в машинном проектировании)/Под ред. А.И. Половинкина. М. Радио и связь, 1981; Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М. Машиностроение, 1988, Koller R. Konstruktions Methode für den Maschinen-, Geräte- und Apparatebau Berlin. Springer Verlag, 1976, Ardenne M., Musiol G., Reball S. Effekte der Physik Berlin Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1988.

ФИЗИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ БАНК ДАННЫХ — объединение автоматизированной информационно-поисковой системы по физическим эффектам, автоматизированной системы синтеза физического принципа действия и справочной информации о физических эффектах на бумажных носителях (см.: *Физический эффект*).

ФИЗИЧЕСКОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ — см.: *Противоречие физическое*.

ФОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ МЕТОД — эвристический метод тех. творчества. Ф.о.м. отличается простотой и большими (неограниченными) возможностями поиска новых т. зр. на решаемую проблему. В Ф.о.м. используются ассоциативный поиск и эвристические св-ва случайности (см.: *Ассоциация*). Результативность поиска с помощью Ф.о.м. во многом определяется «чувствительностью» к конструкциям языка, умением строить оригинальные ассоциативные цепочки. Ф.о.м. предъявляет высокие требования к воображению. Ф.о.м. особенно эффективен при поиске новых форм проектируемого объекта. Использование случайности позволяет получать решения, к-рые не могут быть получены др. способами. Эффективность Ф.о.м. объясняется тем, что посредством спец. процедур различные знания как бы фокусируются на объекте проектирования (этим объясняется название метода). После выбора объекта проектирования случайным образом выбирается ряд др. объектов и составляются списки их признаков. Путем последовательного перебора этих признаков и сопоставления их с проектируемым объектом пытаются изменить форму объекта, принцип действия, алгоритм функциониро-

вания, материал и др. характеристики. Ф.о.м. включает следующие процедуры: 1) определение фокуса ключевого слова (выражения), к-рое содержит сущность *проблемы*. Если проблема состоит в поиске новых ф. (св-в) *технического объекта*, фокусом может быть его наименование (напр., телевизор, карандаш и др.); 2) выбор случайных имен существительных. При этом проще эти имена случайным образом заимствовать из книг, газет и т.д. Рекомендуется использовать слова, не связанные напрямую с объектом проектирования (напр., пластмасса, лампа, космос, волнение и т.д.); 3) определение признаков имен существительных из п.2. в виде имен прилагательных (напр., пластмасса — стареющая, легкая; лампа — ультрафиолетовая, люминесцентная; космос — безграничный, вечный). Поскольку целью п. 3 является получение случайных имен прилагательных, то их можно добавлять, «заимствуя» у объектов, не вошедших в п.2 (напр., вкусный, мокрый и т.п.). При этом рекомендуется использовать слова из разных областей: *техника*, поэзия, фантастика; 4) связывание прилагательных из п.3 с фокусом из п.1 и поиск по *аналогии* ассоциативных решений конкретной проблемы (напр., стареющий телевизор — телевизор, меняющий во времени цвет передачи; ультрафиолетовый телевизор — телевизор, к-рый облучает детей ультрафиолетовыми лучами, когда они смотрят передачу); 5) оценка полученных решений с т.зр. новизны и возможности реализации. Ф.о.м. имеет и ряд модификаций: вместо прилагательных (п. 3) случайным образом выбираются имена существительные, к-рые связываются с фокусом (напр., телевизор — стол; телевизор — шариковая ручка); вместо прилагательных случайным образом выбираются глаголы (напр., рисовать, писать, хранить и т.д.). Т. о., Ф.о.м. базируется на установлении ассоциативным путем прежде всего связей между фокусом и случайным словом, к-рое является частью речи (существительное, прилагательное и глагол). Можно расширить метод, если использовать остальные части речи: числительное, местоимение,

наречие, предлог, союз, междометие и частица (напр., числительное — три телевизора; местоимение — наш телевизор). Не исключено, что некоторые существующие тех. объекты обязаны своим созданием Ф.о.м.: музыкальная свеча, музыкальный стакан, ароматный будильник, корабль-театр, цилиндричный дом и др. Ф.о.м. может быть полезен и как средство для тренировки способности к *фантазии*. Существует ряд компьютерных программ, поддерживающих процедуру случайного ассоциативного поиска.

ФОРМАЛЬНО-ЛОГИЧЕСКО-ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ВОЛНЫ ЗАКОН — см.: *Закон лево- и правополушарной волны*.

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ — категория художественной деятельности, дизайнерского и тех. творчества, выражающая процесс становления и создания формы в соответствии с общими ценностными установками культуры и теми или иными избранными концептуальными принципами, имеющими отношение к эстетической выразительности: функциональности, конструктивности и пр. В процессе Ф. *изделия* определяются его функционально-конструктивная, пространственно-пластическая, технологическая структуры. Композиционное Ф. — процесс пространственной организации элементов изделия, средства и методы к-рой соотносятся с задачей привнесения человеческой меры в объекты *техники*, достижения гармонии структурных связей между человеком и вещью, включенной в процесс жизнедеятельности. С этой т.зр. выделяются понятия пропорциональной и масштабной соразмерности, тектоники (работа материала), представление о культурных предпосылках рождения вещи, ее антропометрической структуре, связи со средой. Объектом композиционного Ф. дизайнера является визуальная, антропометрическая и материальная структура вещи; приемом композиционного Ф. выступают стилизация, размерно-модульная и масштабная гармонизация (соразмерность человека и вещи), тектоническое Ф. (см.: *Дизайн*).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ — характеристика *изобретения*, выражающая его сущность и служащая для определения объема правовой охраны, представляемой *патентом*.

ФОРМУЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ

— описание назначения *технической системы* или ее элементов. Ф.ф. проводится по определенным правилам:

1) ф. формулируются для конкретного объекта применительно к конкретным условиям его работы; следует учитывать, что при изменении условий работы может измениться и качество ф. Напр., эл. лампа накаливания в настольном светильнике кроме полезной ф. «излучать свет» выполняет также вредную ф. «излучать теплоту», при использовании этой же лампы в инкубаторе ф. «излучать теплоту» является полезной, а «излучать свет» — нейтральной; 2) формулировка ф. не должна содержать указаний на конкретное материальное воплощение объекта (для тех. систем — на конкретное конструкторско-технологическое исполнение). Напр., ф. мясорубки следует обозначить словосочетанием «измельчать продукт», а не «резать мясо», поскольку глагол «резать» указывает на конкретную технологическую операцию, а глагол «измельчать» допускает многовариантность выполнения этого действия, понятие «продукт» в данном случае является более обобщенным, чем понятие «мясо»; 3) объектом ф. должен быть материальный объект: *вещество* или поле, при анализе информационных систем в качестве материального объекта рассматривается информация. Объектами ф. не должны выбираться св-ва и параметры системы. Напр., ф. рамы велосипеда — «удерживать детали», а не «придать устойчивость» или «обеспечить жесткость»; 4) проявление ф. должно формулироваться как конкретное действие, поэтому не рекомендуется использовать для формулировки ф. глаголы, не обозначающие прямого действия (обеспечить, улучшить, добиться, предотвратить, исключить и др.); 5) ф. должна содержать характеристику действия относительно объекта ф. Критерием наличия ф. является изменение хотя бы одного параметра объ-

екта ф., напр., ф. эл. кипятильника — «нагревать жидкость», изменяемый параметр жидкости — температура; 6) окончательная формулировка ф. должна включать обозначения действия ф. глаголом неопределенной формы и объекта ф. существительным в винительном падеже, напр., ф. эл. провода — «проводить ток», ф. автомобиля — «перемещать груз»; 7) при необходимости в определении ф. могут быть включены дополнения (обстоятельства), к-рые характеризуют место, время, направленность ф. и т.д., их рекомендуется приводить в скобках, напр., ф. нитки — «соединять пуговицу (с тканью)»; ф. зубной щетки — «удалять грязь (с зубов)»; ф. шнека мясорубки — «вводит продукт (в решетку)»; ф. синхронного двигателя: Φ_1 — «вращать механизм (в рабочем режиме)», Φ_2 — «вращать механизм (при пуске)» (выполнение эл. двигателем одной и той же ф. в разные периоды работы механизма обеспечивается разными обмотками: пусковой и рабочей); 8) при формулировании глагольной части ф. рекомендуется не употреблять частицу «не», т.е. ф. должна отражать позитивное действие, напр., для гидроплотины формулировка «не пропускать воду» неточная, более точная — «задерживать воду»; 9) формулировку полезной ф. объекта целесообразно проводить в определенной последовательности: а) предложить первоначальную формулировку ф. объекта, к-рая представляется правильной, б) проверить возможность самостоятельного выполнения объектом сформулированной ф. (критерием подтверждения такой возможности является наличие в объекте хотя бы одного элемента, участвующего в выполнении ф.), в) дать уточненную формулировку ф., используя вопросы: «Зачем выполняется эта ф.?» (если элемент по п.б выявлен); «Каким образом выполняется эта ф.?» (если такой элемент не выявлен). Если предварительная формулировка ф. окажется неточной, процедуры по пп. б и в повторяются до нахождения уточненной формулировки, к-рая отразит наличие в анализируемом объекте хотя бы одного элемента, выполняющего эту

ф. (Пример 1: для случая, когда процедура Ф.ф. начинается с подсистемы (нити накаливания эл. лампы): Φ_1 — «проводить эл. ток», нить накаливания может сама проводить эл. ток, «Зачем проводить ток?»: Φ_2 — «преобразовать ток (в теплоту)» (уточненная формулировка ф.), нить сама может это сделать, «Зачем?»: Φ_3 — «преобразовать теплоту (в свет)», нить сама может это сделать, «Зачем?»: Φ_4 — «излучать свет», нить сама может это сделать, «Зачем?»: Φ_5 — «освещать помещение», в нити накаливания отсутствуют элемент, выполняющий эту ф. Вывод: уточненная формулировка ф. нити накаливания Φ_4 — «излучать свет». Пример 2. Для случая, когда процедура Ф.ф. начинается с надсистемы (ледокола, проводящего караван судов): Φ_1 — «доставлять груз», ледокол не может сам выполнить эту ф., ее выполняют суда, «Каким образом доставлять груз?»: Φ_2 — «перемещать суда (сквозь лед)», ледокол не может сам выполнить эту ф., «Каким образом перемещать суда?»: Φ_3 — «удалять лед (перед судами)», ледокол сам может выполнить эту ф. Вывод: уточненная формулировка ф. ледокола: Φ_3 — «удалять лед (перед судами)»; 10) если при Ф.ф. установлено, что одно и то же действие направлено на разные объекты, то следует сформулировать ряд однотипных ф. для каждого из этих объектов. Подобная ситуация типична для ф. соединения, защиты разных элементов и т.п. Напр., предварительно сформулированная ф. рамы велосипеда — «удерживать детали» при последующем анализе представляется в виде ряда ф.: «удерживать (заднее) колесо», «удерживать руль», «удерживать седло», «удерживать насос» и т.д.; 11) объектами дополнительных ф. должны быть либо элементы надсистемы, либо сама тех. система в целом. Напр., главная ф. оптических очков — «фокусировать свет», дополнительные ф.: Φ_1 — «задерживать (посторонние) предметы (от попадания в глаза)» (под посторонними предметами подразумеваются пыль, снег, капли влаги и др.), Φ_2 — «удерживать очки» (перед глазами) (см.: *Функционально-стоимост-*

ный анализ, Понятия функционально-стоимостного анализа, Функциональный анализ).

Лит. Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа. Метод рекомендации. М.: Информ-ФСА, 1991.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОБЪЕКТА — упорядоченный набор ф., к-рые свойственны рассматриваемому реальному объекту или должны быть свойственны разрабатываемому объекту. Из 10 вариантов построения Ф.м.о. наибольшее распространение получили графические Ф.м.о. в виде функциональных схем и диаграмм.

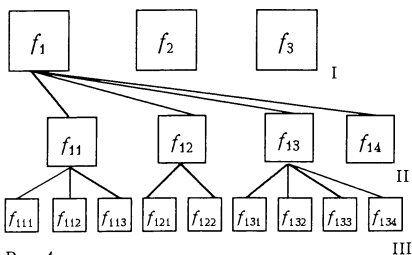


Рис 1

На рис.1 показана иерархическая Ф.м.о., на I уровне к-рой располагается главная ф. f_1 и второстепенные ф. f_2, f_3 , на II — основные внутриобъектные ф. f_{1i} , на III — вспомогательные внутриобъектные ф. f_{1ij} . В последнее время при построении Ф.м.о. в основном применяется методика FAST, предложенная специалистами США и основанная на использовании определенных тестовых вопросов для упрощения формулирования ф. и проверки логической взаимосвязи между ними. Разновидности этой методики различаются кол-вом (от 2 до 9) и содержанием вопросов, а также правилами построения диаграммы. Наиболее распространен вариант методики FAST, использующий вопросы «Как?», «Почему?» («Зачем?»), «Когда?», или в более полной форме: 1) «Как осуществляется данная ф.?», 2) «Почему (зачем) осуществляется данная ф.?», 3) «Когда осуществляется данная ф.?» Отвечая на 1-й вопрос, можно сформулировать или проверить расположение ф., подчиняющихся исследуемой в данный момент ф. и располагающихся на диаг-

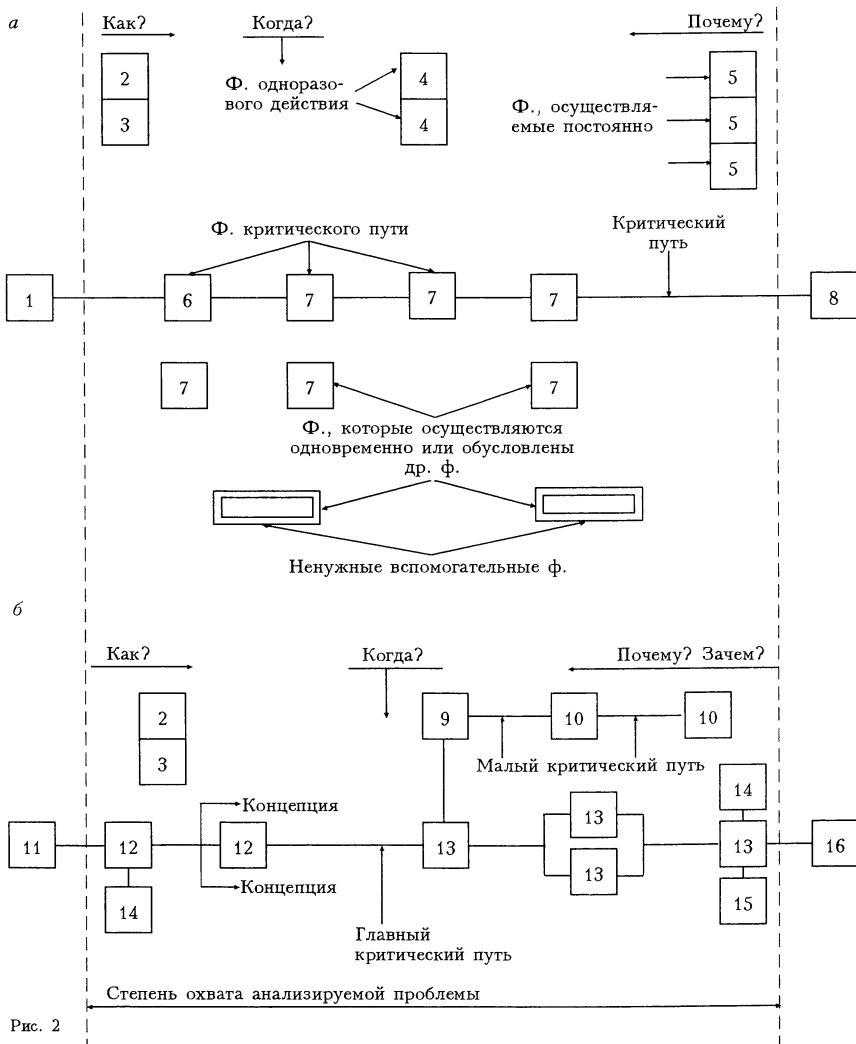


Рис. 2

рамме FAST правее нее (см. рис. 2а, где 1 – ф. более высокого уровня, 2 – тех. данные, 3 – целевые ориентиры, 4 – ф. одnorазового действия, 5 – ф., осуществляемые постоянно, 6 – основная анализируемая ф., 7 – необходимые вспомогательные ф., 8 – ф. более низкого уровня). Отвечая на 2-й

вопрос, формулируют или проверяют расположение ф., находящихся на более высоком уровне по отношению к исследуемой в настоящий момент ф. и располагающихся на диаграмме левее. Ответ на 3-й вопрос позволяет правильно расположить на диаграмме FAST ф., осуществляемые одновремен-

но с другими, место к-рых на диаграмме уже определено (см. рис.26, где 9 — независимая вспомогательная ф., 10 — зависимая ф., 11 — ф. высшего уровня, 12 — главная ф., 13 — основная ф., 14 — вспомогательная ф., 15 — независимая ф., 16 — ф., низшего уровня). Рамки исследуемой проблемы обозначаются штриховыми линиями в левой и правой части диаграммы. Критический путь включает наиболее важные внутриобъектные ф. (отдельные описания допускают существование нескольких критических путей). Помимо графического используются и др. способы представления Ф.м.о., среди к-рых наибольшее распространение получили матрицы взаимосвязи функция — функция, отражающие зависимость общеобъектных ф. от ф., не имеющих прямого внеш. проявления (внутриобъектных ф.), а также матрицы функция — элемент, отражающие участие отдельных элементов объекта в выполнении ими своих ф. Недостаток матричной формы построения Ф.м.о. связан с трудностью исследования сложных объектов, содержащих большее число структурных элементов и способных выполнять десятки или сотни ф. Практика показывает, что уже на этапе построения Ф.м.о. возникают предложения по совершенствованию исследуемого объекта. Считается, что ф. объекта сформулированы правильно, если они не включают в себя указаний на конкретный вариант их выполнения. Это предотвращает возникновение у исследователя психологических барьеров мышления и упрощает нахождение новых альтернатив выполнения ф. (см.: *Функционально-стоимостный анализ, Формулирование функций*).

Лит.: Грапи Е.А., Сорокина Л.М. Методика FAST: Практическое использование в процессе проведения функционально-стоимостного анализа (зарубежный опыт). М.: Информэлектро, 1983; Карпунин М.Г., Кузьмин А.М., Шалденков С.В. Функционально-стоимостный анализ в инженерной деятельности Уч. пособие. М.: Информэлектро, 1990; Справочник по функционально-стоимостному анализу // Под ред. М.Г.Карпунина, Б.И.Майданчика. М.: Финансы и статистика, 1988.

ФУНКЦИОНАЛЬНО ОПРАВДАНЫЕ ЗАТРАТЫ — затраты, выявляемые в процессе *функционально-стоимостного анализа* на основе принципа

соответствия значимости ф. и затрат на их осуществление. При определении функционально оправданных (допустимых) затрат исходят из того, что они должны распределяться в объекте пропорционально относительной важности ф. Как и в др. процедурах функционально-стоимостного анализа, здесь возможно несколько подходов. Напр., на нижних уровнях *функциональной модели объекта* выделяется несколько ф., затраты на реализацию к-рых можно, по мнению участников работы, оценить достаточно точно. Для каждой из найденных ф. определяются затраты на реализацию главной ф. объекта по ф-ле: $Z'_k = Z_k/R_k$, где Z_k — Ф.о.з. на реализацию главной ф. объекта, вычисленные исходя из оценки k -й ф., R_k — относительная важность k -й ф., Z_k — затраты на реализацию k -й ф. Полученные значения Z'_k усредняются по ф-ле:

$$1^\circ. \quad Z' = \left(\sum_{k=1}^m Z_k \right) / m,$$

где Z' — усредненные Ф.о.з. на реализацию главной ф. объекта, m — кол-во ф., для к-рых найдены значения Z . Далее проводится проверка согласованности результатов, полученных при определении Z'_k относительно всех m ф. Для этого сначала рассчитывается относительный размах:

$$2^\circ. \quad n' = [(Z'_k)_{\max} - (Z'_k)_{\min}] / Z',$$

где $(Z'_k)_{\max}$, $(Z'_k)_{\min}$ — наибольшее и наименьшее значения Ф.о.з. на реализацию главной ф. объекта, полученные относительно одной из m ф. Затем проверяется выполнение условия

$$3^\circ. \quad n' \leq 1.$$

При его выполнении согласованность оценок считается достаточной; в противном случае из комплекса значений Z'_k исключается оценка, имеющая макс. отклонение от ср. значения $|Z'_k - Z'|$, после чего расчеты по ф-лам 1°–3° повторяются. Возможен др. способ определения Ф.о.з. на реализацию главной ф. объекта. Сначала на нижних уровнях функциональной модели выбираются все ф., выполняемые к.-л. одним материальным носителем, затраты на

к-рый могут быть определены с достаточной точностью. Затем Ф.о.з. на реализацию главной ф. объекта определяются по ф-ле:

$$4^{\circ}. Z' = Z / \sum_{l=1}^p R_l,$$

где Z — затраты на реализацию выбранного материального носителя; R_l — относительная важность l -й ф., выполняемой выбранным материальным носителем на нижнем уровне функциональной модели; p — кол-во ф., выполняемых выбранным материальным носителем на нижнем уровне функциональной модели. По найденным на основе 1° и 4° Ф.о.з. на реализацию главной ф. объекта определяются затраты на реализацию каждой из ф., содержащейся в функциональной модели: $Z_j = Z' R_j$. Ф.о.з. по каждому из элементов объекта вычисляются как сумма Ф.о.з. по всем ф., выполняемым этим элементом. При создании нового объекта функционально-стоимостный анализ может проводиться на каждой стадии разработки. В этом случае анализ позволяет детализировать представление об объекте на уровне функциональной модели, структурной схемы, оценить затраты на реализацию всех ф. и элементов объекта (см.: *Функционально-стоимостный анализ, Оценка функций объекта, Функциональная модель объекта, Стоимостной анализ*).

Лит.: Карпунин М.Г., Кузьмин А.М., Шадленков С.В. Функционально-стоимостный анализ в инженерной деятельности. Уч. пособие. М. Информэлектрон, 1990.

ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНЫЙ АНАЛИЗ — один из методов организации производственной, инж. или хозяйственной деятельности, базирующийся на процедурах, позволяющих повысить *творческий потенциал* и эффективность работы участников этой деятельности. Суть Ф.с.а. состоит в комплексном тех.-экономическом исследовании ф. и параметров объектов (*изделий*, материалов, др. продуктов труда, технологических процессов, производственных и управленческих структур) и выработке рекомендаций по минимизации затрат на стадиях проектирования, создания и использования (эксплуатации) этих объектов

при сохранении или повышении качества исполнения ими своих ф. и увеличении их *полезности* для потребителей. Главная цель Ф.с.а. — достижение оптимального соотношения между потребительскими св-вами исследуемой тех. или организационной системы и затратами на их реализацию. Более конкретными целями и задачами Ф.с.а. могут быть: повышение *качества продукции* и ее *конкурентоспособности*; снижение затрат на производство, уменьшение материало- и энергоемкости, трудо- и фондоемкости продукции; достоверное прогнозирование развития *техники* и *технологии*; увеличение объема выпуска продукции без дополнительных или значительных капитальных вложений; ликвидация «узких» мест в производстве, напр., замена дефицитных, импортных материалов и комплектующих изделий, предупреждение, сокращение и устранение брака и т.п.; сокращение эксплуатационных и транспортных расходов; улучшение экологических показателей производства и т.д. Использование процедур Ф.с.а. означает, что, с одной стороны, все анализируемые объекты, напр., производимые предприятием изделия, различные факторы их производства или их совокупность рассматриваются и преобразуются не в конкретной предметной форме, а как абстрактный комплекс ф., к-рые они выполняют или должны выполнять исходя из требований надсистемы, в к-рую входит анализируемый объект. С др. стороны, все затраты, к-рые определяются проектом, конструкцией, технологическими и организационными процессами создания различных объектов, а также сферами их использования, подразделяются с позиции Ф.с.а. на две группы: затраты, функционально необходимые, без к-рых не обойтись при создании и эксплуатации анализируемого объекта, и затраты излишние, не обязательные для выполнения этим объектом требуемых ф. Поскольку значимость ф. далеко не одинакова, а каждая из них может быть реализована на основе многочисленных конструкторских, технологических и организационных решений, в процессе проведе-

ния Ф.с.а. ставится задача достижения соответствия затрат ресурсов на реализацию ф. их значимости. При этом становятся возможными более точная диагностика объекта, определение его параметров, а также выявление экономически обоснованных направлений его преобразования. Использование специально разработанных процедур поиска и выбора наиболее целесообразных решений позволяет выходить на традиционные и разрабатывать новые способы получения весьма эффективных результатов. Согласно теории Ф.с.а., любой объект имеет резервы своего совершенствования. Их основные источники: несоответствие требований к объекту и его действительно необходимых функциональных показателей в реальных условиях эксплуатации; неэффективное использование науч.-тех. информации; недостаточная осведомленность разработчиков о ценах, дефицитности, возможностях применяемых материалов, о новых прогрессивных конструкторских решениях; тех. консерватизм специалистов, несогласованность их взаимодействий в силу узкой специализации при общественном разделении труда; недостатки в организации производства и управления и т.д. Даже при действовании всех выявленных в данный момент резервов через определенное время в результате новых науч.-тех. достижений (открытий, изобретений, появления новых материалов, технологий, методов организации и управления, освоения нововведений) могут образовываться дополнительные резервы. В практике реализации методологии Ф.с.а. используются два подхода. Один из них основывается на выполнении работ в строго заданной последовательности: 1) подготовительный этап, 2) информ. этап, 3) аналитический этап, 4) тв. этап, 5) иссл. этап, 6) рекомендательный этап, 7) этап внедрения. На этапах 1 — 3 в основном проводится функционально-стоимостная диагностика объекта, осуществляется постановка задач по созданию или совершенствованию объекта, поиску различных способов и вариантов выполнения ф. На этапах 4, 5 проводится решение задач, сформулиро-

ванных на предыдущих этапах, их обоснование и доказательство возможностей и эффективности реализации. Цель этапов 6, 7 — организация реализации принятых решений. Во втором подходе проведение Ф.с.а. организуется не просто как алгоритмический процесс осуществления логически вытекающих друг из друга работ по семи перечисленным выше этапам, а как комплексный процесс, основанный на взаимодействии процедур этапов аналогичного названия. Этот подход требует более высокой квалификации аналитиков, но отличается более высокой результативностью, поскольку все процессы, составляющие содержание Ф.с.а., благодаря своему взаимодействию обогащают друг друга и обеспечивают новое качество методологии Ф.с.а. В зависимости от сферы приложения Ф.с.а. различают несколько разновидностей его применения. Наиболее распространенные из них: корректирующая методика, используемая для целей совершенствования, модернизации или разной степени преобразования существующих объектов: материалов, изделий, процессов, структур; тв. методика, называемая также «инж.-стоимостное или функционально-стоимостное проектирование», служащая инструментом разработки новых объектов, более эффективных, чем соответствующие аналоги, по функциональности, экономичности, тех. уровню; инверсная методика, предназначенная в основном для поиска иных сфер применения существующего объекта, его приспособления (в ряде случаев при незначительной модернизации) к др. внеш. среде. В практической деятельности предприятий и науч. организаций предметом исследования Ф.с.а. чаще всего становятся отдельные узлы, изделия, материалы, технологические, организационные или управленческие процессы, строительные, некоторые др. объекты и проекты. Однако наиболее существенные результаты дает использование метода при комплексном обновлении и целенаправленном системном совершенствовании производственных структур и сложных *технических систем*. Применительно к предприятию как

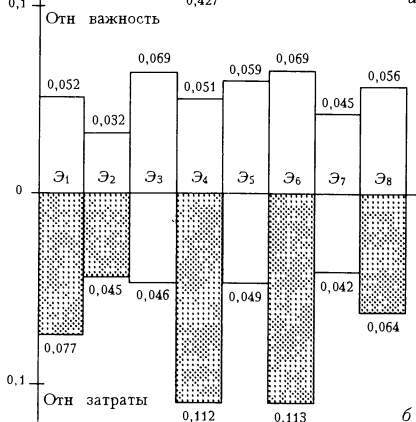
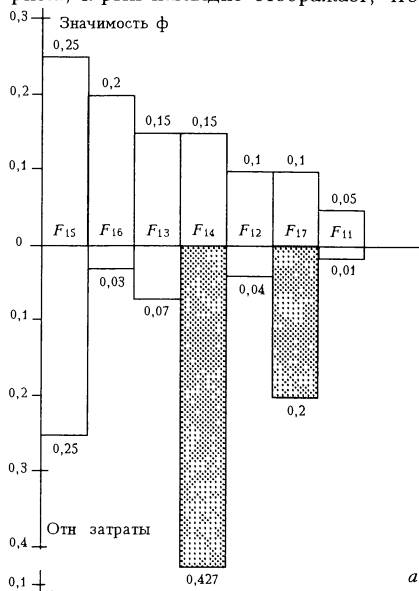
производственной системе Ф.с.а. может выступать в качестве инструмента регулирования его совокупной хозяйственной деятельности. При этом с помощью Ф.с.а. исследуется и каждый раз (при очередном совершенствовании и изменении) как бы заново моделируется вся структура этой деятельности, для чего осуществляется комплексное представление содержания и взаимодействия всех ее компонентов: изготавливаемой продукции, факторов производства, ф. управления, исполнителей. Исследуя возможности и выявляя резервы каждого элемента и всей производственной системы в целом, Ф.с.а. при подготовке рекомендаций по использованию этих резервов обеспечивает совокупный эффект, к-рый является не просто суммой эффектов отдельных элементов, а их интеграцией. В этом конечном результате концентрируются основные стратегические цели, к-рые стоят перед любой производственной системой в условиях рыночной экономики: достижение новых, устраивающих заказчика параметров потребительских св-в производимых товаров и услуг, сокращение издержек на их проявление в процессе производства, обращения и потребления товаров, достижение цены, к-рую готов платить покупатель за наличие нового уровня полезности в предлагаемых рынку товарах и услугах. Результативность проведения Ф.с.а. повышается при использовании в его процессе разнообразных методов тех. творчества, к-рые как инструмент поиска наиболее эффективных *технических решений* оказывают непосредственное влияние на сокращение сроков проведения Ф.с.а., улучшение *потребительских качеств* исследуемого объекта и на снижение затрат *ресурсов* на реализацию ф. Главное назначение методов тех. творчества при проведении Ф.с.а. — найти как можно больше новых решений, направленных на реализацию полезных вн. и внеш. ф. объекта и устранение или ослабление отрицательного эффекта его ненужных и излишних ф. Системное использование методов тех. творчества при проведении Ф.с.а. предполагает, что они «включаются в работу» не

только на тв. этапе, а пронизывают все стадии процесса проведения Ф.с.а. Напр., на аналитическом этапе методы тех. творчества служат для выявления резервов развития исследуемого объекта и постановки задач по задействованию этих резервов, для чего осуществляется выявление нежелательных эффектов, построение функционально-идеальной модели, формулирование задач по ее реализации. На тв. этапе методы тех. творчества используются для повышения продуктивности новых тех. решений путем классификации выявленных задач, выбора наиболее эффективных способов решения этих задач, их решения и согласования друг с другом, для чего выполняется построение структурно-элементной схемы усовершенствования объекта. На иссл. этапе основное внимание при использовании методов тех. творчества уделяется теоретической и экспериментальной проверке предложений, выработанных на предыдущем этапе, выявлению дополнительного эффекта (сверхэффекта), обусловленного внедрением найденных решений, расширению сферы их применения, прогнозированию дальнейшего развития объекта. Ф.с.а. как средство обеспечения более высокой эффективности деятельности используют многие ведущие фирмы развитых стран, напр., США, Германии, Великобритании, Италии, Австрии и др. В России наибольшее распространение Ф.с.а. получил в электротехнической промышленности, хим., нефтяном, сельскохозяйственном машиностроении, др. отраслях народного хозяйства. В октябре 1990 г. образована Ассоциация специалистов по функционально-стоимостному анализу.

Лит.: Моисеева Н.К., Карпунин М.Г. Основы теории и практики функционально-стоимостного анализа. М. Высш. шк., 1988, Справочник по функционально-стоимостному анализу/Под ред. М.Г. Карпунина, Б.И. Майданчика. М.: Финансы и статистика, 1988, Открытая книга предпринимательства/Под общ. ред. В.А. Димова, М.Г. Карпунина, В.П. Орешина М.: Техинвест, 1991

ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНЫЕ ДИАГРАММЫ — способ представления информации при проведении *функционально-стоимостного анализа*, позволяющий проводить сопоставление

реальных затрат на создание и функционирование объекта с функционально обоснованными затратами. Известны два основных варианта построения Ф.с.д. Первый из них состоит в том, что относительная важность каждой ф. сопоставляется с долей затрат на ее выполнение в общих затратах на объект. Пример Ф.с.д., построенной для сопоставления этих показателей, дан на рис.а, к-рый наглядно отображает, что



реальные затраты на выполнение ф. F_{14} и F_{17} превышают их относительную важность, след., необходимо сформулировать задачи по поиску новых, более экономичных способов выполнения этих ф. Данный вариант построения Ф.с.д. может быть связан с дополнительными трудностями по определению реальных затрат на выполнение ф. Несложно получить информацию о реальных затратах на отдельные элементы объекта, однако, как правило, каждый элемент участвует в выполнении сразу нескольких ф. и для выявления затрат на реализацию отдельных ф. необходимо провести *экспертную оценку*. Второй вариант построения Ф.с.д. состоит в том, что затраты и относительная важность сравниваются не по ф., а по элементам исследуемого объекта. В случаях, когда каждый элемент выполняет несколько различных ф., построение Ф.с.д. значительно проще, чем в первом способе, поскольку не требуется распределять по ф. реальные затраты. При этом значение относительной важности каждого элемента определяется как сумма значений относительной важности по всем выполняемым им ф. На рис.б дан пример такой Ф.с.д., построенной относительно 9 элементов, по пяти из к-рых реальные затраты (относительные, т.е. представленные как доля затрат на весь объект) превышают сумму значений относительной важности всех ф., выполняемых этими элементами. На рис.б выделены затраты, превышающие обоснованные значения. Т.о., на основании исследования данной Ф.с.д. могут быть сформулированы задачи о поиске более экономичных решений элементов Э₁, Э₂, Э₄, Э₆ и Э₈. При этом легко определить относительный дисбаланс по всему объекту как сумму частных дисбалансов по отдельным его элементам. Для примера на рис. б частные дисбалансы для отмеченных элементов равны соответственно 0,0198, 0,0127, 0,0619, 0,0441 и 0,0086, а общий дисбаланс по объекту составляет 0,1471. Это означает, что в случае решения всех поставленных задач затраты на объект могут быть снижены почти на 15% от первоначальных затрат. Следует отметить, что построе-

ние Ф.с.д. относительно элементов исследуемого объекта не всегда позволяет обнаружить дисбаланс между относительной важностью и реальными затратами. Так, если в примере, показанном на рис.а, ф. F_{12} , F_{17} и F_{11} выполняются одним элементом, реальные затраты на к-рый составляют 0,25% общих затрат на объект, относительная важность этого элемента, определяемая как сумма значений относительной важности выполняемых им ф., также составит 0,25, т.е. дисбаланс по ф. F_{17} не будет выявлен (см.: *Функционально-стоимостный анализ, Функциональная модель объекта, Оценка функций объекта, Матрица взаимосвязей функций и их носителей*).

Лит.: Карпунин М.Г., Кузьмин А.М., Шалденков С.В. Функционально-стоимостный анализ в инженерной деятельности Уч. пособие. М. Информэлектро. 1990. Справочник по функционально-стоимостному анализу/Под ред. М.Г. Карпунина, Б.И. Майдачича. М. Финансы и статистика, 1988

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ — разновидность анализа, предполагающая рассмотрение объекта как комплекса выполняемых им ф., а не как материально-вещественных структур. Напр., эл. лампа накаливания рассматривается как носитель ф. «излучать свет», а не только как совокупность конструктивных элементов (колба, цоколь, нить накаливания и др.). Ф.а. исходит из предпосылки, что в анализируемом объекте полезным ф. всегда сопутствуют вредные и нейтральные ф. Напр., нож мясорубки при работе одновременно выполняет несколько ф.: полезную ф. — «измельчать продукт», вредную ф. — «сминать продукт», нейтральную ф. — «нагревать продукт». Следует учитывать, что полезные Ф. одного объекта могут быть вредными или нейтральными для другого (и наоборот) (см.: *Функционально-стоимостный анализ, Функциональная модель объекта, Формулирование функций, Ранжирование функций, Матрица взаимосвязей функций и их носителей, Уровень выполнения функций*).

Лит.: Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа. Метод рекомендации М. Информ-ФСА, 1991.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЭТЧЕТТА

— комплексный *эвристический метод* творчества, в к-ром одновременно используются следующие «режимы мышления»: мышление стратегическими схемами (выработка стратегии и соблюдение стратегии); мышление в параллельных плоскостях (проектировщик, с одной стороны, думает, а с другой — наблюдает процесс мышления); мышление с несколькими т.зр. (часто оно осуществляется с помощью контрольных вопросов, данных ниже); мышление «образами» (образы могут быть как идеальными, так и реальными: в виде схем, загадочных, заманчивых рисунков, т.к. в Ф.м.п.м. особое внимание обращается на положительное влияние эмоций в процессе проектирования; мышление с использованием основных элементов. Основные элементы — это слова, к-рые используются в процессе решения каждой задачи. Мэтчетт назвал их течтэмами, прочитав свою фамилию справа налево. Течтэмы объединены в семь групп: 1) варианты решений — определить потребность, определить необходимый элемент, представить себе решение, принять временное решение, принять окончательное решение, отменить решение; 2) варианты суждений — предположить, взвесить, взвесить и сравнить, экстраполировать, оставить без изменения, предсказать; 3) варианты стратегий — продолжать в том же направлении, продолжать и расширить, изменить направление, сопоставить с прошлым, сопоставить с будущим, внимательно рассмотреть, разрешить конфликт, продолжать более интенсивно, прекратить; 4) варианты тактик — оценить риск, проверить последствия, развить, сравнить с др. решениями, разделить действие, приспособить др. решение, сосредоточиться на малом участке, разложить на компоненты, проверить возможную причину, обдумать возможность нового решения, заменить решение на противоположное, проверить др. варианты; 5) варианты отношений — хранить решение в памяти, выявить зависимость, отсрочить принятие решения, сообщить о решении, соотнести с

ранее принятым решением, проверить на избыточность, проверить на несоответствие; 6) варианты понятий — использовать новое понятие, изменить плоскость абстракции, использовать схему стратегии, изменить т.зр., сравнить с существующей системой, сравнить с получающейся системой, применить первичное кольцо (см. группу 5 и перечень вопросов, данный ниже), применить вторичное кольцо (см. группу 6 и перечень вопросов, данный ниже); 7) варианты препятствий — обойти препятствие, разрушить препятствие, устранить препятствие, начать новое действие с нуля, начать новое действие с принятого решения, действовать в одном, двух, трех или многих измерениях. «Режимы мышления» предназначены для осознания, контроля и приспособления образа мышления к задачам проектирования. Ф.м.п.м. использует перечень контрольных вопросов: Какие *потребности* являются: жизненно важными, очень важными, важными, желательными? Каковы потребности: функциональной системы, потребителя, фирмы, внеш. мира? Каковы потребности на каждом из перечисленных ниже 10 этапов существования изделия: проектирование и детализовка, отработка, изготовление деталей, сборка, испытание и отладка, окончательная отделка и упаковка, сбыт, монтаж, эксплуатация и использование, тех. обслуживание и уход? Какие сведения можно получить, если задать 6 основных вопросов анализа трудовых операций: что нужно сделать (потребности), почему это нужно сделать (причина), когда это нужно сделать (время), где это нужно сделать (место), кем или с помощью чего это должно быть сделано (средства), как это сделать (метод)? Каким образом каждую часть проекта можно: исключить, объединить с др. частями, унифицировать, перенести, модифицировать, упростить? Какие эффекты, потребности, ограничения вызовет каждая деталь комплекса в отношении любой др. детали этого комплекса? Очень большое внимание Мэтчетт уделил вопросам самоконтроля и самонастройки на всех этапах процесса проектирования, а также ис-

пользованию логосинтеза (синтез с помощью разговора). Ф.м.п.м. можно представить как сбалансированную смесь опыта, искусства, психоанализа, «групповой динамики», самовнушения, внушения и некоторой доли мистики.

Лит.: Matchett E., Briggs A. Practical design based on method (fundamental design method). The design method / Gregory S.S. (ed.). London: Butterworths, 1966; Matchett E. Towards a new world technology. Bristol. Matchett Training, 1973; Джонс Д.К. Методы проектирования / Пер с англ 2-е изд. М. Мир, 1986

ФУНКЦИЙ ИЗДЕЛИЙ БАНК ДАННЫХ — см.: *Технических функций банк данных*.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ — представление изделия в виде описания *технических функций* его элементов или подсистем и функциональных связей между ними. Ф.с.т.с. — это один из уровней описания *технической системы* в иерархии ее внутренних факторов. Выделяют два типа Ф.с.т.с.: 1) конструктивная Ф.с.т.с., представляющая собой ориентированный граф, вершинами к-рого являются наименования элементов, а ребрами — их *технически реализуемые функции*; 2) *потокковая* Ф.с.т.с., представляющая собой ориентированный граф, вершинами к-рого являются наименования элементов изделия или *физических операций*, а ребрами — входные и выходные *потоки вещества, энергии, информации*.

Лит. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества М.: Машиностроение, 1988

ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ — проявление закона *соответствия между функциями и структурой* в широком классе *технических систем*, включающем первичные преобразователи (датчики), приборы для измерения различных физ. величин, аналоговую и цифровую вычислительную технику, системы автоматического управления, автоматизированные системы науч. исследований, *системы автоматизированного проектирования* и пр. Ф.с.и.п.с.з. аналогична *закономерности функционального строения источников энергии*, в к-рой вместо обрабатываемой энергии следует иметь в виду обраба-

тываемые сигналы (информацию). Ф.с.и.п.с.з. рекомендуется использовать при анализе работы, проектировании и совершенствовании различных информ. приборов и систем.

ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ — проявление закона соответствия между функциями и структурой в широком классе технических систем, включающем: ветряные двигатели, гидравлические турбины, тепловые двигатели, эл. генераторы и двигатели, аккумуляторы и солнечные батареи и др. источники энергии. Сущность Ф.с.и.э.з. состоит в том, что тех. системы и человеко-машинные комплексы, предназначенные для получения энергии, состоят из четырех подсистем (элементов), реализующих соответственно четыре *технические функции*: Φ_1 — ф. получения первичной энергии, к-рая превращает *вещество* или полученную извне энергию $W_в$ в исходный (первичный) вид энергии W_0 , удобный для дальнейшей обработки (преобразования); Φ_2 — ф. преобразования, к-рая превращает исходный вид энергии W_0 в конечный вид $W_к$, необходимый для использования; Φ_3 — ф. управления, к-рая осуществляет управление реализацией ф. Φ_1 и Φ_2 ; Φ_4 — ф. планирования, определяющую объем и характеристики производимой энергии $W_к$. Ф.с.и.э.з. рекомендуется использовать при анализе работы, проектировании и совершенствовании различных источников энергии.

Лит.. Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники, закономерности техники и их применение М. Информэлектрон, 1990

ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН ЗАКОНОМЕРНОСТЬ — проявление закона соответствия между функцией и структурой. Суть ее состоит в том, что человеко-машинные технологические комплексы, предназначенные для обработки материального предмета труда, состоят из четырех подсистем (элементов), реализующих соответственно четыре фундаментальные функции: T — технологическую ф., обеспечивающую превращение исходного состояния предмета труда A_0 в конечную

продукцию A_k ; \mathcal{E} — энергетическую ф., обеспечивающую превращение *вещества* или полученную извне энергию W_0 в конечный вид энергии $W_к$, необходимой для реализации технологической ф. T ; U — ф. управления, обеспечивающую управление реализацией технологической ф. и подачей необходимой энергии; P — ф. планирования, обеспечивающую определение объемов выпуска конечной продукции A_k и ее потребных характеристик. Ф.с.з. рекомендуется использовать при анализе работы обрабатывающих машин и их проектировании (см.: Закон стадийного развития техники).

Лит.. Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники: закономерности техники и их применение М.: Информэлектрон, 1990

ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ СООРУЖЕНИЙ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ — проявление закона соответствия между функцией и структурой в широком классе технических систем, включающем жилые дома, пром. здания, театры, мосты и тоннели, плотины и набережные, телебашни и опоры линий электропередачи, трубопроводы, железные дороги, автодороги и т.п. Сущность Ф.с.с.з. состоит в том, что тех. системы, предназначенные для защиты определенных объектов G (люди, животные, растения, различное оборудование) от метеорологических воздействий и (или) поддержания их в определенном положении, состоят из трех подсистем S_1, S_2, S_3 , реализующих соответственно три *технические функции*: Φ_1 — ф. ограждения, обеспечивающую защиту объектов G от метеорологических воздействий (ветер, осадки, резкая смена температуры, влажность, солнечная радиация и т.п.); Φ_2 — ф. передачи усилий, обеспечивающую восприятие нагрузок от объектов G , действия внеш. сил (ветер, осадки, давление воды, сейсмические удары и т.п.), массы подсистем S_1, S_2 и передачу всех этих усилий на подсистему S_3 ; Φ_3 — ф. восприятия усилий, обеспечивающую передачу всех усилий от сооружения на грунт основания.

Лит. Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники: закономерности техники и их применение М. Информэлектрон, 1990.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ — количественная характеристика основных показателей реализации *ф. изделия*. Список Ф.к.т.с. обычно включает критерии производительности (скорость движения и обработки, степень механизации и автоматизации труда, непрерывность процесса обработки), критерии точности (точность обработки, измерения, попадания в цель), критерии надежности (безотказность, долговечность, ремонтопригодность). Среди Ф.к.т.с., как правило, существует *главный функциональный критерий эффективности*. Ф.к.т.с. относятся к группе *критериев эффективности технических систем*.

Лит.: Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ — часть *технической системы* в виде детали, узла, блока или др. сборочной единицы, к-рая выполняет определенные *технические функции*, обеспечивающие выполнение *ф. тех. системы*. Ф.э. имеют определенные взаимосвязи в *тех. системе*, а их *тех. ф.* образуют ее *функциональную структуру*. В методах *тех. творчества* часто используют альтернативные Ф.э., к-рые позволяют синтезировать различные варианты *тех. систем*.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СТРУКТУР БАНК ДАННЫХ — систематизированный фонд описаний *функциональных структур* определенного класса *технических систем*. Ф.с.б.д. содержит описания *технических функций* элементов *тех. систем* и взаимосвязей между ними. В Ф.с.б.д. целесообразно включать два вида описаний: конструктивные и потоковые. Ф.с.б.д. рекомендуется формировать из описаний *тех. систем* широкого класса, напр., сухопутные транспортные средства, *тех. системы* по дезинтеграции твердых тел и пр. Ф.с.б.д. полезно использовать при решении задач поиска рациональных функциональных структур (см.: *Методология выбора конкурентоспособных решений*), при построении морфологических матриц в методе *морфологического анализа и синтеза* и др.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ТЕХНИКИ ЗАКОНЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ — отражение и определение для отдель-

ных сходных *технических систем* и фиксированных моментов времени (исторического и в рамках рабочих циклов *тех. систем*) объективно существующих устойчивых детерминированно или статистически повторяющихся закономерных связей и отношений между выполняемыми *тех. системой: функциями* и их характеристиками; *критериями эффективности* и др. показателями; *потоковой функциональной структурой* *тех. системы* и отдельными функциональными признаками, используемыми физ. процессами преобразования *вещества*, энергии и информации, *внешними факторами*. Ф.т.з.з. — это широкий класс *законов и закономерностей техники*.

Лит.: Половинкин А.И. Систематика закономерностей техники. Волгоград, 1987. 95 с (Деп. рук., ВИНТИ, № 7340, В 87).

ФУНКЦИЯ: 1. Проявление св-в материального объекта, заключающееся в его действии (воздействии или противодействии) по изменению состояния др. материальных объектов.

2. Ф. (в дизайне) — определение 1, а также смысловая, знаковая и ценностная роль вещи. Ф. определяет характер и вид предмета (или действия с ним). В зависимости от типа деятельности, в к-рую включено *изделие*, различают следующие Ф.: адаптивная Ф. — способность вещи или среды облегчать процесс адаптации человека, создавая условия для оптимального протекания деятельности; адаптивная Ф. определяет качество среды с т.зр. человека, напр., комфорт; инструментальная Ф. — Ф. вещи, связанная с деятельностью по преобразованию среды или материала и являющаяся основой для орудий труда, оснащения и пр.; результативная Ф. — Ф., приобретенная вещью в процессе знакового закрепления в общественном сознании ее роли и смысла для деятельности человека; интегративная Ф. — Ф. вещи в культуре, поскольку в ней объединены и проявлены качества культуры в целом: смыслы, традиции, ценности, выраженные в материале и форме, как отражение образа жизни; проявляется в историческом, социальном или средовом контексте (см.: *Дизайн*).



ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ФИЗИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

— перечень признаков объекта *физического эффекта*, используемых при составлении входной карты Ф.э. (см.: *Описание физического эффекта*). Набор данных признаков вместе с характеристикой входов и выходов Ф.э. (см.: *Словарь входов и выходов физических эффектов*) является поисковым образом Ф.э. в базе данных *автоматизированной информационно-поисковой системы по физическим эффектам*, в к-рой в качестве объекта выступают только макроскопические тела. Описание объекта осуществляется по следующим рубрикам (пример заполнения входной карты приведен в ст.: *Описание физического эффекта*): 1. **Общая структура** объекта имеет иерархический характер и позволяет выделить три уровня (рис.1). При описании конкретного Ф.э.

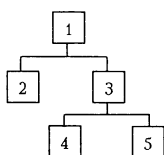


Рис. 1

выбирается признак, соответствующий степени общности объекта данного Ф.э. Напр., если неизвестно, сколько фаз содержит объект, то выбирается признак «Макроскопические системы» (поз. 1 на рис. 1). Если объектом является многофазная система, но неизвестно, представляет ли она собой мех. смесь фаз или контакт фаз, то указывается признак «Гетерогенные (многофазные) системы» (поз. 2 на рис. 1). При наличии информации о характере взаимодействия фаз в гетерогенной системе выбирается один из признаков «Механическая смесь фаз» (поз. 4) или «Контакт фаз» (поз. 5). 2. **Физ. и хим. св-ва**. Данная рубрика используется только для характеристики гомогенных (однофазных) тел (поз. 2 на рис. 1). В случае многофазных объектов каждая фаза, входящая в их состав, нумеруется и характеризуется отдельно. В качестве характеристик гомогенного тела используются важнейшие физ.-хим. св-ва, для каждого из

к-рых сформирован конечный набор признаков, отличающих один объект от другого. Характерные совокупности признаков таких физ.-хим. св-в объекта, как фазовое и мех. состояние, эл. проводимость, связаны иерархической зависимостью (рис.2, где *a* — фазовое состояние: 1 — газ, 2 — жидкость: 5 — нормальная, 6 — квантовая, 7 — жидкий кристалл; 3 — твердое тело: 8 — кристаллическое, 9 — аморфное твердое тело, 10 — поликристаллическое, 11 — монокристаллическое; 4 — плазма; 6 — эл. проводимость: 1 — сверхпроводник, 2 — проводник, 5 — металлический проводник, 6 — проводник со смешанной проводимостью, 7 — электролит; 3 — полупроводник: 8 — с собственной проводимостью, 9 — с несобственной проводимостью; 4 — диэлектрик: 10 — пьезоэлектрик, 11 — пирозэлектрик, 12 — сегнетоэлектрик; *a* — механическое состояние: 1 — движущийся объект: 4 — поступательно, 5 — вращательно, 6 — колебательно; 2 — деформированный объект: 7 — упруго деформированный,

8 — пластически деформированный; 3 — вязкий). Магнитная структура включает следующие признаки: диамагнетик, парамагнетик, ферромагнетик, ферримангнетик, антиферромагнетик; признаки хим. состава: одно- или многокомпонентный, с примесью или легирующей добавкой; признаки оптического состояния: прозрачный, неоднородный, сильно рассеивающий, оптически активный, люминофор. При описании конкретного Ф.э. выбирается признак, соответствующий степени общности данного Ф.э. Напр., если описывается Ф.э., наблюдающийся в твердом теле неизвестной модификации (кристаллической или аморфной), то выбирается признак «Твердое тело» (поз.3, рис.2а); если модификация известна, то выбирается признак «Кристаллическое твердое тело» (поз.8) или «Аморфное твердое тело» (поз.9). Для характеристики объекта Ф.э. используется набор признаков в соответствии с имеющейся информацией об объекте Ф.э., напр., чистые ферромагнитные металлы характеризуются набором четырех признаков: кристаллическое твердое тело + однокомпонентное + металлический проводник + ферромагнетик. По любому из этих признаков (или по любой их совокупности) может быть организован поиск Ф.э. из базы данных автоматизированной информационно-поисковой системы. 3. С п е ц. х а р а к т е р и с т и к и и о г р а н и ч е н и я — дополнительные характеристики и ограничения, уточняющие классы однородных тел, к-рые в случае необходимости добавляются к набору признаков объекта по физ.-хим. св-вам и выбираются из следующего перечня: (электрически, магнитно, оптически, механически) изотропный или не изотропный, линейный или нелинейный, устойчивый или метастабильный, поверхность, пленка, с определенной формой, с конкретными размерами.

ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ — функционально-физ. определение физических операций с указанием соответствующих примеров их практической реализации. Ниже даны характеристики 12 операций Коллера и 4 дополнительных физ.

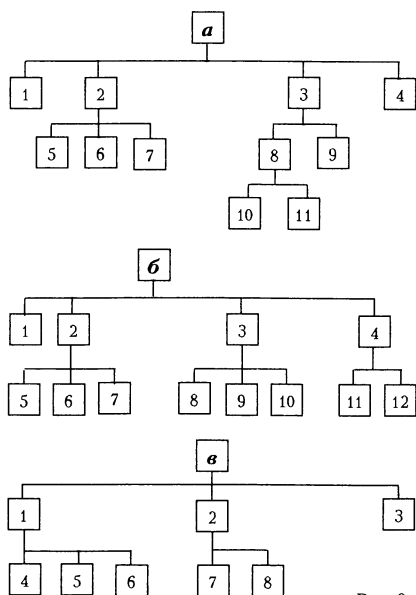


Рис. 2

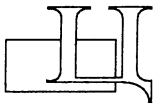
операций. 1. **И с п у с к а н и е** — п о г л о щ е н и е. Испускание отождествляется с источником энергии, *вещества* или информации, а поглощение — со стоком (местом исчезновения) энергии, *в-ва* или информации; напр., источники: солнце, топливо, источник питания, стоки: звукопоглощающие покрытия, заземление. 2. **П р о в о д и м о с т ь** — и з о л и р о в а н и е. Кроме источника и стока для возникновения потока требуется, чтобы между ними было проводящее пространство, обеспечивающее движение и распространение потока от источника к стоку (имеется в виду организация проводящей среды). Напр., проводящие среды: воздушное пространство для звука, проводник для эл. тока, прозрачное *в-во* или пустое пространство для света и т.п.; изолирование: диэлектрик для эл. тока, непрозрачное *в-во* для световых волн; различные изоляторы для жидкости и газа и т.п. 3. **К о н ц е н т р а ц и я** — р а с с е и в а н и е. Концентрация — физ. операция, при к-рой поток энергии, *в-ва*, информации, рассредоточенный в пространстве или движущийся широким фронтом, будет протекать в одном направлении более сосредоточенно (сфокусированно), иногда фокусироваться до точки; концентрацию осуществляют, напр., параболическая антенна, фокусирующая линза, воронки для жидкости или газа. Рассеивание — физ. операция, при к-рой поток энергии, *в-ва*, информации рассеивается, распространяясь по разным направлениям, или направляется более широким фронтом; осуществляется, напр., с помощью антенны передатчика, наконечника душа, рассеивающей линзы и т.п. 4. **Н е с в о б о д н о е д в и ж е н и е** — с в о б о д н о е д в и ж е н и е. Несвободное движение — физ. операция, обеспечивающая движение потока или тела по определенному, наперед заданному пути (траектории); осуществляется, напр., с помощью трубопровода, эл. провода, магнитного провода, шарнира. Свободное движение — это движение, ограниченное связями. Свободное движение — физ. операция, при к-рой на естественное направление движения и распростране-

ние потока *техническая система* не оказывает запрограммированного влияния (напр., свободно падающая струя воды, световой луч, летящая пуля). 5. **И з м е н е н и е н а п р а в л е н и я** — физ. операция, обеспечивающая изменение направления векторной физ. величины, при этом ее модуль остается неизменным; осуществляется, напр., с помощью уголкового равноплечного рычага, зубчатой передачи с передаточным числом, равным 1, зеркал призмы, поворотов трубопровода или световода. Для реализации физ. операций 4, 5 в отдельных случаях могут быть использованы одинаковые физ. и конструктивные элементы, напр., световод применяется и для проведения светового пучка, и для изменения его направления; такую же двойную ф. выполняет трубопровод; частным случаем является операция инвертирования, обеспечивающая изменение направления потока на противоположное. 6. **С в я з ь** — п р е р ы в а н и е. Прерывание — физ. операция, аналогичная ф. выключателя, прерывает (останавливает) поток энергии, *в-ва* или информации и соответственно прекращает их передачу. Связь — физ. операция, наоборот, восстанавливающая (возобновляющая) движение или передачу энергии, *в-ва* или информации в потенциально существующем потоке; эти физ. операции реализуются с помощью, напр., включателей, соединенных муфт, задвижек и т.п. 7. **У в е л и ч е н и е** — у м е н ь ш е н и е — физ. операции, изменяющие численное значение векторной или скалярной величины потока, энергии, *в-ва* или информации; эти физ. операции реализуются, напр., с помощью системы рычагов, зубчатых передач, трансформаторов и т.п. 8. **В ы р а в н и в а н и е** — к о л е б а н и е. Выравнивание — физ. операция, преобразующая колеблющийся (нестационарный) поток энергии, *в-ва* или информации в стационарный поток. Колебание — физ. операция, осуществляющая обратное преобразование. Выравнивание реализуется с помощью, напр., эл. выпрямителей, муфт свободного хода и т.п.; колебание — с помощью кривошипно-шатунного меха-

низма, эл. колебательного контура. 9. Объединение (слияние) — разъединение — физ. операции, обеспечивающие соответственно количественное объединение нескольких однородных потоков энергии, в-ва, информации в один поток или, напротив, разделение одного потока на несколько однородных потоков. 10. Накопление — выдача — физ. операции, при к-рых потоки энергии, в-ва, информации накапливаются или при необходимости востребуются из накопителя. Эти физ. операции для потоков энергии реализуются, напр., с помощью маховиков, пружин, аккумуляторов, конденсаторов и т.п.; для потоков информации: с помощью магнитных лент и дисков, книг, фотопленок и т.д. 11. Преобразование — обратное преобразование — физ. операции, обеспечивающие превращение потока энергии, в-ва или информации друг в друга, напр., превращение потока топлива в тепловой поток; превращение энергии магнитного поля в поток элементарных частиц. 12. Композиция — декомпозиция — разноточных потоков. Напр., насос осуществляет композицию потока мех. энергии и потока жидкости; отопительная система — композицию в-ва и тепловой энергии. 13. Преобразование — обратное преобразование — физ. операции, обеспечивающие изменение св-в потока энергии, в-ва или информации. Под преобразованием энергии здесь понимается превращение одного вида энергии (кинетической, потенци-

альной, тепловой, акустической, мех., хим., эл. и пр.) в др. вид энергии. 14. Композиция — декомпозиция — физ. операции, при к-рых два потока энергии, в-ва или информации, различающиеся к.-л. физ. параметром (масса, плотность, цвет, амплитуда, частота, длина волны и т.п.) соединяются друг с другом или на основе отличительных признаков разделяются. 15. Ускорение — замедление — физ. операции, изменяющие динамические характеристики протекания потока, энергии, в-ва или информации; их введение позволяет расширить описание и моделирование функционирования проектируемой тех. системы. 16. Увеличение — уменьшение — физ. операции, отражающие неоднородность потоков в пространстве, позволяющие учитывать вредные и использовать полезные св-ва неоднородности. При моделировании тех. систем оценка неоднородности потоков энергии и в-ва позволяет учесть их взаимодействие. Физ. операции используются при функционально-физ. анализе тех. систем, а также при синтезе *физического принципа действия* конструируемой системы (см.: *Потоковая функциональная структура, Физическая операция, Синтез физического принципа действия*).

Lum Koller R. Konstruktionsmethode für den Maschinen-, Geräte- und Apparatebau Berlin: Springer-Verlag, 1976. *Половинкин А.И.* Основы инженерного творчества М.: Машиностроение, 1988. *Камаев В.А., Никитин С.В., Залевская Ф.Я.* Поисковое конструирование // Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика. М.: ВИНТИ 1986 Т 19 С 143—189



ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ — аналитическое выражение или алгоритм, зависящие от переменных в *задачах математического программирования* и обеспечивающие оценку меры близости различных вариантов решений между собой и к *оптимальному решению*. Для *технических систем* Ц.ф. обычно зависит от критериев эффективности. В простейшем случае Ц.ф. совпадает со значением одного из критериев эффективности, принятого за главный. Широко распространена Ц.ф. в виде *аддитивного показателя качества*.

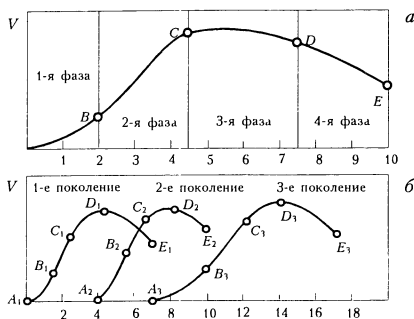
ЦЕННОСТЬ — значение и св-ва объекта или явления, к-рые нужны (необходимы, полезны, приятны и т.п.) человеку или группе (классу, обществу) людей в качестве средства удовлетворения их *потребностей* и интересов, а также идей и побуждений в качестве нормы, цели или идеала. Ц. — более общее понятие, чем *полезность*. Ценностное отношение является единством объективного и субъективного, полезного и приятного, чувственного и рационального, инстинктивного и сознательного, биологического и социального. Ц. учитывает экономические, социальные и тех. показатели и зависит от моральных, юридических и др. норм, поэтому она является наиболее общей характеристикой *изделия*. Ц. изделия проявляется в ее *конкурентоспособности*. Измерение Ц. производится путем ее оценки, т.е. умственного акта, представляющего собой результат оценочного отношения человека к соответствующему объекту. В то время как Ц. всегда положительна, ее оценка может быть как положительной, так и отрицательной и производиться по шкале порядка (см.: *Показатели технической системы*). Ценностная система представляет собой многомерную шкалу порядка, с помощью к-рой оцениваются и обобщаются различные св-ва объекта. Ц. подразделяются на две группы: Ц. жизни — это Ц. самой жизни, здоровья, радости жизни и т.п.; Ц. культуры включает в себя Ц. материальной, духовной и социально-политиче-

ской культуры. В области материальной культуры объективным критерием различения Ц. от неценности является польза и полезность. Для изделий индивидуального пользования их Ц. подразделяется на Ц. для индивидуального потребителя и Ц. изделия на рынке. В последнем случае ценностная система рынка является усреднением ценностных систем отдельных потребителей и объективной основой для оценки изделия в конкретных условиях. Под Ц. изделий общественного (неиндивидуального) пользования подразумевается прежде всего их рыночная Ц. Хотя эти изделия и служат человеку, это совершается опосредованно и для данного уровня развития *техники* их Ц. является в значительной степени объективной характеристикой. Ц. является предметом теории Ц. (аксеологии), приложения к-рой используются в теории игр и теории статистических решений, где Ц. иногда относят к задачам, решение к-рых отыскивается в условиях определенности, а полезность — к задачам, решаемым в условиях неопределенности.

Лит. Книи Р.А., Райфа Х. Принятие решения при многих критериях: предпочтение и замещение / Пер с англ М Радио и связь, 1981, Тугаринов В.П. Теория ценностей в марксизме М Изд-во Ленингр ун-та, 1968

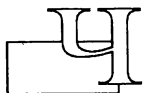
ЦИКЛИЧЕСКОГО ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМОВ ПРОИЗВОДСТВА ЗАКОНОМЕРНОСТЬ — закономерность, отражающая жизненные циклы *изделий* по двум параметрам: изменение числа выпускаемых изделий во времени в одном цикле от начала производства до снятия с производства; согласование по времени последовательных жизненных циклов. Суть закономерности состоит в том, что производство каждой новой модели изделий, предназначенных для удовлетворения одних и тех же *потребностей*, состоит из четырех фаз (рис. а): 1-я фаза — освоение производства и совершенствование (доводка) изделия, характеризующаяся небольшим и медленно возрастающим объемом V выпуска изделий, что связано с неподготовленностью массового производства и необходимостью устранения недостатков конструкции; 2-я фаза — быстрый рост объемов производства изделий, обусловленный от-

носительно высокими *потребительскими качествами* изделий и освоением выпуска разнообразных по параметрам и признакам модификаций изделий; 3-я фаза — высокий стабильный или медленный рост объема выпуска изделий вследствие насыщения потребности (рынка) в условиях конкуренции и исчерпания возможностей совершенствования конструкции изделия без значительных изменений; 4-я фаза — быстрое сокращение объемов производства в результате снижения конкурентоспособности по сравнению с новыми моделями или поколениями изделий, происходящее пропорционально росту объемов производства новых изделий. Предыдущая и последующая модели изделий, удовлетворяющих одни и те же потребности, согласованы во времени (рис. б): 1-я и 2-я фазы новой модели в большей мере совпадают с 3-й и 4-й фазами предыдущей модели. Продолжительности жизненных циклов новой модели изделий различных классов различны, и имеется тенденция к ее сокращению в процессе исторического развития *техники*. Ц.и.о.п.з. может



быть использована при решении ряда задач, таких, как определение момента начала и конца разработки новых изделий; определение момента начала выпуска новых изделий и прогнозирование продолжительности новых изделий; прогнозирование и планирование по времени объема производства разрабатываемых новых изделий.

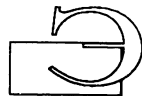
Лит. Яковец Ю.В. Закономерности научно-технического прогресса и их планомерное использование М Экономика, 1984. Яковец Ю.В. Ускорение научно-технического прогресса: теория и экономический механизм М Экономика, 1988



ЧАСТНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

— закономерности, дополнительно обуславливающие конкретные пути конструктивной эволюции *технических систем* и являющиеся важным дополнением к *закону прогрессивной эволюции технических систем*. Для конкретных классов тех. систем число Ч.з.и.с.т.с. может составлять несколько сотен, напр., «замена трения скольжения трением качения», «использование смазочного материала», «применение рычага», «использование силы упругости» и т.д. Содержание и проявление Ч.з.и.с.т.с. зависят от улучшаемых критериев эффективности, структуры улучшаемого *прототипа* и уровня происходящих изменений (*функциональная структура, принцип действия, техническое решение, параметры*). Для каждого класса тех. систем существует достаточно полный набор действующих Ч.з.и.с.т.с., знание к-рого (наряду с использованием закона прогрессивной эволюции) позволяет с весьма высокой вероятностью прогнозировать конструктивную эволюцию интересующего класса тех. систем. Для систематизации Ч.з.и.с.т.с. рекомендуется использовать матрицы, в столбцах к-рых даются описания актуальных критериев эффективности для интересующего класса тех. систем, а в строках — уровни происходящих изменений согласно закону прогрессивной эволюции (*функциональная структура, принцип действия, технические решения, параметры*). Такое выделение уровней целесообразно также при последующем использовании матрицы в *методологии выбора конкурентоспособных решений*. Выявление и описание множества возможных Ч.з.и.с.т.с. для интересующего класса тех. систем рекомендуется осуществлять на основе изучения *эволюции техники*, в первую очередь данного класса и функционально близких тех. систем, анализа фондов *эвристических приемов*, изучения *патентов и авторских свидетельств* последнего времени для данного и функционально близких тех. систем.

Лит. Полонинкин А.И. Теория проектирования новой техники, закономерности техники и их применение М Информэллектро, 1990



ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНИКИ — изменения *технических систем*, имеющих постоянные основные ф. в историческом времени. Любой класс тех. систем в историческом времени претерпевает дискретные изменения — переход от существующих и применяемых на практике изделий к новым моделям и модификациям с малыми изменениями или к новым поколениям *технических систем*, сильно отличающихся от своих предшественников. Эти изменения обычно связаны с улучшением к.-л. критериев *эффективности* или *потребительских качеств технических систем* и имеют прогрессивный характер. Э.т. подчиняется ряду законов и закономерностей развития техники, в первую очередь *закону прогрессивной эволюции технических систем*. Одна из главных задач *истории техники* заключается в изучении Э.т., т.е. в выявлении и описании характерных изменений перехода тех. систем от предшествующих моделей или поколений S_i к новым моделям и поколениям S_{i+1} . Методика изучения Э.т. должна отражать переход $S_i \rightarrow S_{i+1}$: изменение *внешних факторов*, вызывающих или обеспечивающих переход; главные *недостатки и дефекты* и *противоречия* в S_i , к-рые вызвали переход; изменение состава *технических функций*, выполняемых тех. системой; улучшаемые критерии *эффективности*; изменение структуры и *технического решения*, обеспечивающее улучшение критериев *эффективности*; *частные закономерности изменения структуры технических систем* и др. ценная информация. Изучение Э.т. — одна из главных задач истории техники. Оно дает ценный материал, необходимый при разработке новых моделей и поколений техники и создании новых *изобретений*.

Лит. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества М.. Машиностроение, 1988; Половинкин А.И. Теория проектирования новой техники. закономерности техники и их применение. М.. Информэлектро, 1990.

ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ — исследовательность предписаний или процедур обработки информации, вы-

полняемая с целью поиска более рациональных и новых конструктивных решений. Э.м. обычно противопоставляют формальным методам решения, опирающимся на точные мат. модели. В психологической и кибернетической лит. под Э.м. понимаются любые методы, направленные на сокращение перебора, или индуктивные методы решения задач. Впервые учение об Э.м. разработано и введено в практику Сократом. Архимед в «Учении о методах механики» подробно описал способы рассмотрения и решения новых задач. От него искусство решения трудных проблем получило свое название «Эвристика». Известно несколько десятков Э.м., использование к-рых позволяет решать самые различные проблемные задачи, возникающие в человеческой деятельности и общении. Э.м. обеспечивают выявление, обработку и упорядочение системы закономерностей, механизмов и методологических средств *антиципации*, конструирования нового задания и целеустремленных способов деятельности на основе обобщения прежнего опыта и опережающего отражения моделей будущего с целью полного удовлетворения *потребностей* моделей. Вследствие целостности и некоторой неопределенности Э.м. нельзя точно указать конкретную область их применения. В основе каждого Э.м. заложен базальный методологический принцип, требующий, чтобы в тв. процессе осуществлялось сложное двухстадийное движение мыслей: от исходной определенности к неопределенности и от неопределенности в область контекста проблемной задачи. Первая стадия обеспечивает выход за пределы исходной информации, вторая — привнесение новой информации в поиск решения задач. Под неопределенностью здесь понимается широкий круг явлений: недостаточная известность, несовершенство, неточность, случайность, расплывчатость, размытость, неясность, неоднозначность, разлесье понятий и т.п. Одной из разновидностей проявления в Э.м. базального методологического принципа является кодирование, представляющее собой процесс выражения содержания информации посредством репрезентан-

тов, и декодирование, к-рое снимает неопределенность, раскрывает информ. содержание репрезентантов и относит его к определенной области *знаний*. Можно выделить следующие коды систем, использование эвристических возможностей к-рых наиболее эффективно в Э.м., применяемых в тех. творчестве: системы обобщенных кодов, включающих категории и др. собирательные понятия (закономерности, законы, теории, принципы, правила и т.д.); системы кодового упорядочения предметов, явлений и конструкторов по существенным признакам (классификация, систематизация, сериация, тезаурус, матрица, синкрет, монограмма); системы объектов, содержащие общие инварианты (морфизмы, аналоги, модели, преобразования, синонимы, задачи, отгадки и т.д.); системы вывода нового знания на основе изменения степени общности или отнесения утверждений к др. предметной области (дедукция, индукция, традукция). Использование этих методологических приемов кодирования и декодирования позволяет реализовать следующие три способа получения новых идей: 1) переход к более общим кодам или общей интерпретации кодов; 2) переход к кодам более конкретного уровня общности; 3) переход к кодам, ассоциативно связанным с *проблемной ситуацией*. Для 1-го способа характерны формулирование проблемной задачи в более общем виде; замена частной цели более общей; замена условий задачи настоящего времени на требования будущего. При этом задачу рекомендуется сформулировать на уровне наиболее общего *физического принципа действия*, используя многократное ступенчатое формулирование задачи с постепенно увеличивающейся степенью общности. Во 2-м способе идеи генерируются путем индуктивных и традуктивных выводов: в контексте задачи осуществляются поиск и интерпретация аналогов, метафор, синонимов, загадок, персонификаций, моделей, идеализаций, формализаций и т.д., причем наиболее ярко выраженной эвристической ф. обладают аналоги. Особенностью 3-го способа является то, что при реализации перехода не прово-

дится предварительная оценка степени общности аналогов; наиболее часто используются: случайный поиск разнообразных ситуаций, предварительное ограничение вида *ассоциаций*, предварительное упорядочение кодов, связанных с проблемной ситуацией (графы, матрицы, тезаурусы, синкреты), и ассоциативный поиск др. упорядоченных систем. Не существует общей науч. классификации Э.м., соответствующей современным общественным потребностям. Однако множество известных Э.м. имеет иерархическую структуру, первичными элементами к-рой являются две методологены — правило и принцип. Методологическое правило — это предписание, разрешение или запрет выполнения операции или предметного действия. Методологический принцип — целенаправленная руководящая идея для выполнения определенной методологической деятельности. Упорядоченное, конкретизированное множество целенаправленных правил становится методом, причем упорядочению подлежат только правила типа предписаний. Методические правила, приемы, методы в принципе можно формализовать, при этом степень формализации зависит от уровня развития науки. Однако полная формализация Э. м. далеко не всегда возможна. Поэтому по критерию степени формализации различают три класса Э.м.: полностью формализованные — алгоритмы; неформализованные — эвристические; частично формализованные, частично неформализованные — эвритмы. Алгоритмы, гарантирующие однозначные решения задач, обладают слабо выраженной эвристической ф. и как Э.м. малоэффективны. К эвритмам принадлежит небольшая часть Э.м., имеющих самостоятельное значение. Наиболее перспективными следует считать эвритмы, позволяющие вести поиск решения задач в режиме *диалога* в системе человек — ЭВМ. Система Э.м., как и знаний вообще, является системой открытого типа, т.е. с развитием науки и техники будут появляться все новые и новые Э.м. Попытки создания закрытой неизменной системы, как универсальной, так и специальной,

принципиально ошибочны, противоречат сущности самой тв. деятельности, моделью к-рой они являются. К наиболее распространенным Э.м. относятся *эвристический метод синтеза, метод эвристических приемов, обобщенный эвристический алгоритм, методы морфологического анализа и синтеза, алгоритм решения изобретательских задач* и др.

Лит. — Канаев В.А., Никитин С.В., Залевская Ф.Я. Поисковое конструирование // Итоги науки и техники Сер. Техническая кибернетика. М.: ВИНТИ, 1986. Т.19. С 142 — 189, Буш Г.Я. Эвристика и диалогика решения конструкторско-изобретательских задач. Рига. Зинатне, 1983, Мюллер И. Эвристические методы в инженерных разработках / Пер. с нем. М.. Радио и связь, 1984.

ЭВРИСТИЧЕСКИЙ ПРИЕМ — краткое правило или указание, как преобразовать имеющийся *прототип* или в каком направлении нужно искать, чтобы получить искомое решение *задачи технического творчества* или разрешить имеющееся в такой задаче *противоречие*, или найти выход из затруднительной ситуации, к-рая может появиться в любой области практической деятельности человека. Э.п. обычно не дает однозначного указания, как преобразовать прототип, он содержит «подсказку», к-рая облегчает получение искомого решения, однако не гарантирует его нахождения. Напр., «заменить трение скольжения трением качения», «заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие с наиболее удобным места и без затрат времени на их доставку», «использовать детали из материала с последующим отверждением». Один и тот же Э.п. имеет различную эвристическую *ценность* для разных лиц. Большую ценность представляют собрания и фонды Э.п. Существуют *индивидуальные фонды эвристических приемов, межотраслевой фонд эвристических приемов*, к-рые являются главной составной частью метода *эвристических приемов*, обобщенного эвристического метода.

ЭВРИСТИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ МЕТОД — способ поиска новых *технических решений*, основывающийся на использовании фонда *эвристических приемов*. Процесс решения задач с помощью Э.п.м. состоит из 5 последовательных этапов: 1) *постановка задачи*

технического творчества; 2) выбор подходящих приемов на основе анализа недостатков и дефектов прототипа и противоречий его развития; 3) преобразование прототипа с помощью выбранных приемов и формирование множества новых тех. решений; 4) анализ совместимости новых тех. решений со смежными и вышестоящей по иерархии технических систем; 5) работу этапов 2 — 4 выполнял для др. прототипов, выбранных при постановке задачи. При использовании Э.п.м. можно привлечь данные межотраслевого фонда эвристических приемов, специализированного фонда эвристических приемов или сформировать индивидуальный фонд эвристических приемов. Э.п.м. относится к классу методов тех. творчества, эвристических методов.

Лит. : Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. М., Моск. рабочий, 1973, Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М., Машиностроение, 1988.

ЭКОЛОГИЧНОСТИ КРИТЕРИЙ — показатель отрицательного влияния технической системы на окружающую природу. Э.к. для определенной территории S_0 (поселка, района, региона, страны) можно выразить в общем виде зависимостью $K = (S_n + S_k) / S_0$, где S_n — площадь территории (суши и воды), на которой по одному или нескольким факторам имеются недопустимые (выше нормы, но ниже критических) загрязнения или изменения, при к-рых жизнь отдельных видов животных и растений невозможна; S_k — площадь территории, на к-рой по одному или нескольким факторам имеются критические загрязнения или изменения, при к-рых жизнь человека становится смертельно опасной или невозможной. Э.к. изменяется в диапазоне $0 < K < 1$, и, к сожалению, во многих местах имеет тенденцию к повышению. Его снижение часто связано с разработкой изобретений. Э.к. относится к группе *антропологических критериев техники*.

ЭКОЛОГИЯ — биологическая наука, изучающая организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней: популяций, видов, биоценозов (сообществ), экосистем, биогеоценозов и биосферы, а также взаимоотношение организмов с окру-

жающей средой и проблемы взаимодействия человека и биосферы. Э. классифицируется по уровням организации надорганизменных систем. Популяционная Э. изучает популяции совокупности особей одного вида, объединяемых общей территорией и генофондом. Э. сообществ (или биоценология) исследует структуру и динамику природных сообществ (или ценозов) — совокупности совместно обитающих популяций разных видов. Биогеоценология — раздел общей Э., изучающей экосистемы (биогеоценозы). Основные задачи Э. состоят в детальном изучении количественными методами структуры и функционирования природных и созданных человеком надорганизменных систем. При исследовании экосистем открывается возможность количественного анализа круговорота веществ и изменений потока энергии при переходе с одного пищевого уровня живых организмов на др. Такой производственно-энергетический подход на популяционном и биоценологическом уровнях позволяет оценивать и сравнивать различные естественные и создаваемые человеком экосистемы. На современном этапе развития человечества, когда в результате науч.-тех. революции усилилось его воздействие на биосферу, практическое значение Э. сильно возросло. Э. стала науч. базой любых мероприятий по использованию и охране природных ресурсов, по сохранению среды в благоприятном для обитания человека состоянии. Так, познание основных принципов трансформации в-ва и энергии в природных экосистемах создает теоретическую основу для разработки практических мероприятий по увеличению кол-ва и качества пищевых продуктов, производимых в биосфере. Науч.-тех. революция связана с непрерывной интенсификацией и расширением масштабов хозяйственной деятельности общества. Это привлекает внимание к экологическим проблемам, в частности к прямому и побочному влиянию производственной деятельности на состав и св-ва атмосферы, тепловой режим планеты, фон радиоактивности, к загрязнению морских и речных вод, уменьшению запасов пре-

сней воды, невозобновляемых сырьевых и энергетических ресурсов, выделению в биосферу перерабатываемых биохимических и токсичных отходов и т.п. На основе системного подхода экологи анализируют природную среду как сложную систему, различные компоненты к-рой находятся в динамическом равновесии, рассматривают биосферу Земли как экологическую нишу человечества, связывая окружающую среду и деятельность человека в единую систему природа — общество, раскрывают воздействие на равновесие природных экосистем, ставят вопрос об управлении и рационализации взаимоотношений человека и природы с целью создания гармоничной ноосферы. Социальные аспекты Э. вызвали создание и развитие экологической экономики, к-рая учитывает расходы как на освоение природы, так и на охрану и восстановление экосферы, подчеркивая важность не только критериев прибыльности и производительности, но и экологической обоснованности тех. нововведений. Дальнейшее развитие *техники* и *техносферы* с учетом экологических требований связано с созданием большого числа новых *технических решений* и увеличением сложности *задач технического творчества* (см.: *Биосфера, Ноосфера*).

Лит.: *Экология* / БСЭ Т.29. Дажо Р. Основы экологии М.: Прогресс, 1975; Баландин Р.К., Богдарев Л.Г. Природа и цивилизация. М. Мысль, 1988.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ

ТЕХНИКИ — показатели экономической эффективности *технических систем*, к к-рым относятся: *критерий расхода материалов*, равный отношению массы изделия к его главному показателю эффективности; *критерий расхода энергии*, одним из частных случаев к-рого является *коэффициент полезного действия*; *критерий затрат на информационное обеспечение*, определяемый как отношение затрат на подготовку и обработку информации к главному показателю эффективности изделия; *критерий габаритных размеров*, т.е. отношение произведения габаритных размеров изделия к его главному функциональному критерию эффективности изделия. Э.к.т. относятся к

группе *критериев эффективности технических систем*.

Лит.: Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988.

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА — программная система, предназначенная для автоматизации рассуждений человека при решении задач в некоторой предметной области. Э.с. имитирует процессы рассуждений и принятия решений человеком — экспертом. Работа Э.с. основана на методах *искусственного интеллекта*. Характерные черты Э.с.: работа с базами данных и базами *знаний*; развитый интерфейс с пользователем; наличие объяснительного компонента (при выдаче рекомендаций Э.с. строит последовательность элементарных шагов рассуждений); чаще всего база знаний содержит правила (закономерности в предметной области) вида «Если ..., то ...»; предметная область характеризуется нечеткой и неопределенной информацией; Э.с. имеет коммерческую ценность. Наибольшее распространение Э.с. получили в задачах диагностики (заболеваний, неисправностей). В области *автоматизации поискового проектирования* и *конструирования* могут создаваться Э.с. по *эвристическим приемам*, разработке функциональной структуры проектируемого объекта, выбору *физического принципа действия* и *технического решения*.

ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ — метод интуитивно-логического анализа *проблемы*, проводимого экспертами (экспертом) с целью подготовки принятия решения, с количественной оценкой суждений и формальной обработкой результатов. Экспертом можно считать любого высококвалифицированного специалиста, способного создать собственную обоснованную *модель* анализируемого изделия, если он располагает для этого исходной информацией. Э.о. являются одним из возможных подходов к всестороннему изучению сложных явлений, в к-рых окончательное решение должен принять человек. Задача принятия решения реализуется *лицом, принимающим решение*, к-рое несет ответственность за решение и его возможные последствия. В задаче при-

нения решения эксперты выполняют информ. и аналитическую работу по формированию наилучшего решения. При выполнении своей роли эксперты осуществляют две основные ф.: формируют объекты (альтернативные ситуации, цели, решения и т.п.) и проводят измерение их характеристик (вероятности свершения, коэффициента значимости, степени предпочтения и т.п.). Система Э.о. строится на базе следующих принципов: рассмотрение экспертов как своеобразных измерительных приборов для случаев, когда непосредственное измерение с помощью объективных методов или расчета невозможно или нецелесообразно; стремление к формализации информации экспертов с помощью соответствующих шкал и статистических методов; научно обоснованная организация проведения всех этапов экспертизы. В зависимости от кол-ва экспертов Э.о. подразделяются на индивидуальные и коллективные. Э.о., содержащие числа, называют количественными (подразделяют на точечные (числовые) и ранговые), а не содержащие — качественными. Последние можно подразделить на оценки, производимые по заранее составленным шкалам (оценки качественных признаков), и оценки, шкалы для к-рых заранее не могут быть составлены, их часто не считают собственно оценками, а рассматривают как мнения, данные, полученные от экспертов. Основными этапами использования метода Э.о. являются: 1) подготовка и издание руководящего документа, 2) подбор экспертов (экспертной группы), 3) разработка организации и методов проведения опроса экспертов, 4) определение конечных Э.о. и оформление результатов работы. На 1-м этапе определяется цель оценки и проводится обоснование ее необходимости, определяются сроки ее выполнения, назначается руководитель, формулируется задача и формируется состав группы управления экспертизой с определением их обязанностей и прав, выявляются источники финансового и материального обеспечения работ. На 2-м этапе осуществляются: уяснение решаемой проблемы, определение областей деятельности, связанных с пробле-

мой, определение вида экспертизы (индивидуальная — один или несколько экспертов, коллективная), определение долевого состава экспертов по каждой области деятельности, составление предварительного списка экспертов с учетом их местонахождения, анализ качеств экспертов и уточнение списка, получение согласия экспертов на участие в работе, формирование окончательного списка. Одним из основных вопросов на этом этапе является анализ качеств будущих экспертов (как личных качеств, так и компетентности). «Идеальный» эксперт должен отвечать требованиям: компетентности (в профессиональной области и методах оценивания), желания участия (заинтересованность в получении результата и повышении уровня собственной компетентности), деловитости (сосредоточенность, аналитичность, конструктивность и контактность), объективности и самокритичности (при формировании собственной оценки и ее возможной корректировке) и низкой степени конформизма. Оценка компетентности экспертов проводится дважды: предварительно — при подборе экспертов и с целью оценки — при анализе результатов Э.о. (коллективные Э.о.). Для определения компетентности эксперта используются следующие группы методов оценки: эвристические — рекомендации руководства, самооценка, по взаимным рекомендациям специалистов, выдвижение экспертов коллективами науч. подразделений; документальные — по отдельным документальным данным, науч. степеням и званиям и т.п.; тестовые — оценка психофизиологических особенностей эксперта; статистические — по отклонению от ср. мнения экспертной группы; комбинированные. На 3-м этапе осуществляются: выбор вида окончательной Э.о., уточнение методов опроса, места и времени его проведения, уточнение основных экспертных операций, разработка необходимой документации (вопросников, шкал, критериев, табл. и т.п.), выбор порядка фиксации и сбора результатов опроса. Вид окончательной Э.о. определяется прежде всего характером поставленной задачи. При определении качественных

Э.о., проводимых по заранее составленным шкалам, используются шкалы наименования и порядка и значительно реже шкала интервалов. Качественные Э.о., шкалы для к-рых не могут быть составлены заранее, представляются в виде матриц типа цели — средства и взаимного влияния прогнозируемых событий. Точечные (числовые) количественные Э.о. выражаются в виде одного числа (одноточечные), двух чисел (двухточечные, интервальные), трех чисел и более (квартильные и квантильные). Квартильные точечные Э.о. представляют собой степень уверенности эксперта (в процентах) в том, что оцениваемая величина не превысит соответствующего значения. Квантильные точечные Э.о. представляют собой вероятность осуществления рассматриваемого события. Разновидностью точечных оценок являются экспертные кривые, к-рые строятся по более чем трем точкам. Количественные ранговые Э.о. — это оценки признаков объектов, полученные на основе устанавливаемой экспертом предпочтительности одного объекта перед другим с т.зр. меры изучаемого качества и выражающиеся в виде чисел натурального ряда (рангов), присвоенных отдельным объектам. Ряды предпочтительности строятся с использованием методов последовательного сравнения, попарного сравнения (полного и частичного) и графа предпочтительности. При использовании шкалы интервалов, позволяющей определить не только упорядоченность, но и степень предпочтительности одного объекта перед др., применяется метод непосредственной оценки. Методы опроса экспертов подразделяются на индивидуальные (очный и заочный) и групповые. В последних применяют способы опроса с взаимодействием (обсуждение на заседании) и без взаимодействия. Процедурами опроса экспертов являются интервьюирование, анкетирование, смешанное анкетирование и методы, при к-рых вопросы эксперту не задаются, но фиксируется его реакция на изменение ситуации, напр., деловые игры. Основными экспертными операциями являются ориентировка, генерация основного информ. массива,

статистическая обработка промежуточных результатов, обмен информацией и проведение оценок, окончательная статистическая обработка и выработка окончательных Э.о. Ориентировка означает снабжение экспертов информацией по анализируемой программе, полученной из внеш. источника, обычно от заказчика. Основной целью генерации является выявление макс. объема информации, к-рой располагают эксперты. Методы генерации подразделяются на методы, связанные с индивидуальной работой экспертов (индивидуальные Э.о.), и методы, связанные с групповой работой экспертов (коллективные Э.о.). В результате генерации должен быть получен набор данных, составляющих основной информ. массив или поле возможных решений, к-рые следует сохранять до конца экспертизы. На 4-м этапе использования метода Э.о. осуществляются: статистический анализ результатов и выработка Э.о., составление отчета, обсуждение и одобрение результатов, представление отчета на утверждение, ознакомление с результатами экспертизы заинтересованных организаций и лиц. Форма статистического анализа результатов зависит от характера Э.о. и результатов, полученных при проведении опроса. Статистический анализ результатов и выработка окончательных Э.о. проводятся прежде всего при коллективных Э.о. Э.о. часто используют при оценке эффективности и работоспособности новых *технических решений*, оценке *технического уровня изделий и конкурентоспособности продукции, квалитетрическом анализе технических объектов* (см.: *Экспертный метод*).

Лит.: Евланов Л.Г., Кутузов В.А. Экспертные оценки в управлении. М.: Экономика, 1978; Экспертные оценки и их применение в энергетике / Вартазаров И.С. и др.; Под ред. Р.М.Хвостунова. М.: Энергоиздат, 1981.

ЭКСПЕРТНЫЙ МЕТОД — применительно к техническому творчеству — это общее название совокупности методов анализа, характеризующейся тем, что: решение задачи основано на суждениях экспертов — специально отобранных специалистов (от лат. *expertus* — опытный); результат решения задачи состоит в получении новой ин-

формации; суждения экспертов базируются на их опыте и *интуиции*, а не на результатах расчетов или экспериментов. Э.м. используется при поиске новых, улучшенных *технических решений* (напр., в рамках метода *мозговой атаки*), при прогнозировании развития *технических систем* и главным образом — при решении задач *квалиметрического анализа технических объектов*. (Ввиду особой важности именно это направление использования Э.м. и будет в основном рассматриваться ниже.) Формально к Э.м. может быть отнесена и такая его разновидность, когда во внимание принимается суждение только одного эксперта. Но на практике в подавляющем большинстве случаев экспертным называют только такой метод, в к-ром используются суждения более одного эксперта. Решение задачи базируется на коллективном экспертном суждении, получаемом путем обобщения (агрегирования) индивидуальных экспертных суждений всех экспертов. Экспертные суждения называют *экспертными оценками*, если они выносятся в количественной форме. Процесс выявления индивидуальных экспертных суждений называют экспертным опросом. Совокупность экспертного опроса и др. операций, выполняемых с целью получения коллективного экспертного суждения, носит название экспертизы. Применение Э.м. целесообразно при наличии одного из двух условий: 1) когда нет др. инструмента решения задачи, кроме Э.м.; напр., на начальных стадиях разработки тех. объекта практически невозможно к.-л. иным методом, кроме Э.м., определить показатели таких св-в, как экологичность, эргономичность, эстетичность; 2) когда решение задачи др. методом в конкретных условиях требует больших затрат *ресурсов* (финансовых, трудовых или времени), чем при применении Э.м.; напр., при использовании упрощенного метода *квалиметрии* определение значений эталонных и браковочных показателей некоторых св-в, хотя и возможно отличными от Э.м. методами (документальный метод, метод компьютерного *моделирования*), но требует гораздо больших затрат време-

ни, чем Э.м. В подготовке и проведении экспертизы можно выделить несколько последовательных этапов, каждому из к-рых соответствуют свои методология и проблематика: 1) организационно-тех. подготовка экспертизы, 2) формирование экспертной группы, 3) проведение экспертного опроса с целью выявления индивидуальных экспертных оценок, 4) определение коллективных экспертных оценок. При большем объеме экспертизы на 1-м этапе для ее проведения создают три группы: организационную, тех. и экспертную. На 2-м этапе формируется экспертная группа из 7—12 экспертов. На 3-м этапе обычно применяют процедуры экспертного опроса двух основных типов: 1) процедуры с личными контактами между экспертами, 2) процедуры без личных контактов. К процедурам 1-го типа относится традиционная дискуссия (типа «круглый стол»), в ходе к-рой эксперт имеет возможность неоднократно высказывать свои оценки, выслушивать оценки др. экспертов и за счет получаемой таким образом дополнительной информации во время второго или третьего тура опросов корректировать свою индивидуальную экспертную оценку. Процедуры 2-го типа ведут начало от разработанного в 60-х годах т.наз. «дельфийского метода». В этом случае эксперты непосредственно не контактируют друг с другом (чтобы уменьшить психологическое давление со стороны экспертной группы на каждого отдельного эксперта). Опрос также проводится в несколько туров (не больше 4), в промежутках между к-рыми организационная группа доводит до каждого эксперта анонимную обобщенную статистическую информацию об экспертных оценках, вынесенных др. экспертами (напр., о ср. и крайних оценках). Процедуры 2-го типа обеспечивают большую точность, но процедуры 1-го типа более просты и практичны в организационном отношении. На 4-м этапе экспертизы определяются коллективные экспертные оценки, для чего выполняются следующие операции: 1) анализ совокупности всех индивидуальных оценок; 2) агрегирование индивидуальных экспертных оценок в коллективную

экспертную оценку. В ходе 1-й операции выявляется степень согласованности экспертных оценок и вычисляется вероятность того, что эта согласованность не является случайной. Кроме того, при необходимости в экспертной группе выделяются однородные «подгруппы», объединяющие экспертов, вынесших сходные оценки. Наличие противоречащих друг другу «однородных подгрупп» может служить для организационной группы сигналом об ошибках, допущенных при формировании экспертной группы, и о необходимости ее перестроения. При достаточно высокой степени согласованности индивидуальных оценок проводится 2-я операция, к-рая заключается в вычислении коллективных экспертных оценок. С этой целью обычно используется ср. арифметическая индивидуальных оценок (см.: *Экспертные оценки, Квалиметрия, Квалиметрический анализ технических объектов, Показатель качества технических объектов*).

Лит.: Райхман Э.П., Агагальдов Г.Г. Экспертные методы в оценке качества товаров. М.: Экономика, 1974; Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Статистика, 1980; Панкова Л.А., Петровский А.М., Шнейдерман М.В. Организация экспертизы и анализ экспертной информации. М. Наука, 1984.

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ — см.: *Задачи математического программирования*.

ЭМПАТИЯ (от греч. *empathia* — сопереживание) — постижение эмоционального состояния, проникновение, вчувствование в переживания др. человека. В аспекте тех. творчества Э. надо рассматривать как «актерский» прием вхождения в чужую «шкуру» с целью глубже понять т. зр. или состояние работника, производителя, покупателя, самого *технического объекта* и т.д. Глубокое понимание изнутри интересующей т.зр. или объекта способствует более успешному решению проблемы. Вхождение в роль кого-то или чего-то (техника Э.) тренируется, как у драматического и кукольного актера, — нужны навыки и знания, нужно развивать соответствующий психофизический аппарат. Т.в. личности необходимо: наблюдать везде отношения человека с *техникой*, уметь увидеть поэзию в этих отношениях, поэзию в технике,

относиться с любовью к ним, установить глубокую связь с объектом роли (человек, тех. объект), развивать чувство стиля и красоты объекта. Речь идет о развитии *творческих способностей* в технике через театральное искусство. С т.зр. тех. творчества лучше театр переживаний К.С.Станиславского, чем театр представлений. Установлено, что эмпатическая способность индивидов возрастает, как правило, с ростом жизненного опыта. Э. нашла применение при разработке военных тех. объектов, когда формируется т.наз. группа противодействия, к-рая имитирует противника. Располагая всей информацией, группа ищет противодействие тех. объектам и передает найденные идеи разработчикам, к-рые совершенствуют тех. объект. Этот процесс продолжается до тех пор, пока тех. объект будет выполнять свои ф. несмотря на все идеи группы противодействия. Аналогично можно вести разработку экологически безопасных тех. объектов и *технологий*.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОТБОР — реализация неживой природой принципа наименьшего действия (общее уравнение механики, возможных перемещений, наименьшего принуждения, наименьшей кривизны); обобщенный процесс построения физ.-хим. *техноценозов*, определяемый законами сохранения и симметрии в реальном пространстве-времени.

ЭРГОНОМИКА — науч. дисциплина, комплексно изучающая человека (группу людей) в конкретных условиях производственной деятельности. Э. возникла в связи со значительным усложнением *технических систем* и условий их функционирования. Э. сформировалась на стыке нескольких наук — психологии, дизайна, социологии, физиологии и гигиены труда, анатомии и ряда тех. наук. Основная задача Э. состоит в том, чтобы при проектировании новой и модернизации существующей *техники* заранее и с макс. доступной полнотой учитывать возможности и особенности людей, к-рые будут ею пользоваться, как с позиции повышения производительности труда и наилучшего выполнения ф. человеком-пользователем, так и обеспечения для него удобства и комфортности. Человек, *машина* и окружающая их среда в эрго-

номических исследованиях рассматриваются как единая сложная система. Основной объект Э. — система человек — машина. Э. изучает характеристики человека, машины и среды, проявляющиеся в конкретных условиях их взаимодействия, разрабатывает методы учета этих факторов при модернизации действующей и создании новой техники и *технологии*, изучает проблемы целесообразного распределения ф. между человеком и машиной, функционирования человеко-машинных систем, определения критериев оптимизации таких систем с учетом возможностей и особенностей работающего человека (группы людей) и т.д. Э. не только изучает, но и проектирует целесообразные варианты конкретных видов человеческой деятельности, связанной с использованием новой техники. Решение задач Э. часто завершается созданием *изобретений*.

Лит.: Ломов Б.Ф. Человек и техника. М.: Сов радио, 1966, Мунипов В.М. Эргономика // БСЭ, т.30, Синглюк В.Т. Введение в эргономику / Пер. с англ. М.: Мир, 1974

ЭРГОНОМИЧНОСТИ КРИТЕРИЙ — степень приспособления *технической системы* к физиологическим, психическим и интеллектуальным возможностям человека-оператора, использующего тех. систему или управляющего ею. Э.к. определяется как отношение реализуемой эффективности системы человек — машина к максимально возможной ее эффективности. Значения Э.к. изменяются в интервале ($0 < K < 1$); Э.к. имеет тенденцию к возрастанию при смене *моделей и поколений технических систем*. Возрастание Э.к., как правило, обеспечивается новыми *изобретениями*. Э.к. относится к группе *антропологических критериев техники*.

Лит.: Введение в эргономику / Под ред. В.П. Зинченко М.: Сов. ради., 1974

ЭСТЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ — особое значение объекта, возникающее в процессе контакта с ним человека в ситуации эстетического восприятия и переживания. Э.ц. носит объективный характер, но лишь в той мере, в какой эстетическая оценка объекта совпадает с общепринятыми эстетическими нормами. Создание Э.ц. предметной среды является специфической задачей *дизайна* и дизайнера.

ЭТНОС — естественно сложившийся на основе оригинального стереотипа поведения коллектив людей, существующий как энергетическая система (структура), противопоставляющий себя всем др. таким же коллективам, исходя из ощущения комплиментарности. Связанный с *техногенезом*, этногенез — весь процесс от момента возникновения до исчезновения этнической системы — определяет тв. потенциал отдельного человека и данного этноса в целом. Новые *технические решения*, само появление инноваций незримо связаны с физ.-хим., биологическими, тех., информ., социальными ценностями и реализуются в своеобразном этноценнозе, в пределах к-рого происходит развитие данного этноса, опосредованное процессом его адаптации (см.: *Техногенез, Техноценоз*).

Лит.: Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1990

ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КРИТЕРИЙ — основные показатели, к-рые на протяжении длительного исторического времени, в процессе смены *моделей и поколений технической системы* имеют тенденцию к монотонному улучшению. Э.т.с.к. осознаются как мера совершенства и прогрессивности и оказывают сильное влияние на развитие данного класса тех. систем и *техники* в целом. Э.т.с.к. делятся на четыре класса: *функциональные критерии технических систем, технологические критерии, экономические критерии техники, антропологические критерии техники*. Для конкретного класса тех. систем список критериев эффективности может совпадать со списком *потребительских качеств* или быть шире его, напр., включать технологические критерии. Выбор критериев для конкретного класса тех. систем должен удовлетворять следующим условиям: условие измеримости, обеспечивающее количественную оценку критерия; условие сопоставимости, позволяющее сопоставлять тех. системы разных времен и стран, для чего наиболее приемлемы безразмерные и удельные значения критерия; условие постоянного существования критерия на протяжении всей истории развития тех. системы. Э.т.с.к. — одна из четырех групп *главных характеристик технической системы*.

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ ФОНД ЭВРИСТИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Пояснение сущности и рекомендации по использованию данного межотраслевого фонда приведены в статьях: *Эвристический прием, Межотраслевой фонд эвристических приемов, Индивидуальный фонд эвристических приемов, Метод эвристических приемов, Специализированный фонд эвристических приемов, Алгоритм решения изобретательских задач, Постановка задачи технического творчества, Противоречие, Техническое противоречие, Матрица технических противоречий, Физическое противоречие.*

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФОРМЫ

- Использовать круговую, спиральную, древовидную, сферическую или другую компактную форму.
- Выполнить в объекте (элементе) отверстия или полости. Инверсия приема.
- Проверить соответствие формы объекта законам симметрии. Перейти от симметричной формы и структуры к асимметричной. Инверсия приема.
- Перейти от прямолинейных частей, плоских поверхностей, кубических и многогранных форм (особенно в местах сопряжений) к криволинейным, сферическим и обтекаемым формам. Инверсия приема.
- Объекту (элементу), работающему под нагрузкой, придать выпуклую (более выпуклую) форму.
- Компенсировать нежелательную форму сложением с обратной по очертанию формой.
- Выполнить объект в форме:
 - другого технического объекта, имеющего аналогичное название или назначение;
 - животного, растения или их органа;
 - человека или его органов
- Приспособить объект (элемент) к человеку или его органам.
- Использовать в аналогичных условиях работы природный принцип формообразования, наблюдаемый в живой или неживой природе.
- Выполнить рациональный (оптимальный) раскрой листового или объемного материала; внести изменения в форму деталей для более полного использования материала.

- Выбрать конструкцию деталей, в наибольшей мере приближающуюся по форме и размерам к выпускаемому прокату и другим профильным заготовкам.
- Найти глобально-оптимальную форму объекта.
- Найти наиболее цельную форму объекта (зрительное выделение главного функционального элемента, устранение или прикрытие многих ненужных деталей и т.д.).
- Использовать различные виды симметрии и асимметрии, динамические и статические свойства формы, ритма (чередования одинаковых или схожих элементов), нюансов и контраста.
- Осуществить гармоническую увязку форм различных элементов (выбор масштабов и соотношений между объектами и окружающей предметной средой, использование эстетически предпочтительных пропорций).
- Выбрать (придумать) наиболее красивую форму объекта и его элементов.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СТРУКТУРЫ

- Исключить наиболее напряженный (нагруженный) элемент.
- Исключить элемент при сохранении объектом всех прежних функций.
- Убрать «лишние детали», даже если будет потерян «один процент эффекта» (один элемент выполняет несколько функций, благодаря чему отпадает необходимость в других элементах).
- Присоединить к объекту новый элемент в виде жестко или шарнирно соединенной пластины (стержня, оболочки или трубы), находящейся в рабочей среде или в контакте с ней.

- Присоединить к базовому объекту дополнительное специализированное орудие труда, инструмент и т.п.
- Заменить связи (способ или средства соединения) между элементами; жесткую связь выполнить гибкой или наоборот.
- Заменить источник энергии, тип привода, цвет и т.д.
- Заменить механическую схему электрической, тепловой, оптической или электронной.
- Существенно изменить компоновку элементов; уменьшить компоновочные затраты.
- Сосредоточить органы управления и контроля в одном месте.
- Объединить элементы единым корпусом, станиной или изготовить объект цельным.
- Ввести единый привод, единую систему управления или энергоснабжения.
- Соединить однородные или предназначенные для смежных операций объекты.
- Объединить в одно целое объекты, имеющие самостоятельное назначение, которое сохраняется после объединения в новом комплексе.
- Использовать принцип агрегатирования. Создать базовую конструкцию (единую раму, станину), на которую можно «навесить» различные (в различных комбинациях) рабочие органы, агрегаты, инструменты.
- Совместить или объединить явно или традиционно несовместимые объекты, устранив возникающие противоречия.
- Выбрать материал, обеспечивающий минимальную трудоемкость изготовления деталей и обработки заготовок.
- Использовать раздвижные, раскладные, сборные, надувные и другие конструкции, обеспечивающие значительное уменьшение габаритных размеров при переводе технического объекта из рабочего состояния в нерабочее.
- Найти глобально-оптимальную структуру.
- Выбрать (придумать) наиболее красивую структуру.

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ

- Изменить традиционную ориентацию объекта в пространстве (положить на

бок, повернуть низом вверх, повернуть путем вращения).

- Использовать «пустое пространство» между элементами объекта (один элемент может проходить сквозь полость в другом элементе).

- Объединить известные порознь объекты (элементы) с размещением одного внутри другого по принципу «матрешки».

- Заменить размещение по одной линии размещением по нескольким линиям или по плоскостям. Инверсия приема.

- Заменить размещение на плоскости размещением по нескольким плоскостям или в трехмерном пространстве; перейти от одноэтажной (однослойной) компоновки к многоэтажной (многослойной). Инверсия приема.

- Изменить направление действия рабочей силы или среды.

- Перейти от контакта в точке к контакту по линии, от контакта по линии к контакту по поверхности, от контакта по поверхности к объемному (пространственному). Инверсия приема.

- Осуществить сопряжение по нескольким поверхностям.

- Приблизить рабочие органы объекта к месту выполнения ими своих функций без передвижения самого объекта.

- Заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие с наиболее удобного места и без затрат времени на их доставку.

- Перейти от последовательного соединения элементов к параллельному или смешанному. Инверсия приема.

- Разделить объект на части так, чтобы приблизить каждую из них к тому месту, где она работает.

- Разделить объект на две части — «объемную» и «необъемную»; вынести «объемную» часть за пределы, ограничивающие объем.

- Вывести элементы, подверженные действию вредных факторов, за пределы их действия.

- Перенести (поместить) объект или его элемент в другую среду, исключаящую действие вредных факторов.

- Выйти за традиционные пространственные ограничения или габаритные размеры.

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВО ВРЕМЕНИ

- Перенести выполнение действия на другое время. Выполнить требуемое действие до начала работы или после ее окончания.
- Перейти от непрерывной подачи энергии (вещества) или непрерывного действия (процесса) к периодическому или импульсному. Инверсия приема.
- Перейти от стационарного во времени режима к изменяющемуся.
- Исключить бесполезные (вредные) интервалы времени. Использовать паузу между импульсами (периодическими действиями) для осуществления другого действия.
- По принципу непрерывного полезного действия осуществлять работу объекта непрерывно, без холостых ходов. Все элементы объекта должны работать с полной нагрузкой все время.
- Изменить последовательность выполнения операций.
- Перейти от последовательного осуществления операций к параллельному (одновременному). Инверсия приема.
- Совместить технологические процессы или операции. Объединить однородные или смежные операции. Инверсия приема.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ И СИЛЫ

- Изменить направление вращения.
- Заменить поступательное (прямолинейное) или возвратно-поступательное движение вращательным. Инверсия приема.
- Устранить или сократить холостые, обратные и промежуточные ходы и движения.
- Существенно изменить направление движения, в том числе на противоположное.
- Заменить традиционную сложную траекторию движения прямой или окружностью. Инверсия приема.
- Заменить изгиб растяжением или сжатием. Заменить сжатие растяжением.
- Разделить объект на две части: «тяжелую» и «легкую», передвигать только «легкую» часть.
- Изменить условия работы так, чтобы не приходилось поднимать или опускать обрабатываемый объект.

- Заменить трение скольжения трением качения. Инверсия приема.
- Перейти от неподвижного физическому полю к движущемуся. Инверсия приема.
- Разделить объект на части, способные перемещаться относительно друг друга.
- Сделать движущиеся элементы неподвижными, а неподвижные движущимися.
- Изменить условия работы так, чтобы опасные или «вредные» моменты осуществлялись на большой скорости. Инверсия приема.
- Использовать магнитные силы.
- Компенсировать действие массы объекта соединением его с объектом, обладающим подъемной силой.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛА И ВЕЩЕСТВА

- Рассматриваемый элемент и взаимодействующие с ним элементы выполнить из одного и того же материала или близкого ему по свойствам. Инверсия приема.
- Выполнить элемент или его поверхность из пористого материала. Заполнить поры каким-либо веществом.
- Разделить объект (элемент) на части так, чтобы каждая из них могла быть изготовлена из наиболее подходящего материала.
- Убрать лишний материал, не несущий функциональной нагрузки.
- Изменить поверхностные свойства объекта (элемента); упрочить поверхность объекта; нейтрализовать свойства материала на поверхности объекта.
- Заменить жесткую часть элементами из материала, допускающего изменение формы при эксплуатации; вместо жестких объемных конструкций использовать гибкие оболочки и пленки. Инверсия приема.
- Изменить физические свойства материала, например изменить агрегатное состояние.
- Заменить некоторые объекты среды на объекты с другими физико-механическими и химическими свойствами.
- Использовать другой материал (более дешевый, новейший и т.д.).
- Использовать детали из материала с последующим отверждением.

- Отделить вредные или нежелательные примеси от вещества.
- Заменить традиционную окружающую среду. Рассмотреть возможность использования сильно разреженной, инертной, водной, космической или какой-либо другой среды.
- Заменить объекты их оптическими копиями (изображениями); использовать изменение масштаба изображения. Перейти от видимых оптических копий к инфракрасным, ультрафиолетовым и др.
- Дорогостоящий долговечный элемент заменить дешевым, недолговечным.
- Заменить разнородные по материалу и форме элементы одним унифицированным или стандартным элементом.
- Выполнить элементы из материалов с различающимися характеристиками, дающими нужный эффект (например, с разными коэффициентами термического расширения).
- Вместо твердых частей использовать жидкие или газообразные (надувные, гидронаполняемые, воздушные подушки, гидростатические, гидрореактивные). Инверсия приема.
- Выбирать материалы, обеспечивающие сокращение отходов при изготовлении деталей; например, перейти от применения деталей, изготавливаемых обработкой резанием, к деталям из пластмассы (изготавливаемых формовкой) или металлокерамики.
- Перейти к безотходным технологиям; например, получить отходы материалов в более ценном виде, позволяющем использовать их для изготовления других деталей.
- Осуществить упрочение материалов механической, термической, термохимической, электрофизической, электрохимической, лазерной и другими видами обработки.
- Использовать материалы с более высокими удельными прочностными, электрическими, теплофизическими и другими характеристиками.
- Использовать армированные, композиционные, пористые и другие новые перспективные материалы.
- Использовать материал с изменяемыми во времени характеристиками (жесткостью, прозрачностью и т.д.).

ПРИЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ

- Разделить движущийся поток (вещества, энергии, информации) на два или несколько.
- Разделить сыпучий, жидкий или газообразный объект на части.
- Выполнить элемент съемным, легко отделяемым.
- Дифференцировать привод и другие источники энергии; приблизить их к исполнительным органам и рабочим зонам.
- Сделать автономным управление и привод каждого элемента.
- Провести дробление традиционного целого объекта на мелкие однородные элементы, выполняющие аналогичные функции. Инверсия приема.
- Разделить объект на части, после чего изготовлять, обрабатывать, грузить и т.п. каждую часть отдельно, а затем выполнять сборку.
- Разделить объект на части: «горячую» и «холодную»; изолировать одну от другой.
- Представить объект в виде составной конструкции; изготовить его из отдельных элементов и частей.
- Придать блочную структуру объекту, при которой каждый блок выполняет самостоятельную функцию.
- Выделить в объекте самый нужный элемент (нужное свойство) и усилить его, улучшить условия его работы.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

- Резко изменить (в несколько раз, в десятки и сотни раз) параметры или показатели объекта (его элементов, окружающей среды).
- Увеличить (или уменьшить) в объекте число одинаковых или подобных друг другу элементов. Изменить число одновременно действующих или обрабатываемых объектов (элементов), например рабочих машин, их рабочих органов, двигателей и т.д.
- Изменить габаритные размеры, объем или длину объекта при переводе его в рабочее или нерабочее состояние.
- Увеличить (или уменьшить) степень дробления объекта.
- Допустить незначительное уменьшение требуемого эффекта.
- Использовать идею избыточного решения (если трудно получить 100 %

требуемого эффекта, задаться целью получить несколько больше).

- Изменить вредные факторы так, чтобы они перестали быть вредными.
- Уменьшить число функций объекта с тем, чтобы он был более специализированным, соответствующим только оставшимся функциям и требованиям.
- Гиперболизировать, значительно увеличить размеры объекта и найти ему применение. Инверсия приема.
- Увеличить интенсивность технологических процессов с рабочей зоной в виде площадки или замкнутого объема.
- Создать местное локальное качество; осуществить локальную концентрацию сил, напряжения и т.п.
- Найти глобально-оптимальные параметры технического объекта по различным критериям развития.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕР

- Предусмотреть прикрытие и защиту легко повреждающихся элементов. Экранировать объект.
- Ввести предохранительные устройства или блокировку.
- Разделить хрупкий и часто повреждающийся объект на части.
- Выполнить объект (элемент) разборным так, чтобы можно было заменять отдельные поврежденные части.
- Для сокращения времени простоев и повышения надежности создать легко используемый запас рабочих органов или элементов. Предусмотреть в ответственных частях объекта дублирующие элементы.
- Защитить элемент от воздушной или другой агрессивной среды.
- Заранее придать объекту напряжения, противоположные недопустимым или нежелательным рабочим напряжениям.
- Заранее придать объекту изменения, противоположные недопустимым или нежелательным изменениям, возникающим в процессе работы.
- Заранее выполнить требуемое изменение объекта (полностью или хотя бы частично).
- Обеспечить автоматическую подачу смазочных материалов к трущимся частям.

- Изолировать объект от внешней среды с помощью гибких оболочек и тонких пленок (поместить объект в оболочку, капсулу, гильзу). Инверсия приема.
- Придать объекту новое свойство, например обеспечить его плавучесть, герметизацию, самовосстановление, выполнить его прозрачным, электропроводным и т.д.
- Выполнить объект (элементы) взаимозаменяемым.
- Предусмотреть компенсацию неточностей изготовления объекта.
- Разделить объект на части так, чтобы при выходе из строя одного элемента объект в целом сохранял работоспособность.
- Для повышения надежности заранее подготовить аварийные средства.
- Обеспечить уменьшение или устранение вибрационных, ударных нагрузок и инерционных перегрузок.
- Использовать объекты живой и неживой природы при формировании зоны эстетического воздействия.
- Исключить из окружающей предметной среды объекты, вызывающие отрицательные эмоции (создание зеленой изгороди из деревьев и кустарников, маскировка, мимикрия под предметы, вызывающие положительные эмоции, и т.д.).
- Исключить шумы и запахи, вызывающие отрицательные эмоции; трансформировать их в более эстетические звуки и ароматы.
- Создать замкнутые безотходные технологии с утилизацией и возвращением в производство загрязняющих веществ в виде сырья и материалов.
- Осуществить разработку новых устройств и технологий, обеспечивающих резкое уменьшение загрязнения и изменения среды (например, геотехнология, приливные гидроэлектростанции и т.д.).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗЕРВОВ

- Использовать массу объекта (элементов) или периодически возникающие усилия для получения дополнительного эффекта.
- Компенсировать чрезмерный расход энергии получением какого-либо дополнительного положительного эффекта.

- Исключить подбор и подгонку (регулировку и выверку) деталей и узлов при сборке объекта.
- Устранить вредный фактор (например, за счет компенсации его другим вредным фактором).
- Использовать или аккумулировать тормозную и другую попутно получаемую энергию.
- Вместо действия, диктуемого условиями задачи, осуществить противоположное по эффекту действие (например, не охлаждать объект, а нагревать).
- Выполнивший свое назначение или ставший ненужным элемент, отходы (энергию, вещество) использовать для других целей.
- Использовать вредные факторы (в частности, вредные воздействия среды) для получения положительного эффекта.
- Выбрать и обеспечить оптимальные параметры (температуру, влажность, освещение и др.).
- Уточнить расчетные напряжения в элементах на основе использования более точных математических моделей и ЭВМ.
- Перейти на другие физические принципы действия с более дешевыми или доступными источниками энергии или более высоким КПД.
- После конструктивного улучшения какого-либо элемента определить, как должны быть изменены другие элементы, чтобы эффективность объекта в целом еще более повысилась.

ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПО АНАЛОГИИ

- Применить объект, предназначенный для выполнения аналогичной функции в другой отрасли техники, пользуясь классификаторами патентов.
- Использовать природный принцип повторяемости однотипных элементов (пчелиные соты, клетки, листья, кристаллы и т.п.).
- Использовать в качестве прототипа искомого технического решения объект неживой или живой природы, аналогии из близких или отдаленных областей техники.
- Применить решение, аналогичное имеющемуся:
 - в ведущей отрасли техники или в древних и прошлых технических объектах;

в неживой природе (физика, химия, биохимия и др.);

в современных или вымерших живых организмах;

в экономике или общественной жизни людей;

в научно-фантастической литературе.

Ответить на вопрос, как решаются подобные задачи в указанных областях.

- Использовать аналогии свойств других объектов; использовать свойства без самого объекта.

- Применить принцип имитации, заключающийся в создании таких объектов, которые по форме, цвету, внешнему виду и прочим необходимым свойствам аналогичны другому объекту.

- Использовать эмпатию: мысленно превратить себя в объект (элемент), с помощью своих ощущений найти наиболее целесообразное решение.

- Использовать в качестве прототипа детские игрушки.

- Вместо недоступного, сложного, дорогостоящего или хрупкого объекта использовать его упрощенные и дешевые копии, модели, макеты.

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ

- Упростить форму и конструкцию деталей путем сокращения числа обрабатываемых поверхностей, неплоских и некруговых поверхностей, рабочих ходов при обработке.

- Выбрать форму и конструкции элементов, обеспечивающие применение наиболее производительного технологического оборудования, приспособлений и инструмента.

- Выбрать конструкцию деталей узлов, обеспечивающую максимальное совмещение и одновременное выполнение операций обработки и сборки.

- Уменьшить или исключить пригоночные работы при сборке. Использовать средства компенсации неточности изготовления.

- Осуществить технологическую унификацию конструкций, формы и размеров деталей.

- Заменить механическую обработку способом обработки без снятия стружки.

- Использовать саморегулирующиеся, самовосстанавливающиеся, самозатачи-

вающиеся элементы и инструменты, снижающие трудоемкость профилактического ухода и ремонта.

- Максимально применять стандартные элементы, имеющие весьма широкую область применения.
- Использовать модульный принцип конструирования, когда из небольшого числа стандартных элементов (универсального набора) можно собрать любое изделие в заданном классе (например, универсально-сборные приспособления, универсальную систему элементов промышленной пневмоавтоматики).

- Максимально использовать в проектируемом объекте освоенные в производстве узлы и детали.

- Максимально использовать заготовки с размерами, близкими к размерам готовой детали. Использовать точное литье, штамповку, сварку.

- Выбрать наиболее целесообразное расчленение объекта на блоки, узлы и детали.

- Выбрать материал, обеспечивающий минимальную трудоемкость изготовления деталей.

ФОНД ФИЗИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ

В приложении представлены описания почти 360 физических эффектов (ФЭ), составляющих часть фонда физических эффектов, на котором базируется автоматизированная информационно-поисковая система по физическим эффектам (АИПС ФЭ) и автоматизированная система синтеза физического принципа действия. ФЭ представлены своими выходными картами (см.: Описание физического эффекта). Фонд ФЭ в последней версии АИПС ФЭ составляет более тысячи описаний. В данном приложении приведены ФЭ, которые, как правило, не входят в курс общей физики, но находят или могут найти широкое практическое применение в технических приложениях и научных исследованиях.

1 УЛЬТРАЗВУКОВОЕ УПРОЧЕНИЕ И РАЗУПРОЧЕНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ТЕЛ

Вход

Упругие (акустические) волны. Ультразвук. Частота колебаний (Гц)

Выход

Силовое (магнитное) воздействие. Знакопеременное. Напряжение (Па)

Объект — твердое кристаллическое тело

СУЩНОСТЬ Распространение ультразвуковых волн в твердых телах приводит к возникновению в них знакопеременных циклических напряжений растяжения и сжатия, частота изменений которых определяется частотой ультразвуковых колебаний. Под действием напряжений в кристаллических телах происходит движение и размножение дислокаций и точечных дефектов, результатом чего является разупрочнение кристаллических тел за счет уменьшения в них внутренних напряжений или их упрочнение вследствие увеличения количества дефектов

ПРИМЕНЕНИЕ Для повышения пластичности металлов и сплавов при обработке давлением, при протяжке и прессовании, для упрочнения твердых тел

Литература: Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983, Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике. М.: Физматгиз, 1962.

2 МАГНИТОПЛАСТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Вход

Вход 1. Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Больше предела текучести при данной температуре. Выход 2. Магнитное поле. Постоянное, переменное. Продольное, поперечное. Напряженность магнитного поля (А/м). Увеличение от 0 до $2,7 \cdot 10^6$

Выход

Пластическая деформация. Относительная деформация (безразмерная величина). Увеличение

Объект — металлы (например, Ni, Fe, Cu, Al), некоторые сплавы на основе железа (например, Fe-4%Co, Fe-4%Ni и др.)

СУЩНОСТЬ Повышение пластической деформации металлов под действием магнитного поля в условиях нагружения. Магнитное поле разупрочняет металл. Переменное магнитное поле действует эффективнее, чем постоянное. Примеси, границы зерен, легирующие элементы, упрочняющие металл, значительно снижают

эффект в переменном поле (например, для Fe) и не играют роли в постоянном. Магнитопластический эффект максимален в области сильной зависимости намагниченности от напряженности поля

ПРИМЕНЕНИЕ Для улучшения свойств и технологий конструкционных материалов; для учета изменений пластической деформации металлов и сплавов в сильных магнитных полях; для увеличения пластической деформации мелкозернистого железа и др.

Литература: Нечволод Н.К. Ползучесть кристаллических тел при низких температурах. Киев, Донецк. Вища шк., 1980; Каменецкая Д.С., Пилецкая И.Б., Ширяев В.И. Влияние магнитного поля на ползучесть железа // Физика металлов и металловедение. 1976. Т. 42, № 2, Гиндин И.А., Лавренко И.С., Неклюдов И.М. Влияние магнитного поля на ползучесть никеля // Физика твердого тела. 1976. Т. 18, № 4; Кишкин С.Т., Клыпин А.А. Эффекты электрического и магнитного воздействия на ползучесть металлов и сплавов // ДАН СССР. 1973. Т. 211, № 2; Большуткин Д.Н., Десненко В.А., Ильичев В.Я. Низкотемпературная пластическая деформация никеля в магнитных полях 34 кЭ // Физика низких температур. 1976. Т. 2, № 2, Веркин Б.И., Пустовалов В.В. Низкотемпературные исследования пластичности и прочности. М.: Энергоиздат, 1982.

3 ЭЛЕКТРОННО-ПЛАСТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Вход

Электрический ток. Постоянный, переменный. Плотность электрического тока (A/m^2). Увеличение

Выход

Пластическая деформация. Относительная деформация (безразмерная величина). Увеличение

Объект — металлы, сплавы

СУЩНОСТЬ Повышение пластичности металлов при прямом (нетепловом) действии электрического тока большой плотности в зоне деформации металла или под влиянием интенсивного электронного облучения. Использование тока позволяет интенсифицировать процесс обработки давлением (волочение, прокатка), особенно тугоплавких и труднодеформируемых металлов и сплавов

ПРИМЕНЕНИЕ При электропластическом волочении проволоки из магнитно-твердых материалов, капиллярных трубок из нержавеющей стали, при электропластической прокатке проволоки в ленту микронных сечений без растрескивания материала (вольфрам, сплав вольфрама с рением)

Литература. Сплицын В.И., Троицкий О.А. Электропластическая деформация металлов. М. Наука, 1985, Троицкий О.А., Сплицын В.И., Соколов Н.В. и др. Электропластическое волочение проволоки из магнитно-твердой стали // Изв. АН СССР Металлы. 1979. Т. 2

4 УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Вход

Вход 1. Электрический ток. Постоянный, переменный. Плотность электрического тока (A/m^2).

Вход 2. Упругие (акустические) волны. Ультразвук. Частота колебаний (Гц)

Выход

Пластическая деформация. Относительная деформация (безразмерная величина). Увеличение

Объект — металлы и сплавы

СУЩНОСТЬ Повышение пластичности металла при прямом (нетепловом) действии в зоне деформации электрического тока большой плотности и ультразвука. При комбинированном воздействии на труднодеформируемые металлы и сплавы уменьшаются усилия прокатки, изменяется предел прочности, увеличивается степень единичного обжатия (отношение разности исходной и конечной толщин заготовки к ее исходной толщине)

ПРИМЕНЕНИЕ Для получения тончайшей ленты высокого качества из вольфрама при высоких единичных обжатиях (степень единичного обжатия до 87 %), сни-

жения усилия прокатки (до 15 %) и увеличения угла пружинности при прокатке пружинного сплава K40TЮ

Литература: Спицин В.И., Троицкий О.А. Электропластическая деформация металлов. М.: Наука, 1985; Спицин В.И., Копьев А.В., Рыжов В.Г. и др. Стан для плоского тончайшей пружинной ленты из вольфрама с помощью ультразвука и электропластического эффекта // ДАН СССР. 1977. Т.236, № 4.

5 гидроэкструзия

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Гидростатическое давление (Па). Выше порогового давления. Увеличение до $3 \cdot 10^8$ кгс/м²

Выход

Пластическая деформация. Степень деформации (безразмерная величина). Увеличение

Объект — металл, сплав (например, Mo, W, Al, сплав D16M, титановый сплав BT5-1 и др.)

СУЩНОСТЬ Выдавливание металлов жидкостью высокого давления (способ формоизменения хрупких труднодеформируемых материалов). Давление более эффективно действует на материалы со значительным количеством дефектов; легирование, как правило, уменьшает эффект давления; температура оказывает интенсифицирующее воздействие на деформируемые металлы и сплавы. Некоторые продеформированные хрупкие материалы в процессе гидроэкструзии улучшают свои механические свойства. На процесс гидроэкструзии влияют природа и состояние металла.

ПРИМЕНЕНИЕ Для формоизменения хрупких труднодеформируемых металлов и сплавов, для улучшения характеристик (прочность, пластичность, вакуумная плотность и др.) и обработки металлов и сплавов на основе молибдена, вольфрама, бериллия, циркония и др.

Литература: Берсенева Б.И., Трушин Е.В. Процесс гидроэкструзии. М.: Наука, 1976; Логанов Г.А., Мартынов Е.Д., Берсенева Б.И. и др. Механические свойства гидроэкструдированного молибдена при низких температурах // Металлургия и металловедение чистых металлов. М.: Атомиздат, 1968; Берсенева Б.И., Мартынов Е.Д., Родионов К.П. и др. Пластичность и прочность твердых тел при высоких давлениях. М.: Наука, 1970; Мальцев М.В., Езерский К.И., Курин В.В. и др. Получение нитевидной молибденовой проволоки методом холодного гидростатического выдавливания // Твердые сплавы и тугоплавкие металлы. М.: Металлургия. 1971. № 11.

6 ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ МЕТАЛЛОВ

Вход

Температура (К). Уменьшение от 300 до 4,2 К

Выход

Пластическая деформация. Предел прочности (Па). Увеличение

Объект — металл (например, технический Al, Ti, сплавы ВНС-17, BT5-1КТ и др.)

СУЩНОСТЬ Для термически упрочаемых алюминиевых сплавов (дюралюминий и сплавы систем Al—Zn—Mg и Al—Zn—Mg—Cu), титана (йодистый титан, сплав BT5-1КТ), высокопрочной стали ВНС-17 и др. предел прочности повышается при уменьшении температуры. Например, при изменении температуры от 293 до 20 К предел прочности йодистого титана увеличивается в 4 раза, у титана BT1 — в 2 раза. Кроме того, у образцов с надрезом предел прочности больше, чем у гладких образцов того же сечения, при той же температуре

ПРИМЕНЕНИЕ Для учета изменений прочностных характеристик конструкционных материалов, работающих в изменяющихся температурных режимах

Литература. Старцев В.И., Ильичев В.Я., Пустовалов В.В. Пластичность и прочность металлов и сплавов при низких температурах. М.: Металлургия, 1975, Фридман Б.Я. Механические свойства металлов. М.: Машиностроение, 1974. Т.1.

7 УВЕЛИЧЕНИЕ ПРЕДЕЛА ТЕКУЧЕСТИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ТЕЛ ПРИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СТУПЕНЧАТОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Ступенчатое нагружение до определенного значения при постоянных температуре и ступени нагружения. Напряжение (Па). Для Ni (77 K) ступень нагружения 3,5 Н/мм²

Выход

Пластическая деформация. Предел текучести (Па). Увеличение

Объект — кристаллическое твердое тело (например, Ni, Fe, Cu, LiF и др.)

СУЩНОСТЬ При низкотемпературной ступенчатой ползучести ($T < 0,25T_{пл}$) в режиме истощения дислокаций изменяются прочностные характеристики материалов. В результате малой предварительной ступенчатой деформации при определенной температуре и ступени нагружения предел текучести кристаллических твердых тел повышается: у никеля и меди на 200 %, у железа на 30 — 40 %, у фтористого лития на 15—20 %

ПРИМЕНЕНИЕ Для повышения прочностных характеристик металлов, увеличения долговечности железа после предварительной ступенчатой ползучести и др.

Литература: Нечволод Н.К. Ползучесть кристаллических тел при низких температурах. Киев, Донецк: Вища шк., 1980; Гиндин И.А. Годжаев В.М. и др. Упрочнение кристаллических тел методом низкотемпературной ползучести // ДАН СССР. Математика и физика. 1967. Т. 174, № 1.

8 ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ПОЛЗУЧЕСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Вход

Вход 1. Температура (К). Увеличение. Меньше $0,25T_{пл}$. Для Cu 77 — 443 K. Для стали X18H10T 4,2 — 77 K. Вход 2. Силовое (механическое) воздействие. Ступенчатое. Постоянное напряжение (Па). Ступени нагружения при данной температуре меньше предела текучести

Выход

Пластическая деформация. Относительная деформация (величина безразмерная). Увеличение

Объект — кристаллическое твердое тело (например, Ag, Cu, Zn, Pb, сталь X18H10T, 000X20H16AT6 и др.)

СУЩНОСТЬ Для металлов и сплавов в условиях нагружения (одноразового или ступенчатого) характерно резкое увеличение ползучести при повышении температуры. Скорость ползучести при ступенчатом нагружении меньше, чем при одноразовом нагружении до той же величины при той же температуре

ПРИМЕНЕНИЕ Для учета изменения поведения конструкционных материалов в экстремальных условиях (в напряженных состояниях при низких температурах)

Литература: Нечволод Н.К. Ползучесть кристаллических тел при низких температурах. Донецк, Киев. Вища шк., 1983; Ильичев В.Я., Старцев В.И., Шаповалов И.А. Ползучесть некоторых аустенитных сталей при низких температурах // Физические процессы пластической деформации при низких температурах. Киев. Наук. думка, 1974; Гиндин И.А., Лебедев В.И., Стародубов Я.Д. Ползучесть никеля в интервале температур 4,2—300 K // Физика твердого тела. 1969. Т.11, № 10; Гиндин И.А., Губин Н.С., Стародубов Я.Д. Ползучесть монокристаллов цинка в температурной области 77—4,2 K // Изв. вузов. Физика 1971, № 3; Коваль В.А., Солдатов В.П., Старцев В.И. Ползучесть монокристаллического серебра в температурном интервале 1,5—300 K // Физика низких температур 1975 Т.1, № 3.

9 ВЗРЫВНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ (открытие № 176)

Вход

Электрическое поле. Сверхсильное. Импульсное. Напряженность электрического поля (В/м). Увеличение выше критического значения. Свыше 10^9 В/м

Выход

Поток электронов. Плотность потока

Объект — металлический проводник в виде острия

СУЩНОСТЬ Испускание интенсивного электронного потока, обусловленное переходом вещества катода (металлического острия) из конденсированной фазы в плотную плазму в результате разогрева локальных областей катода. Переход металл — плазма инициируется взрывом металла, который происходит за счет разогрева металла током автоэлектронной эмиссии большой плотности, вызываемого сверхсильным электрическим полем

ПРИМЕНЕНИЕ В сильноточных ускорителях электронов и импульсных источниках рентгеновских лучей высокой интенсивности

Литература Финанский энциклопедический словарь. М. Сов. энциклопедия, 1983. Коношная Ю.П. Открытия советских ученых М Моск рабочий, 1979, Бугаев С.П., Литвинов Е.А., Месяц Г.А., Прокуровский Д.И. Взрывная электронная эмиссия // Успехи физ наук 1975 Т 115, вып. 1.

10 ЭФФЕКТ РИЧАРДСОНА В СИЛЬНОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Вход

Вход 1. Электрическое поле. Импульсное. Напряженность электрического поля (В/м). Вход 2. Температура (К). Увеличение до температуры плавления

Выход

Поток электронов. Плотность потока ($\text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$).

Объект — металл

СУЩНОСТЬ Введение в металл на глубину скин-слоя быстропеременного магнитного поля приводит к значительному увеличению тока термоэлектронной эмиссии, вызванного нагревом электронного газа. Поле может быть введено при распространении вдоль металлической поверхности высоковольтного импульса с коротким фронтом нарастания напряжения или при облучении металла мощным потоком электромагнитных волн. В сильных полях при напряженности электрического поля свыше 10^6 В/см плотность тока термоэлектронной эмиссии составляет 10^7 А/см²

ПРИМЕНЕНИЕ Используется в термоэмиссионных устройствах

Литература Аблеков В.К., Бабаев Ю.Н., Тарасова Л.В., Фролов А.М. Эффект Ричардсона в сильном электромагнитном поле // ДАН СССР, 1980, Т 254, № 3.

11 ЗАВИСИМОСТЬ ТОКА ХОЛОДНОЙ ЭМИССИИ ЭЛЕКТРОНОВ ОТ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Вход

Электрическое поле. Постоянное. Напряженность электрического поля (В/м). Увеличение от 10^6 до 10^7 В/см

Выход

Поток электронов. Плотность потока частиц (м^{-2}). Увеличение

Объект — металл или полупроводник в вакууме

СУЩНОСТЬ Электронная, или холодная, эмиссия представляет собой выход электронов из металла или полупроводника под действием сильного электрического поля. Плотность тока, создаваемого потоком электронов, не зависит от его тем-

пературы и определяется только напряженностью электрического поля у поверхности металла. В основе явления лежит квантово-механический туннельный эффект. С ростом напряженности электрического поля увеличивается число электронов, просачивающихся в единицу времени сквозь потенциальный барьер, и возрастает ток холодной эмиссии

ПРИМЕНЕНИЕ Используется в электротехнике, в частности в ртутных выпрямителях

Литература. Шпольский Э.В. Атомная физика. Т.1. М.: Физматгиз, 1963; Элисон М.И., Васильев Г.Ф. Автоэлектронная эмиссия. М.: Наука, 1958; Капцов Н.А. Радиофизическая электроника. М.: Сов. радио, 1960.

12 ЭФФЕКТ РЕВЕРСИВНОЙ ОБРАТИМОЙ ПАМЯТИ ФОРМЫ В СПЛАВАХ НА ОСНОВЕ НИКЕЛИДА ТИТАНА

Вход

Температура (К). Монотонное изменение от 0 до 440 К. Увеличение

Выход

Самопроизвольная деформация в прямом и обратном направлениях. Относительная деформация (безразмерная величина). Немонотонное изменение от 0 до 1 %

Объект — сплав на основе никелида титана, обработанный специальным образом

СУЩНОСТЬ Сплавы на основе никелида титана (и некоторые другие) обладают способностью изменять свою форму как при нагреве, так и при охлаждении в отсутствие внешней нагрузки, т.е. самопроизвольно, причем возможно реверсирование самопроизвольной деформации (восстановление формы) в режиме многократного термоциклирования через интервал мартенситного превращения. Эффект представляет собой суммарное действие двух более простых эффектов памяти формы: мартенситного типа (деформирование в направлении предварительного силового воздействия) и аустенитного типа (в противоположном направлении). Эффект может быть инициирован предварительной термоциклической обработкой

ПРИМЕНЕНИЕ Находится в стадии лабораторного исследования

Литература: Беляев С.П., Ермолаев В.А., Кузьмин С.Л. Эффект реверсивной обратимой памяти формы в сплавах на основе никелида титана // Физика металлов и металловедение. 1983. Т.66, вып.5; Ермолаев В.А., Лихачев В.А. Физическая модель пластичности // Физика металлов и металловедение 1983. Т.55, вып.4; Кузьмин С.Д., Лихачев В.А., Тошпуплатов Ч.Х. Эффект реверсивной памяти формы при знакопеременном деформировании // Физика металлов и металловедение 1986. Т.61, вып.1.

13 УГЛОВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ КАТОДНОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Вход

Поток положительных ионов. Однородный. Угол падения (градус)

Выход

Поток микрочастиц. Атомы и ионы. Число вторичных ионов и атомов на один падающий ион. Атом/ион (величина безразмерная)

Объект — металлический электрод (катод) в вакууме (например, Fe, Na, Co, Ni, W, Au, Ag, Cu и др.)

СУЩНОСТЬ Разрушение отрицательного электрода в газовом разряде в результате бомбардировки положительными ионами. Характеризуется возрастанием коэффициента распыления с увеличением угла падения положительных ионов

ПРИМЕНЕНИЕ Для очистки и выявления структуры поверхности (ионное травление), для изготовления тонких пленок и покрытий

Литература Каминский М. Атомные и электронные столкновения на поверхности металла. М.: Мир, 1967

14 ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕТАЛЛОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Вход

Электромагнитное излучение. Импульсное. Лазерное. Монохроматическое. Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Увеличение от 10^7 до $10^9 \text{ Вт}/\text{м}^2$

Выход

Температура (К). Повышение до температуры плавления около 10^3 К

Объект — металл (например, Ag, Cu, Ni, Al и др.)

СУЩНОСТЬ Лазерный луч, попавший на поверхность металла, поглощается им; при этом происходит повышение температуры металла, пропорциональное интенсивности излучения

ПРИМЕНЕНИЕ В металлургии для обработки хрупких и огнеупорных материалов, в медицине и военной технике

Литература Анисимов С.И. и др. Действие излучения большой мощности на металлы. М.: Наука, 1970, Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. М.: Наука, 1964, Рэди Дж. Действие мощного лазерного излучения. М.: Мир, 1974.

15 ЭКЗОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ

Вход

Напряжение (механическое) (Па)

Выход

Поток электронов. Неоднородный. Плотность потока частиц ($\text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$)

Объект — металлическая поверхность

СУЩНОСТЬ Испускание электронов с холодной металлической поверхности при механическом воздействии на нее и растрескивании

ПРИМЕНЕНИЕ При исследовании поверхностных эффектов как показатель радиационных повреждений или радиационного облучения, для исследования роста микротрещин (на крыльях самолетов, колесах поездов, железнодорожных путях)

Литература: Рабинович Г. Экзоэлектроны // Успехи физ. наук. 1979. Т.127, вып. 1; Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983

16 ВЛИЯНИЕ НАГРЕВА НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕФОРМИРОВАННОГО МЕТАЛЛА (рекристаллизационные процессы)

Вход

Температура (К). Увеличение. Меньше температуры плавления металла

Выход

Предел прочности (Па). Уменьшение

Объект — металл, сплав

СУЩНОСТЬ Нагрев предварительно пластически деформированного металла или сплава приводит к уменьшению его предела прочности, улучшению пластичности и снижению твердости

ПРИМЕНЕНИЕ Восстановление структуры и свойств наклепанного металла или сплава

Литература: Гуляев А.П. Металловедение. М.: Металлургия, 1977; Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Липецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1980; Основы металловедения / Под ред. И.И. Сидорина. М.: Машиностроение, 1976.

17 ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ ЗВУКА В МЕТАЛЛАХ

Вход

В х о д 1. Электромагнитное излучение. Частота колебаний (Гц). От 0 до $5 \cdot 10^8$ Гц. В х о д 2. Магнитное поле. Перпендикулярное или параллельное поверхности металла. Постоянное. Магнитная индукция (Тл)

Выход

Упругая (акустическая) волна. Продольная. Поперечная. Амплитуда колебаний (м)

Объект — металл

СУЩНОСТЬ В металлах во внешнем магнитном поле при выполнении условий локального предела (длина свободного пробега носителей заряда много меньше толщины скин-слоя) падающие на поверхность металла электромагнитные волны возбуждают звук в нем

ПРИМЕНЕНИЕ Для неразрушающего контроля материалов, для контроля качества обработки поверхности и выявления объемных дефектов промышленных изделий

Литература. Dobbs E.R. // J.Phys. Acoustis Principles and Methods. N.Y. Academic Press 1973. Vol.10. P. 127.

18 ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ (ИНДУКЦИОННЫЙ) НАГРЕВ

Вход

Электрический ток. Высокочастотный. Частота колебаний (Гц). Выше 10^4 Гц

Выход

Температура (К). Увеличение

Объект — проводник

СУЩНОСТЬ Нагрев проводников за счет возбуждения в них высокочастотных токов переменным электромагнитным полем (создаваемым индуктором обмотки с переменным током). Меняя частоту поля, можно менять глубину проникновения циркулирующих в нагреваемом объекте токов

ПРИМЕНЕНИЕ Для плавки металлов в индукционных печах, поверхностной заковки металлов, спаивания металла со стеклом, диффузионной сварки

Литература. Бабат Г.И. Индукционный нагрев металлов и его промышленное применение М., Л. Энергия, 1965; Пудревский Л. Токи высокой частоты служат производству. Тула, 1966

19 РАСПЫЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИОННОЙ БОМБАДИРОВКИ

Вход

Поток ионов. Энергия потока (Дж). Больше пороговой

Выход

Поток атомов распыляемой поверхности. Число атомов на один падающий ион. Атом/ион (величина безразмерная)

Объект — поверхность металла (например, Ag, Cu, W, Co, Al и др.)

СУЩНОСТЬ При столкновении падающих ионов с металлической поверхностью из нее выбиваются атомы металла. Коэффициент распыления, характеризующий этот процесс, увеличивается с ростом энергии падающих ионов

ПРИМЕНЕНИЕ При очистке поверхностей ионной бомбардировкой, учитывается в технике сверхвысокого вакуума, физике плазмы

Литература: Каминский М. Атомные и ионные столкновения на поверхности металла. М.: Мир, 1967; Ван Флек Л. Теоретическое и прикладное материаловедение. М.: Атомиздат, 1975.

20 МЕТАНИЕ ПЛАСТИНЫ ПРИ ВЗРЫВЕ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Взрыв. Давление (Па)

Выход

Скорость пластины (м/с). От 540 до 1800 м/с

Объект — металлическая пластина

СУЩНОСТЬ При взрыве взрывчатого вещества образуется взрывная волна — порожденное взрывом движение среды. Под воздействием высокого давления газов, образовавшихся при взрыве, окружающая очаг взрыва среда испытывает сжатие и приобретает высокую скорость. Взрывная волна оказывает механическое действие на металлическую пластину, сообщая ей большую скорость поступательного движения

ПРИМЕНЕНИЕ Сварка взрывом, монтаж интегральных схем, соединение малогабаритных деталей

Литература Летягин В.А. Применение сварки взрывом в электронной технике. М. ЦНТИ "Электроника", 1976; Дерибас А.А. Физика упрочнения и сварки взрывом. Новосибирск Наука, 1972

21 ТЕРМОДИФфуЗИЯ В БИНАРНЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ

Вход

Градиент температуры (К/м)

Выход

Поток вещества. Плотность потока (кг/(м²·с))

Объект — твердый раствор

СУЩНОСТЬ Возникает в результате влияния градиента температуры на перемещение растворенного вещества в твердом растворе. Опыт показывает, что если в однородной двухкомпонентной фазе создать градиент температуры, то происходит разделение компонентов. Один из них диффундирует преимущественно к горячему концу и обогащает его

ПРИМЕНЕНИЕ Для определения теплоты переноса, учитывается при обработке металлических материалов концентрированными потоками энергии, а также в работе полупроводниковых термоэлементов (старение термоэлементов)

Литература Шьюмон П. Диффузия в твердых телах. М.: Металлургия, 1966; Бокштейн Б.С. Диффузия в металлах. М.: Металлургия, 1978; Земский С.В. Диффузия в поле градиента температуры // Диффузионные процессы в металлах. Тула, 1982.

22 ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ЗЕРЕН НА КОЭФФИЦИЕНТ ДИФфуЗИИ В ТВЕРДОМ ТЕЛЕ

Вход

Размер зерен кристаллов (м).
Уменьшение

Выход

Коэффициент диффузии (м²/с).
Увеличение

Объект — твердое поликристаллическое тело

СУЩНОСТЬ Многочисленные наблюдения показывают, что в поликристаллических веществах при не очень высоких температурах (например, для серебра при температуре меньше 870 К) диффузия ускорена по сравнению с монокристаллами. Отношение коэффициента диффузии по зернам к коэффициенту объемной диффузии (в монокристаллах) в большинстве случаев колеблется в пределах от 10² до 10⁴. При этом, чем мельче зерно в поликристалле, тем больше скорость диффузии

ПРИМЕНЕНИЕ Для регулирования скорости спекания порошков, для регулирования процессов насыщения твердых тел другими компонентами

Литература Герцикен С.Д., Дехтяр И.Я. Диффузия в металлах и сплавах в твердой фазе. М. Металлургия, 1960; Бокштейн Б.С. Диффузия в металлах. М. Металлургия, 1978; Шьюмон П. Диффузия в твердых телах. М.: Металлургия, 1966

23 ЗАВИСИМОСТЬ ПАРАМЕТРА КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА РАСТВОРА $A_{1-y}B_y$ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ КОМПОНЕНТА В (Правило Вегарда)

Вход

Относительная концентрация растворимого компонента (%). Увеличение от 0 до 100 %

Выход

Параметр решетки (нм). Увеличение

Объект — двухкомпонентный твердый раствор $A_{1-y}B_y$
(y — стехиометрический индекс)

СУЩНОСТЬ По экспериментальным данным рентгенографических измерений для твердых растворов замещения типа $A_{1-y}B_y$ установлено, что параметр решетки раствора a линейно зависит от концентрации растворимого компонента B : $a = a_A(1 + K C_B)$, где a_A — параметр решетки компонента A , C_B — концентрация компонента B , K — эмпирическая постоянная. Для ряда твердых растворов замещения (сплавы $Cu-Pt$, $Cu-Ni$ и др.) наблюдаются отклонения от линейной зависимости $a(C)$

ПРИМЕНЕНИЕ Для определения чистоты сплавов и концентрации растворимых компонентов в сплаве

Литература: Жданов Г.С., Хунджа А.Г. Лекции по физике твердого тела. М. Изд-во Моск. ун-та, 1988.

24 ДЕФОРМАЦИОННОЕ УПРОЧЕНИЕ МЕТАЛЛОВ (наклеп)

Вход

Относительная деформация (величина безразмерная). Изменение от 0 до 0,28 — 0,4

Выход

Предел прочности (Па). Увеличение до 1,5—3 раз

Объект — металл

СУЩНОСТЬ Упрочнение металлов при их пластическом деформировании. Предел прочности возрастает с увеличением степени пластической деформации

ПРИМЕНЕНИЕ Для улучшения механических свойств деталей путем холодной обработки давлением

Литература. Бернштейн М.Л., Займовский В.А. Механические свойства металлов. М.: Металлургия, 1979; Мирякин Л.И. Физические основы прочности и пластичности. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1968; Гуляев А.П. Металловедение. М.: Металлургия, 1977.

25 ЗАВИСИМОСТЬ ДЛИНЫ ОБРАЗЦА ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ НЕЙТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Вход

Поток микрочастиц. Нейтроны. Флюенс (нейтр/см²). Увеличение

Выход

Длина (м). Увеличение

Объект — металл

СУЩНОСТЬ Нейтроны, облучающие металл, создают дефекты, преимущественно вакансии. Расчеты показывают, что флюенс 10^{18} нейтр/см² создает одну вакансию на 10^5 атомов металла. Увеличение концентрации вакансий приводит к росту линейных размеров облучаемого образца. С ростом флюенса нейтронного облучения увеличение длины металла возрастает; так, для молибденовой монокристаллической проволоки для флюенса $1 \cdot 10^{19}$ и $2 \cdot 10^{19}$ нейтр/см² увеличение длины составляет $1,1 \cdot 10^{-5}$ и $1,55 \cdot 10^{-5}$ мм соответственно

ПРИМЕНЕНИЕ Для дистанционных изменений линейных размеров, в управляемых контактах и т.п.

Литература Уманский Я.С., Скаков Ю.А. Физика металлов. М. Металлургия, 1978

26 РАДИАЦИОННОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Вход

Поток нейтронов. Плотность потока частиц $\text{с}^{-1}\cdot\text{м}^{-2}$

Выход

Предел прочности (Па). Увеличение. Относительное изменение от 1,5 до 2,0

Объект — металл, сплав

СУЩНОСТЬ Под воздействием длительного облучения нейтронами возрастают прочность и твердость металлов

ПРИМЕНЕНИЕ Учитывается в конструкциях атомной техники, подверженных ядерному излучению

Литература: Ван Флек Л. Теоретическое и прикладное материаловедение. М.: Атомиздат, 1975; Гуляев А.П. Металловедение. М.: Металлургия, 1977; Мухин Х.Н. Экспериментальная ядерная физика. Т.1. М.: Атомиздат, 1974.

27 СВЕРХПЛАСТИЧНОСТЬ

Вход

Скорость относительной деформации (с^{-1}). Изменение. От 10^{-5} до 10^{-1} с^{-1}

Выход

Механическое напряжение (Па). Изменение. От 10^6 до 10^7 Па

Объект — металлы

СУЩНОСТЬ При высоких гомологических температурах под влиянием напряжений, уровень которых зависит от скорости деформации, металлы проявляют способность к большим пластическим деформациям без нарушения внутренней сплошности

ПРИМЕНЕНИЕ Эффект используется при обработке металлов давлением, в процессах соединения металлов и сплавов в твердом состоянии и т.д.

Литература: Калачев Б.А. Физические основы пластической деформации. М.: Металлургия, 1978; Новиков И.И., Портной В.К. Сверхпластичность сплавов с ультрамелким зерном. М.: Металлургия, 1981; Карбышев О.А. Пластичность и сверхпластичность металлов. М.: Металлургия, 1975.

28 ИМПЛАНТАЦИЯ ИОНОВ КИЛОЭЛЕКТРОНВОЛЬТНЫХ ЭНЕРГИЙ В ТВЕРДОЕ ТЕЛО

Вход

Поток ионов. Энергия частиц (Дж). Увеличение до $(6,4-8,0) \cdot 10^{-6}$ Дж

Выход

Глубина внедрения (м). Увеличение от 0 до 0,1 мкм

Объект — полупроводник (например, Ge, Si p-типа и др.)

СУЩНОСТЬ При облучении полупроводниковых кристаллов ускоренными ионами (K, Cs и др.) килоэлектронвольтных энергий (4 — 5 кэВ) наблюдается проникновение ионов в решетку вещества на глубину порядка 10^{-7} м. В результате в полупроводниковых кристаллах на макроскопической глубине образуются акцепторные или донорные примесные центры, позволяющие управлять электрическими, оптическими, механическими и другими свойствами поверхностных слоев полупроводников

ПРИМЕНЕНИЕ Для ионного легирования и каналирования при изготовлении полупроводниковых приборов с внедрением ионов и др.

Литература: Бредов М.М., Комарова Р.Ф., Регель А.Р. Исследование изменений выпрямляющих свойств точечного контакта металл—полупроводник под влиянием облучения полупроводника ионами щелочных металлов // ДАН СССР. 1954. Т.99, № 1; Бредов М.М., Окунева Н.М. О глубине проникновения ионов средних энергий в вещество // ДАН СССР. 1957. Т. 113, № 4.

29 ФОТОАКУСТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Вход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Модулированное. Интенсивность излучения (Вт/м^2)

Выход

Упругие (акустические) волны. Звук. Давление звука (Па)

Объект — полупроводник в газовой среде

СУЩНОСТЬ При облучении светом с периодически модулированной интенсивностью в полупроводниковом образце и окружающей его газовой среде возникают упругие волны, обусловленные расширением образца и среды вследствие термической диссипации энергии света

ПРИМЕНЕНИЕ Для бесконтактного возбуждения звуковых волн, в фотоакустической спектроскопии и в оптикоакустических фотоприемниках

Литература. Сабликов В.А., Сандомирский В.Б. Фотоакустический эффект в полупроводниках // Физика и техника полупроводников. 1963. Т.17, вып.1, Васильев А.М., Сандомирский В.Б. Фотоакустический эффект в полупроводниках конечных размеров // Физика и техника полупроводников. 1964. Т.18, вып.10.

30 ФОТОПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Вход

Вход 1. Силовое (механическое) воздействие. Градиент механического давления (Па/м). Выход 2. Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Интенсивность излучения (Вт/м^2)

Выход

Электрическое поле. Электродвижущая сила (В)

Объект — полупроводник (например, Ge, Si, ZnAs, GaAs, InSe и др.)

СУЩНОСТЬ В однородном полупроводнике при одновременном его сжатии с помощью распределенной вдоль поверхности нагрузки и освещении на гранях, перпендикулярных направлению сжатия, возникает ЭДС. Модуль и знак ЭДС зависят от направления сжатия и освещения относительно кристаллографических осей полупроводника

ПРИМЕНЕНИЕ Используется в датчиках давления и радиоэлектронике

Литература. Тауц Я.Н. Фото- и термоэлектрические явления в полупроводниках / Пер с чеш. М.: Изд-во иностр. лит., 1962.

31 ФОТОПЛАСТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Длина волны (м). Выход 2. Относительная деформация (величина безразмерная)

Выход

Предел прочности (Па). Увеличение

Объект — полупроводник (например, CdS, CdSe)

СУЩНОСТЬ Изменение сопротивления пластической деформации кристаллических полупроводников под действием света, причем максимальное изменение происходит при длинах волн, соответствующих краю собственного поглощения кристаллов. Прочность пластически деформированного образца под воздействием света увеличивается почти вдвое. При выключении света прочность возвращается к первоначальному значению

ПРИМЕНЕНИЕ Для управления пластичностью полупроводниковых кристаллов

Литература: Конюшая Ю.П. Открытия советских ученых. М.: Моск. рабочий, 1974.

32 ЗАВИСИМОСТЬ БАРЬЕРНОЙ ЭЛЕКТРОЕМКОСТИ p - n -ПЕРЕХОДА ОТ ПРИЛОЖЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Вход

Электрическое поле. Постоянное.
Разность потенциалов (В)

Выход

Барьерная электрическая емкость
(Ф). Изменение

Объект — контакт полупроводников n - и p -типа

СУЩНОСТЬ Внешнее электрическое поле, приложенное к p - n -переходу, в зависимости от знака электрического напряжения уменьшает или увеличивает барьерную емкость двойного электрического слоя, образовавшегося при контакте полупроводников p - и n -типа

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания управляемых емкостей (варакторов)

Литература. Епифанов Г.И., Мома Ю.А. Твердотельная электроника. М. Высш. шк., 1986.

33 АДРСОРБОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ

Вход

Адсорбционная способность (м^{-2}).
Изменение

Выход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$)

Объект — поверхность полупроводника в газе

СУЩНОСТЬ На поверхности полупроводника, находящегося в газе, хемосорбируются молекулы газа, в результате чего система переходит в метастабильное состояние. При переходе в основное состояние излучаются кванты света. Интенсивность люминесценции пропорциональна скорости изменения адсорбционной способности поверхности

ПРИМЕНЕНИЕ В светотехнике для создания люминесцентно-накальных источников света, для исследования свойств поверхности полупроводников

Литература. Волькенштейн Ф.Ф., Горбань А.Н., Соколов В.А. Радиалорекомбинационная люминесценция полупроводников. М. Наука, 1976, Рогинская С.З. Электронные явления в адсорбции и катализе на полупроводниках. М. Мир, 1969, Бару В.Г., Волькенштейн Ф.Ф. Влияние облучения на поверхностные свойства полупроводников. М. Наука, 1978

34 ФОТОЭЛЕКТРЕТНЫЙ ЭФФЕКТ

Вход

Вход 1. Электрическое поле. Постоянное. Напряженность электрического поля ($\text{В}/\text{м}$). Меньше $5 \cdot 10^4$ В/м. Выход 2. Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$)

Выход

Поверхностная плотность электрического заряда ($\text{Кл}/\text{м}^2$). От 10^{-4} до 10^{-5} Кл/м²

Объект — полупроводник-сегнетоэлектрик (например, бихромат калия, теллурид цинка и др.)

СУЩНОСТЬ При совместном воздействии электрического поля и световой энергии на высокоомный полупроводник происходит фотополяризация, т.е. образование внутреннего электрического поля, противодействующего внешнему, которое сохраняется длительное время после снятия внешних воздействий. Материалы с такими свойствами называют фотоэлектретами

ПРИМЕНЕНИЕ Фотоэлектреты используются в качестве элементов памяти, интеграторов излучения, безвакуумных аналогов телевизионных трубок

Литература. Справочник по электрическим материалам/Под ред. Ю.В.Корицкого. Т.3. Л. Энергия, 1976; Ковальский П.Н., Шнейдер А.Д. Фотоэлектретный эффект в полупроводниках. Львов. Віща шк., 1977, Губкин А.Н. Электреты. Электронный эффект в твердых диэлектриках. М. Наука, 1979.

35 ЯВЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ИНЕРТНОСТИ ПРИМЕСЕЙ МЕТАЛЛОВ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ СО СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИМИ ВАКАНСИЯМИ

Вход

Поток микрочастиц. Электроны, нейтроны. Плотность потока частиц ($\text{с}^{-1}\cdot\text{м}^{-2}$). Увеличение до $10^{13} \text{ с}^{-1}\cdot\text{м}^{-2}$

Выход

Радиационная электрическая проводимость (См). Линейное Увеличение

Объект — кристалл типа теллурида индия

СУЩНОСТЬ Примесные атомы металлов, локализованные в стехиометрических вакансиях кристаллов типа In_2Te_3 , электрически неактивны (химически инертны). В результате физические параметры кристалла: подвижность, концентрация носителей заряда, радиационная проводимость и ее функциональные зависимости (от температуры, плотности потока, энергии частиц) — обладают аномально высокой стойкостью к облучению ионизирующими излучениями различных видов. При этом наблюдается строгая линейная зависимость радиационной проводимости кристаллов теллурида индия от интенсивности и энергетического спектра ионизирующего излучения

ПРИМЕНЕНИЕ В качестве основного элемента в детекторах и спектрометрах ионизирующих излучений

Литература: Кошкин А.М. и др. Детекторы ионизирующих излучений на основе радиационно стойких кристаллических полупроводников типа In_2Te_3 // Атомная энергия 1977. Т. 42, вып. 4, Вавилов В.Л., Ухин К.С. Радиационные эффекты в полупроводниках и полупроводниковых приборах. М. Атомиздат, 1968.

36 ВЕНТИЛЬНЫЙ ФОТОЭФФЕКТ

Вход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Длина волны (м). От $0,4\cdot 10^{-6}$ до $0,8\cdot 10^{-6}$

Выход

Разность потенциалов (В). Фото-ЭДС

Объект — контакт двух различных полупроводников, контакт полупроводника с металлом

СУЩНОСТЬ Возникновение ЭДС силы в системе, содержащей контакт двух различных полупроводников или полупроводника с металлом, при поглощении квантов излучения оптического диапазона. С увеличением интенсивности лучистого потока ЭДС возрастает, достигая насыщения при больших освещенностях. Наибольшее практическое применение имеет вентильный фотоэффект, возникающий в $p-n$ -переходе

ПРИМЕНЕНИЕ Для преобразования световой энергии в электрическую в вентильных фотоэлементах

Литература. Физический энциклопедический словарь. Т 17 М. Сов. энциклопедия, 1960, Геворкян Р.Г., Шепель В.В. Курс общей физики М.. Высш. шк., 1972.

37 АНОМАЛЬНОЕ ФОТОНАПРЯЖЕНИЕ (АФН-эффект)

Вход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$)

Выход

Электрическое поле. Постоянное. Электрическое напряжение (В)

Объект — полупроводник

СУЩНОСТЬ В косонапыленных пленках многих полупроводников толщиной от 2 до 50 мкм, а также в монокристаллах ZnS и серы при освещении возникает электрическое напряжение, значительно превышающее ширину запрещенной зоны

ПРИМЕНЕНИЕ При разработке оптоэлектронных приборов

Литература. Панков Ж. Оптические процессы в полупроводниках М.. Мир, 1973

38 ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОТОМАГНИТНЫЙ ЭФФЕКТ

Вход

Вход 1. Магнитное поле. Постоянное. Перпендикулярное потоку излучения. Напряженность магнитного поля (А/м). Увеличение.
Вход 2. Электромагнитное излучение. Поток излучения (Вт). Увеличение

Выход

Электрическое поле. Разность потенциалов (В). Изменение

Объект — проводники, полупроводники

СУЩНОСТЬ Если прямоугольную пластину из проводника (или полупроводника), помещенную во внешнее магнитное поле, облучать электромагнитным излучением, поток которого перпендикулярен напряженности магнитного поля, то на пластине возникает разность потенциалов

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания высокочувствительных приемников инфракрасного излучения

Литература: Выставкин А.Н., Коган Ш.М., Лифшиц Т.М., Мельник П.Г. Электронный термомагнитный эффект // Радиотехника и электротехника. 1963. Т.8, № 6.

39 МАГНИТОДИОДНЫЙ ЭФФЕКТ

Вход

Вход 1. Магнитное поле. Магнитная индукция (Тл). Увеличение.
Вход 2. Электрический ток. Постоянный. Сила электрического тока (А)

Выход

Электрический ток. Сила электрического тока (А). Резкое уменьшение

Объект — полупроводниковый диод

СУЩНОСТЬ Наложение магнитного поля на полупроводниковый диод, по которому течет ток, приводит к резкому уменьшению последнего

ПРИМЕНЕНИЕ В устройствах автоматики, в бесконтактных механических переключателях, преобразователях постоянного тока в переменный, при создании бесколлекторных двигателей, микрофонов и т.д.

Литература: Стафеев В.И., Каракушан Э.И. Магнитодиоды. М.: Наука, 1975; Викулин И.М., Викулин А.Ф. Гальваномагнитные приборы. М.: Радио и связь, 1983.

40 ХЕМОМАГНИТНЫЙ ЭФФЕКТ

Вход

Вход 1. Магнитное поле. Постоянное. Магнитная индукция (Тл). Увеличение.
Вход 2. Давление (Па). Увеличение

Выход

Электрическое поле. ЭДС (В). Увеличение

Объект — контакт Ge (n-типа) с атомарным водородом

СУЩНОСТЬ Возникновение ЭДС между боковыми гранями образца, помещенного в магнитное поле, вектор индукции которого нормален направлению диффузии носителей заряда, генерируемых в приповерхностном слое при рекомбинации свободных атомов водорода на поверхности образца. Эффект линейно возрастает с увеличением магнитной индукции и парциального давления атомов водорода

ПРИМЕНЕНИЕ При изучении хемосорбции активных газов на поверхности полупроводников и состояния их поверхности

Литература: Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983.

41 ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Вход

Электромагнитное излучение. Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$)

Выход

Каталитическая активность ($\text{см}^{-3}\cdot\text{с}^{-1}$). Изменение

Объект — поверхность полупроводника в смеси реагирующих газов (например, ZnCl_2 в смеси $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Cl}_2$, ZnO в смеси $\text{CO} + \text{O}_2$ и др.)

СУЩНОСТЬ Зависимость свойств полупроводника как катализатора химической реакции от интенсивности падающей волны. Каталитическая активность поверхности может как возрастать, так и убывать. Знак и абсолютная величина эффекта зависят от условий проведения процесса (температура, давление) и от обработки, которой подвергался полупроводник до облучения

ПРИМЕНЕНИЕ В промышленном гетерогенном катализе для увеличения каталитической активности поверхностей катализатора

Литература Бару В.Г., Волькенштейн Ф.Ф. Влияние облучения на поверхностные свойства полупроводников. М.: Наука, 1978; Вавилов В.С. Действие излучения на полупроводники. М.: Физматгиз, 1963; Яворский В.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Наука, 1965.

42 ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ФОТОАДСОРБЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ

Вход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Ультрафиолетовое. Частота колебаний (Гц). Больше или равна пороговой частоте

Выход

Адсорбционная способность (м^{-2}). Увеличение

Объект — поверхность полупроводника в газе

СУЩНОСТЬ В результате поглощения электромагнитного излучения внутри полупроводника имеет место внутренний фотоэффект, приводящий к обогащению полупроводника свободными электронами и дырками, что обуславливает увеличение концентрации адсорбционных центров на поверхности полупроводника, а значит, и его поверхностной активности

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания адсорбционных слоев, резко повышающих устойчивость эмульсий, суспензий

Литература: Барц В.Г., Волькенштейн Ф.Ф. Влияние облучения на поверхностные свойства полупроводников. М.: Наука, 1978; Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983.

43 ЭФФЕКТ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ

Вход

Электрическое поле. Импульсное. Напряженность электрического поля ($\text{В}/\text{м}$). От 10^6 до 10^8 $\text{В}/\text{м}$. Длительность импульса (с). Более или равна 10^{-6} с

Выход

Электрическое сопротивление (Ом). Скачкообразное уменьшение. Отношение сопротивления после переключения к начальному $10^{-2} - 10^{-4}$

Объект — полупроводник

СУЩНОСТЬ Скачкообразный и обратимый переход полупроводника из высокоомного состояния в низкоомное под действием электрического поля, превышающего пороговое значение. Наблюдается в однородных полупроводниках с S-образной вольт-амперной характеристикой. Наиболее ярко выражен у аморфных полупроводников, в частности у стеклообразных

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания элементов памяти, в логических схемах

Литература: Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983; Костылев С.А., Шкут В.А. Электронные переключатели в аморфных полупроводниках. Киев: Наук. думка, 1978.

44 УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХАЛЬКОГЕНИДОВ МЕДИ И СЕРЕБРА ПРИ ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИИ

Вход

Температура (К). Циклическое изменение около температуры полиморфного превращения

Выход

Термоэлектрическая эффективность (K^{-1}). Увеличение в 2–3 раза

Объект — халькогениды меди и серебра и твердые растворы на их основе

СУЩНОСТЬ Термоэлектрическая эффективность материалов на основе халькогенидов меди и серебра увеличивается при термоциклировании вблизи температуры полиморфного превращения. Даже небольшое количество термоциклов, например для Cu_2TeS , приводит к росту термоэлектрической эффективности примерно в 3 раза. Метод повышения термоэлектрической эффективности с помощью термоциклирования можно применять и для других соединений, у которых наблюдаются полиморфные превращения

ПРИМЕНЕНИЕ Для получения материалов с оптимальными термоэлектрическими характеристиками

Литература. Горбачев В.В. Полупроводниковые соединения A_2B^{VI} . М.: Металлургия, 1980.

45 ЗАВИСИМОСТЬ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ХАЛЬКОГЕНИДОВ МЕДИ И СЕРЕБРА ОТ СОСТАВА

Вход

Степень отклонения от стехиометрии (величина безразмерная). Увеличение в пределах области гомогенности

Выход

Термоэлектрическая эффективность (K^{-1}). Немонотонное изменение

Объект — халькогениды меди и серебра и твердые растворы на их основе

СУЩНОСТЬ Термоэлектрическая эффективность нестехиометрических халькогенидов меди и серебра и твердых растворов на их основе составляет $(1-4)10^{-3} K^{-1}$ и сильно зависит от степени отклонения от стехиометрии. Регулирование отклонения от стехиометрии в пределах области гомогенности позволяет получать материалы с максимальной термоэлектрической эффективностью Z_{max} . Для сульфида серебра при $200^\circ C$ $Z_{max} = 0,8 \cdot 10^3 K^{-1}$ и достигается при составе $Ag_{2,0008}S$. Это значение в 2 раза выше, чем для стехиометрического состава

ПРИМЕНЕНИЕ Для получения материалов с оптимальными термоэлектрическими характеристиками

Литература. Горбачев В.В. Полупроводниковые соединения A_2B^{VI} . М.: Металлургия, 1980.

46 ВОЗНИКНОВЕНИЕ МЕДЛЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ МАГНИТОПЛАЗМЕННЫХ ВОЛН В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Вход

Вход 1. Магнитное поле. Однородное. Постоянное. Сильное. Напряженность магнитного поля (А/м). Изменение от 0 до $2 \cdot 10^3$ А/м.

Вход 2. Электромагнитное излучение. Радиоволны. Фазовая скорость (м/с). Примерно $3 \cdot 10^8$ м/с

Выход

Электромагнитное излучение. Радиоволны. Фазовая скорость. Намного меньшая скорости света в веществе

Объект — поверхность полупроводника (типа InSb)

СУЩНОСТЬ Под действием постоянного внешнего магнитного поля полупроводниковый кристалл приобретает свойства гиротропии. В результате в таком полу-

проводнике при возбуждении электромагнитного сигнала радиодиапазона наблюдается возникновение медленных поверхностных магнитоплазменных волн, распространяющихся по поверхности полупроводника в виде однонаправленной волны с фазовой скоростью, много меньшей скорости света в данном веществе

ПРИМЕНЕНИЕ В исследованиях поверхностей проводящих сред, в измерительных и радиотехнических устройствах

Литература. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Физматгиз, 1959; Белецкий Н.Н., Булгаков А.А., Ханкина С.И., Яковенко В.М. Плазменные неустойчивости и нелинейные явления в полупроводниках. Киев. Наук. думка, 1984, Гинцбург М.А. Поверхностные волны на границе гиротропной среды // Журн. эксперим. и теор. физики. 1958. Т. 34, № 6.

47 ВОЗНИКНОВЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ НА КОНТАКТЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ СВЧ-ВОЛНЫ

Вход

Электромагнитное излучение. СВЧ-волна. Мощность излучения (Вт). Увеличение

Выход

Электрическое поле. Постоянное. Разность потенциалов (В). Увеличение от 10^{-1} до 1 В

Объект — контакт двух полупроводников одинакового типа

СУЩНОСТЬ Под действием неоднородного электрического поля СВЧ-волны на контакте двух полупроводников одинакового типа возникает постоянное электрическое поле, напряженность которого зависит от типа контактирующих полупроводников и средней СВЧ-мощности, приходящейся на один носитель заряда

ПРИМЕНЕНИЕ Для вычисления электронной температуры в полупроводнике, для определения средней мощности высокочастотного электромагнитного поля

Литература. Конуэлл Э. Кинетические свойства полупроводников в сильных электрических полях. М.: Мир, 1970

48 ЭФФЕКТ РИГИ – ЛЕДЮКА

Вход

Вход 1. Магнитное поле. Постоянное. Напряженность магнитного поля (А/м). Выход 2. Градиент температуры (первичный) (К/м)

Выход

Градиент температуры (вторичный) (К/м)

Объект — проводник

СУЩНОСТЬ При помещении проводника с продольным градиентом температуры (ось X) в перпендикулярное магнитное поле (ось Z) возникает градиент температуры в направлении, перпендикулярном первичному градиенту температуры и магнитному полю (ось Y). Знак эффекта зависит от знака носителей заряда в проводнике

ПРИМЕНЕНИЕ Для определения фононной теплопроводности, создает дополнительные погрешности при работе гальваномагнитных преобразователей

Литература: Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983; Цидильковский И.М. Термомагнитные явления в полупроводниках. М.: Физматгиз, 1960, Кайданов В.И., Лискер И.С. К вопросу об определении гальвано- и термомагнитных явлений в полупроводниках // Инж.-физ. журнал. 1965, Т.8, № 5.

49 ЭФФЕКТ БУРШТЕЙНА – МОССА

Вход

Концентрация примеси (m^{-3}). Увеличение

Выход

Красная граница фотоэффекта (Гц). Увеличение

Объект — примесный полупроводник

СУЩНОСТЬ В примесном полупроводнике концентрация свободных электронов определяется концентрацией примесных атомов. С ростом концентрации примеси

увеличивается концентрация свободных электронов, что приводит к вырождению электронного газа, и уровень Ферми оказывается значительно выше дна зоны проводимости. Для возбуждения электрона из валентной зоны на уровень Ферми требуется большая энергия фотона, чем прежде, т.е. происходит сдвиг красной границы фотоэффекта. У германия при комнатной температуре красная граница фотоэффекта составляет $1,5 \cdot 10^{14}$ Гц. С увеличением концентрации примеси сдвиг достигает значения $3 \cdot 10^{13}$ Гц

ПРИМЕНЕНИЕ Для измерения параметров фотоэлектрических приборов

Литература: Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1977.

50 свойство многозначной анизотропии электрической проводимости полупроводниковых кристаллов в сильных электрических полях

Вход

Электрическое поле. Напряженность электрического поля (В/м). Увеличение до критического значения

Выход

Электрическая проводимость (См). Анизотропные изменения

Объект — кристаллический полупроводник

СУЩНОСТЬ В однородных кристаллических полупроводниках при достижении критического значения напряженности электрического поля возникают параллельные направлению тока слои с различной анизотропией электрической проводимости, что приводит к различным направлениям вектора напряженности электрического поля в каждом слое

ПРИМЕНЕНИЕ Для разработки датчиков магнитного поля, давления и др.

Литература: Труды симпозиума по физике плазмы и электрическим неустойчивостям в полупроводниках. Вильяус: Миясис, 1972; Аше М., Грибников З.С., Митин В.В., Сарбей С.Т. Горячие электроны в многодоменных полупроводниках. Киев: Наук. думка, 1982.

51 явление резкого возрастания магнетосопротивления при определенной напряженности электрического поля (эффект Есаки)

Вход

Вход 1. Электрическое поле. Напряженность электрического поля (В/м), Выход 2. Магнитное поле. Магнитная индукция (Тл). Увеличение

Выход

Удельное электрическое сопротивление (Ом•м). Увеличение

Объект — проводник

СУЩНОСТЬ В проводнике, помещенном в скрещенные электрическое и магнитное поля, при определенной напряженности электрического поля происходит резкое возрастание электрического сопротивления

ПРИМЕНЕНИЕ Для измерения электрических полей, для создания датчиков контроля напряженности электрического поля

Литература. Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Радио и связь, 1971, Калашников С.Г. Нелинейные гальваномагнитные явления в полупроводниках и проводниках в условиях сильного взаимного увлечения электронов и фононов // Физика тверд. тела. 1964. Т.6, вып.8.

52 ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКА ОТ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

Вход

Всестороннее сжатие. Давление (Па). Увеличение от 10^5 до 10^{10} (Па)

Выход

Удельная электрическая проводимость (См/м). Увеличение от 10^{-10} до 10^6 (См/м)

Объект — полупроводник

СУЩНОСТЬ С увеличением всестороннего сжатия (гидростатического давления) полупроводникового кристалла уменьшается межатомное расстояние, увеличивается перекрытие электронных орбиталей, что приводит к резкому увеличению электрической проводимости (переход полупроводник — металл)

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания датчиков давления

Литература: Зеерер К. Физика полупроводников. М.: Наука, 1977.

53 ЭФФЕКТ АНДЕРСОНА

Вход

Концентрация легирующей примеси (м^{-3}). Увеличение от 10^{24} до 10^{26} м^{-3}

Выход

Удельная электрическая проводимость (См/м). Уменьшение от 10^2 до 10^{-2} См/м

Объект — аморфный полупроводник

СУЩНОСТЬ При увеличении концентрации легирующего элемента в ряде полупроводников наблюдается резкое уменьшение электрической проводимости, что объясняется разупорядочением кристаллической решетки матрицы и локализацией электронных волновых функций на флуктуациях решеточного потенциала. Разупорядоченный в результате легирования полупроводник, в котором наблюдается переход Андерсона, называют "Фермиевским стеклом"

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания датчиков состава

Литература: Мотт Н., Дэвис Э. Электронные процессы в некристаллических веществах. Т.1. М.: Мир, 1982.

54 АДРСОРБЦИЯ ПОСЛЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОСВЕЩЕНИЯ («эффект памяти»)

Вход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Частота колебаний (Гц)

Выход

Адсорбционная способность (м^{-2}). Изменение

Объект — поверхность полупроводника

СУЩНОСТЬ После облучения светом в вакууме поверхность полупроводника, помещенного в газовую среду, имеет увеличенную адсорбционную способность за счет того, что освещение создает дополнительные адсорбционные центры. Время сохранения повышенной адсорбционной способности зависит от времени облучения, свойств полупроводника и газа, от температуры, частоты облучения и может меняться от нуля до бесконечности

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания стабильных адсорбционных слоев

Литература: Бару В.Г., Волькенштейн Ф.Ф. Влияние облучения на поверхностные свойства полупроводников. М. Наука, 1978, Волькенштейн Ф.Ф. Физикохимия поверхности полупроводников. М. Наука, 1973; Физический энциклопедический словарь. М.. Сов.энциклопедия, 1983.

55 ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ФОТОЭФФЕКТ

Вход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Сила света (кд)

Выход

Удельная электрическая проводимость (См/м). Уменьшение

Объект — полупроводник

СУЩНОСТЬ Отрицательный фотоэффект — уменьшение электрической проводимости полупроводника при его освещении. Наблюдается в ряде полупроводников, причем одни и те же материалы могут проявлять как положительный (нормальный), так и отрицательный эффект в зависимости от условий их получения. Например, Ag_2S , легированный PbS в пределах 1–2 %, показывает отрицательный фотоэффект, при других концентрациях PbS — положительный. Предложено несколько механизмов отрицательного фотоэффекта. Один из наиболее простых — активизация светом уровней прилипания, на которых захватываются электроны из зоны проводимости

ПРИМЕНЕНИЕ В фотоэлектрических датчиках и преобразователях

Литература. Физический энциклопедический словарь. М.: Сов.энциклопедия, 1983.

56 ЭФФЕКТ ОБРАЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ДЕФЕКТОВ СТРУКТУРЫ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Вход

Концентрация первичных дефектов с энергией, превышающей пороговое значение энергии образования дефекта (м^{-3}). Увеличение

Выход

Концентрация вторичных дефектов (м^{-3}). Увеличение

Объект — полупроводник

СУЩНОСТЬ При облучении кристалла полупроводника быстрыми нейтронами кинетическая энергия, передаваемая атомам нейтронами при рассеянии, значительно превышает пороговое значение энергии образования дефекта E_d . При этом первичный дефект способен вызвать каскад вторичных дефектов в облучаемом полупроводнике. В соответствии с каскадной теорией коэффициент размножения дефектов может достигать 10^2 – 10^3 . Образование вторичных дефектов продолжается до тех пор, пока энергия первичного дефекта не уменьшится до E_d

ПРИМЕНЕНИЕ Для регистрации слабых потоков нейтронов

Литература: Вавилов В.С. Действие излучений на полупроводники. М.: Физматгиз, 1963.

57 ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ РЕКОМБИНАЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ТОКА ВОЗБУЖДЕНИЯ

Вход

Электрический ток. Сила тока (А). Увеличение от 10^{-3} до 10 А

Выход

Электромагнитное излучение. Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Увеличение

Объект — полупроводник

СУЩНОСТЬ Если в полупроводнике специальной формы и размеров создать необходимую избыточную концентрацию носителей (фотовозбуждение, инжекция), то можно наблюдать собственное излучение, обусловленное рекомбинацией электронно-дырочных пар. Чем больше возбуждено неравновесных носителей (чем больше ток возбуждения), тем интенсивнее рекомбинационное излучение. Образ-

цы обычно изготавливаются в виде тонких пластин ($10^{-2} - 10^{-3}$ см) или полусфер для того, чтобы уменьшить потери на поглощение и полное внутреннее отражение

ПРИМЕНЕНИЕ Используется в преобразователях электрической энергии в световую

Литература. Вавилов В.С. Действие излучений на полупроводники. М.. Физматгиз, 1963.

58 ЭФФЕКТ УРБАХА

Вход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Энергия фотона (Дж). Увеличение от 10^{-20} до 10^{-18} Дж

Выход

Коэффициент поглощения света (безразмерная величина). Увеличение

Объект — некристаллический полупроводник (например, аморфный)

СУЩНОСТЬ Эффект Урбаха заключается в экспоненциальном увеличении коэффициента поглощения света в интервале изменений энергий фотона порядка нескольких электрон-вольт. Эффект типичен для некристаллических полупроводников. Фундаментальное поглощение в кристаллических полупроводниках сопровождается быстрым ростом коэффициента поглощения в интервале энергий фотона $(1 - 10)10^{-2}$ эВ

ПРИМЕНЕНИЕ В фотоэлектрических преобразователях на некристаллических полупроводниках

Литература. Мотт Н., Дэвис Э. Электронные процессы в некристаллических веществах. Т.1. М.. Мир, 1982

59 ЭФФЕКТ ЭКСИТОННОГО ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА

Вход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Частота колебаний (Гц). Увеличение от нуля до частоты собственного поглощения

Выход

Концентрация экситонов (м^{-3}). Увеличение

Объект — полупроводник

СУЩНОСТЬ В ряде полупроводников, например V_2O_5 , Cu_2O , CdS и др., наблюдается поглощение света с частотами меньшими частоты собственного поглощения, равной E_g/h , где E_g — ширина запрещенной зоны, что связано с возбуждением квазичастиц — экситонов, представляющих собой связанное состояние электрона и дырки, обусловленное их кулоновским притяжением. Экситон — нейтральная частица, поэтому экситонное поглощение света не сопровождается возникновением фотопроводимости. Энергия возбуждения экситона, равная кванту энергии поглощенного света, меньше ширины запрещенной зоны. Используя лазерное излучение, можно получать концентрацию экситонов 10^{24}м^{-3}

ПРИМЕНЕНИЕ В оптических спектральных приборах и дискретных анализаторах спектра

Литература. Бонч-Бруевич В.Л., Калашиников С.Г. Физика полупроводников. М. Наука, 1977

60 ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ПЛАВЛЕНИИ

Вход

Температура (К). Увеличение в области плавления

Выход

Удельная электрическая проводимость ($\text{См}\cdot\text{м}^{-1}$). Резкое увеличение

Объект — полупроводник

СУЩНОСТЬ В процессе нагревания полупроводника в области точки плавления $T_{\text{пл}}$ происходит постепенное разрушение ковалентных межатомных связей, ответст-

венных за полупроводниковые свойства. При этом резко увеличивается число электронов (дырок) проводимости и наблюдается металлизация полупроводника. При дальнейшем нагревании расплава электрическая проводимость практически не изменяется, что указывает на полную металлизацию полупроводника

ПРИМЕНЕНИЕ В термодатчиках и терморегуляторах

Литература. Катлер М. Жидкие полупроводники. М.: Мир, 1980.

61 ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ В ПОЛУПРОВОДНИКЕ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РАДИКАЛО-РЕКОМБИНАЦИОННОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

Вход

Концентрация примеси (активатора) (м^{-3}). Увеличение

Выход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Немонотонное изменение

Объект — поверхность полупроводника в газовой смеси свободных атомов и радикалов

СУЩНОСТЬ Рекомбинация свободных атомов и радикалов на поверхности полупроводникового люминофора приводит к возбуждению кристалла. При переходе кристалла в основное состояние испускается световое излучение — радикало-рекомбинационная люминесценция, интенсивность которой зависит от концентрации примесей, играющих роль активатора, в полупроводнике. Увеличение концентрации примесей приводит сначала к росту интенсивности люминесценции, а затем к ее снижению

ПРИМЕНЕНИЕ В светотехнике для создания люминесцентно-накальных источников света и в физико-химических исследованиях для определения характеристик твердых тел

Литература. Волькенштейн Ф.Ф., Горбань А.Н., Соколов В.А. Радикало-рекомбинационная люминесценция полупроводников. М.: Наука, 1976.

62 ВЛИЯНИЕ ГАЗОВЫХ ПРИМЕСЕЙ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РАДИКАЛО-РЕКОМБИНАЦИОННОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

Вход

Концентрация газовых примесей (м^{-3}). Увеличение

Выход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Изменение

Объект — поверхность полупроводника в газовой смеси свободных атомов и радикалов

СУЩНОСТЬ Рекомбинация свободных атомов и радикалов на поверхности полупроводникового люминофора приводит к возбуждению кристалла. При переходе кристалла в основное состояние испускается световое излучение — радикало-рекомбинационная люминесценция. Введение примесей в состав активного газа приводит к изменению интенсивности люминесценции, которая в зависимости от природы полупроводника и газа может как возрастать, так и падать

ПРИМЕНЕНИЕ В светотехнике для создания люминесцентно-накальных источников света, а также в физико-химических исследованиях для определения характеристик твердых тел и газов

Литература. Волькенштейн Ф.Ф., Горбань А.Н., Соколов В.А. Радикало-рекомбинационная люминесценция полупроводников. М.: Наука, 1976, Вавилов В.С. Действие излучений на полупроводники. М.: Физматгиз, 1963.

63 АКУСТОМАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Вход

В х о д 1. Упругие (акустические) волны. Ультразвук. Частота колебаний (Гц). Выше 10^7 Гц. В х о д 2. Магнитное поле. Магнитная индукция (Тл)

Выход

Разность потенциалов (В). От 10^{-3} до $5 \cdot 10^{-6}$ В

Объект — полупроводник

СУЩНОСТЬ При пропускании ультразвука через полупроводник, помещенный в поперечное магнитное поле, в направлении, перпендикулярном магнитному полю и направлению распространения волны, возникает разность потенциалов электрического поля

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания очень чувствительных детекторов ультразвука, устройств для считывания оптической информации, для исследования энергетических состояний носителей зарядов в веществе

Литература: Королюк А.П., Рой В.Ф. Акустомагнитоэлектрический эффект в теллуре // Физика и техника полупроводников 1972. Т.6, вып.3; Конышева Ю.П. Открытия советских ученых. М.: Моск. рабочий, 1979.

64 ЭФФЕКТ КИКОИНА – НОСКОВА (фотомагнитоэлектрический эффект)

Вход

В х о д 1. Электромагнитное излучение. Видимое. Круговая (циклическая) частота (с^{-1}). В х о д 2. Магнитное поле. Постоянное. Напряженность магнитного поля (А/м). От 10^{-5} до 10^{-6} А/м

Выход

Электрическое поле. Постоянное. Напряженность электрического поля (В/м). От 10^{-13} до 10^{-10} В/м

Объект — полупроводник

СУЩНОСТЬ Возникновение электрического поля в освещенном полупроводнике, помещенном в магнитное поле. Электрическое поле перпендикулярно магнитному полю и потоку носителей тока (электронов, дырок), диффундирующих в полупроводнике в направлении от освещенной стороны, где поглощенные фотоны образуют электронно-дырочные пары, к неосвещенной. Эффект наблюдается при резко неоднородной концентрации неосновных носителей тока, что достигается при сильном поглощении света

ПРИМЕНЕНИЕ В фотодиодах и для исследования неравновесных электронных свойств полупроводников

Литература. Киреев П.С. Физика полупроводников. М Высш.шк., 1975; Физический энциклопедический словарь М.. Сов.энциклопедия, 1983.

65 ЭЛЕКТРОГИРАЦИЯ

Вход

Электрическое поле. Напряженность электрического поля (В/м). Увеличение от сотен вольт до десятков киловольт

Выход

Постоянная вращения плоскости поляризации ($\text{К} \cdot \text{мм}^{-1}$). Изменение от долей $\text{К} \cdot \text{мм}^{-1}$ до нескольких $\text{К} \cdot \text{мм}^{-1}$

Объект — кристаллы всех классов симметрии, кроме МЗМ и 432, и ацентричные кристаллы

СУЩНОСТЬ Возникновение или изменение оптической активности в кристаллах под действием электрического поля. Например, в кристалле РbMoO_4 при напря-

женности поля 10 кВ/м возникает оптическая активность, дающая удельное вращение плоскости поляризации света $0,5 \text{ К}\cdot\text{мм}^{-1}$ на длине волны 400 нм . В кристаллах кварца обнаружена квадратичная зависимость электрогирации от напряженности поля. В некоторых сегнетоэлектриках, например $5 \text{ PbO}\cdot 3 \text{ GeO}_2$, от напряженности поля зависит знак оптической активности

ПРИМЕНЕНИЕ В оптических квантовых генераторах, управляемых светофильтрах, при исследовании сегнетоэлектрических фазовых переходов

Литература: Блох О.Г., Желудев И.С. Электрогирационные свойства сегнетоэлектрических кристаллов // Изв. АН СССР. Сер. физ. 1977. Т. 41, 3; Физический энциклопедический словарь М. Сов. энциклопедия, 1983.

66 ДЛИННОВОЛНОВЫЙ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Вход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Длина волны (м). Длина волны света больше длины волны, соответствующей краю поглощения полупроводника

Выход

Электрическое поле. Разность потенциалов (В). До $0,3 \text{ В}$

Объект — контакт полупроводника и металлического проводника (например, $\text{Cu} - \text{CdS}$)

СУЩНОСТЬ Возникновение фотоЭДС в контакте полупроводника с металлическим электродом при освещении его светом, длина волны которого больше длины волны края поглощения полупроводника (т.е. при энергии фотонов меньше ширины запрещенной зоны)

ПРИМЕНЕНИЕ Фотоэлементы на основе контакта металла с полупроводником

Литература: Физический энциклопедический словарь М. Сов. энциклопедия, 1983, Ерохович А.С. Справочник по физике и технике. М.: Просвещение, 1983, Тауц Я. Фото- и термоэлектрические явления в полупроводниках. М.: Изд-во иностр. лит., 1962.

67 ЯВЛЕНИЕ ПЬЕЗОЭФФЕКТА В КЕРАМИЧЕСКИХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКАХ

Вход

Электрическое поле. Постоянное. Сильное. Напряженность электрического поля (В/м). Увеличение от 0 до $2 \cdot 10^6 \text{ В/м}$

Выход

Пьезомодуль (м/В). Увеличение от 0 до $3,2 \cdot 10^{-10} \text{ м/В}$

Объект — керамические сегнетоэлектрики (например, сегнетова соль, кварц, титанат бария)

СУЩНОСТЬ Поликристаллические (керамические) сегнетоэлектрические материалы являются изотропными телами и не обладают пьезоэффектом. При воздействии на керамические образцы сильного электрического поля происходит переориентация полярных осей доменов отдельных микрокристаллов. В результате керамика приобретает свойства пьезоэлектрика, характеризующиеся пьезомодулем. При снятии поляризующего поля пьезоэлектрические свойства образца сохраняются

ПРИМЕНЕНИЕ В электро-, гидроакустической и ультразвуковой аппаратуре, для создания пьезокерамических резонаторов и фильтров, преобразователей и линий задержки в радиоэлектронной аппаратуре

Литература: Ржанов А.В. Спонтанная поляризация поликристаллических образцов титаната бария // Журн. exper. и теор. физики. 1949. Т. 19, № 4; Ржанов А.В. Пьезоэффект титаната бария // Журн. exper. и теор. физики. 1949. Т. 19, № 6; Ржанов А.В. Титанат бария — новый сегнетоэлектрик // Успехи физ. наук. 1949. Т. 38, вып. 4

68 МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В АНТИФЕРРОМАГНЕТИКАХ (1)*Вход*

Электрическое поле. Напряженность электрического поля (В/м)

Выход

Намагниченность (А/м)

Объект — антиферромагнетик (например, оксид хрома и др.)

СУЩНОСТЬ При определенных типах симметрии расположения магнитных ионов в элементарной ячейке антиферромагнитного диэлектрического кристалла внешнее электрическое поле вызывает намагничивание, пропорциональное напряженности приложенного поля

ПРИМЕНЕНИЕ Для исследования магнитной структуры антиферромагнитных веществ, в СВЧ-радиоустановках

Литература Дзялошинский И.Е. К вопросу о магнитоэлектрическом эффекте в антиферромагнетиках // Журн. эксперим. и теор. физики 1959. Т 37, вып. 3(9). Астров Д.Н. О магнитоэлектрическом эффекте в антиферромагнетиках // Журн. эксперим. и теор. физики 1960. Т 38, вып. 3

69 МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В АНТИФЕРРОМАГНЕТИКАХ (2)*Вход*

Магнитное поле. Магнитная индукция (Тл)

*Выход*Поляризованность (Кл/м²)*Объект* — антиферромагнетик (например, оксид хрома и др.)

СУЩНОСТЬ При определенных типах симметрии расположения магнитных ионов в элементарной ячейке антиферромагнитного диэлектрического кристалла внешнее магнитное поле электрически поляризует кристалл

ПРИМЕНЕНИЕ Для исследования магнитной структуры антиферромагнитных веществ, в СВЧ-радиоустановках

Литература Дзялошинский И.Е. К вопросу о магнитоэлектрическом эффекте в антиферромагнетиках // Журн. эксперим. и теор. физики 1959. Т 37, вып. 3(9). Астров Д.Н. О магнитоэлектрическом эффекте в антиферромагнетиках // Журн. эксперим. и теор. физики 1960. Т 38, вып. 3

70 ЗАВИСИМОСТЬ ВРЕМЕНИ ПЕРЕПОЛЯРИЗАЦИИ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ ТИПА BaTiO₃ ОТ ТОЛЩИНЫ ОБРАЗЦА*Вход*

Вход 1. Электрическое поле. Импульсное. Параллельное полярной оси кристалла. Напряженность (В/м). Вход 2. Длина образца в направлении полярной оси (м). Увеличение от 10^{-3} до 10^{-1} см

Выход

Время переполаризации (с). Увеличение

Объект — кристаллы сегнетоэлектриков типа BaTiO₃

СУЩНОСТЬ Наложение на сегнетоэлектрик внешнего электрического поля, вектор напряженности которого имеет направление, противоположное вектору поляризации сегнетоэлектрического кристалла, приводит к его переполаризации (изменению направления вектора поляризации на противоположное). Переполаризация характеризуется временем переполаризации, которое зависит от свойств кристалла и внешних условий. При постоянной напряженности электрического поля время переполаризации линейно увеличивается с ростом толщины образца

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания запоминающих и отображающих устройств, являющихся составными частями ЭВМ и систем связи

Литература Иона Ф., Шираке Д. Сегнетоэлектрические кристаллы. М. Мир, 1965, Барфут Дж., Тейлор Дж. Полярные диэлектрики и их применение. М.: Мир, 1981, Смоленский Г.А., Крайник П.И. Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики М. Наука, 1968.

71 САМОФОКУСИРОВКА СВЕТА

Вход

Электромагнитное излучение. Лазерное. Видимое (свет). Поток излучения (Вт). Примерно 100 кВт

Выход

Электромагнитное излучение. Лазерное. Видимое (свет). Сфокусированное

Объект — нелинейный диэлектрик

СУЩНОСТЬ Под действием светового лазерного пучка нелинейная среда становится оптически неоднородной, что приводит к искривлению лучей. Если показатель преломления среды увеличивается с ростом напряженности электрического поля световой волны, то лучи, изгибаясь, концентрируются в области большей интенсивности — среда становится объемной собирающей линзой, фокус которой находится на некотором расстоянии от входа пучка в среду. С увеличением мощности лазерного излучения может возникнуть многофокусная самофокусировка

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания волноводов

Литература: Луговой В.Н., Прохоров А.М. Теория распространения мощного лазерного излучения в нелинейной среде // Успехи физ. наук. 1973. Т.111, вып.2; Яскарьян П.А. Эффект самофокусировки // Успехи физ. наук. 1973. Т.111, вып.2; Аракелян С.М., Чилингарян Ю.С. Нелинейная оптика жидких кристаллов. М.: Наука, 1984; Бломберген Н. Нелинейная оптика. М. Мир, 1966.

72 ФОТОДЕФОРМАЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ

Вход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Длина волны (м). Интенсивность излучения (Вт/м²). Увеличение

Выход

Относительная деформация (величина безразмерная). Изменение

Объект — кристаллы сегнетоэлектриков в полярной фазе

СУЩНОСТЬ Воздействие на кристаллы сегнетоэлектриков типа SbSi и BaTiO₃ электромагнитного излучения с длиной волны в области собственного поглощения кристаллов приводит к деформации кристаллов в направлении полярной оси. Деформация растет со временем и достигает максимального значения, которое затем не меняется. Скорость роста деформации зависит от интенсивности падающего излучения и возрастает с ее увеличением. Выключение освещения приостанавливает процесс фотопредеформации, после чего начинается релаксация к темновому значению

ПРИМЕНЕНИЕ В приборостроении для создания электрооптических устройств, для исследования механизмов сегнетоэлектрических явлений

Литература: Фридкин В.М. Фотосегнетоэлектрики. М.: Наука, 1979; Герзанич Е.И., Фридкин В.М. Сегнетоэлектрики типа AⁿB^mVⁿC^m. М.: Наука, 1982, Барфут Дж., Тейлор Дж. Полярные диэлектрики и их применение. М.: Мир, 1981.

73 ЯВЛЕНИЕ ГОРЯЧЕЙ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ КРИСТАЛЛОВ

Вход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Монохроматическое. Длина волны возбуждающего света (м)

Выход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Спектр. Длина волны (м). Изменение. Интенсивность излучения (Вт/м²). Изменение

Объект — кристаллы типа KCl с примесными центрами NO₂ и др.

СУЩНОСТЬ Горячая люминесценция — вторичное свечение примесных центров кристалла, происходящее в процессе релаксации поглощенного кристаллом света.

Горячая люминесценция молекулярных систем возникает в процессе колебательной (вращательной) релаксации в возбужденном электронном состоянии. Она в 10^3 – 10^4 раз слабее обычной люминесценции и в отличие от последней зависит от длины волны возбуждающего света. В спектрах горячей люминесценции проявляются колебания не только в основном, но и в возбужденном состоянии. Горячая люминесценция испускается до установления теплового равновесия примесного центра и несет информацию о быстропротекающих релаксационных процессах

ПРИМЕНЕНИЕ Для изучения энергетической структуры и временных характеристик органических соединений, чувствительных измерений спектров резонансного рассеяния, быстропротекающих процессов, химических реакций в газах, при поиске новых веществ

Литература: Ребане К.К., Саари П.М., Хижняков В.В. Явление горячей фотолуминесценции кристаллов. Открытие // Офиц. бюлл. Госкомитета СССР по делам изобр. и откр. М.: ВНИИПИ. 1981 № 39. Дипл. 243; Ребане К.К., Саари П.М. Горячая люминесценция и процессы релаксации // Изв. АН СССР. Физика. 1976. Т.40, вып.9

74 ФОТОРЕФРАКТИВНЫЙ ЭФФЕКТ

Вход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$)

Выход

Показатель преломления (величина безразмерная). Изменение

Объект — сегнетоэлектрики (например, LiNbO_3 , LiTaO_3 , BaTiO_3)

СУЩНОСТЬ При локальном освещении сегнетополупроводникового кристалла интенсивным проходящим светом в объеме кристалла внутри светового пучка имеет место обратимое изменение двулучепреломления за счет изменения показателя преломления необыкновенного луча (быстрое изменение оптических характеристик при освещении)

ПРИМЕНЕНИЕ При фоторефрактивной записи голограмм

Литература: Фридкин В.М. Фотосегнетоэлектрики. М.: Наука, 1981; Фридкин В.М. Сегнетоэлектрики-полупроводники. М.: Наука, 1976.

75 ЭФФЕКТ ЙОНСЕНА–РАБЕКА

Вход

Электрическое поле. Постоянное. Электрическое напряжение (В)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Давление (Па)

Объект — конденсатор с твердым диэлектриком

СУЩНОСТЬ В ряде случаев даже незначительное постоянное напряжение, приложенное к обкладкам конденсатора, может создать заметное притяжение электрода к диэлектрику. Данный эффект наблюдается у твердых диэлектриков со сравнительно малым удельным сопротивлением (ферриты, шифер, гипс, агат) и объясняется резкой неравномерностью распределения напряженности электрического поля в воздушном зазоре между диэлектриком и электродом

ПРИМЕНЕНИЕ В электростатических крепежных устройствах для крепления различных мелких и тонких деталей на станках для их обработки

Литература: Тарсев Б.М. Физика диэлектрических материалов. М.: Энергоиздат, 1982.

76 ЗАВИСИМОСТЬ НАПРЯЖЕНИЯ ФОТОПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ОТ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛАХ

Вход

Электромагнитное излучение. Монохроматическое. Видимое (свет). Плотность потока фотонов ($\text{с}^{-1}\cdot\text{м}^{-2}$). Увеличение от 0 до $10^{20} \text{ с}^{-1}\cdot\text{м}^{-2}$

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение фотопластической деформации (Па). Увеличение от 0 до 100 Па

Объект — упругодеформированный окрашенный щелочно-галоидный монокристалл (например, KCl, KBr, KI)

СУЩНОСТЬ Под действием электромагнитного излучения видимого диапазона в упругодеформированных окрашенных щелочно-галоидных кристаллах возникает напряжение пластической деформации, которое увеличивается с ростом интенсивности излучения до насыщения

ПРИМЕНЕНИЕ Для преобразования световой энергии в механическую, в датчиках электромагнитного излучения

Литература: Cabrera J.M., Agullo-Lopez F. Photoplastic Effect in Alkali Halides // J. Appl. Phys. 1974 Vol. 45, № 3; Шаскольская М.П. Кристаллография. М.: Высш.шк., 1976.

77 ЗАВИСИМОСТЬ НАПРЯЖЕНИЯ ФОТОПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛАХ ОТ ДЛИНЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ

Вход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Монохроматическое. Длина волны (м). Увеличение от $2\cdot 10^{-7}$ до 10^{-6} м

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение фотопластической деформации (Па). Изменение

Объект — упругодеформированный окрашенный щелочно-галоидный монокристалл (например, KCl, KBr, KI, NaCl)

СУЩНОСТЬ Под действием электромагнитного излучения в упругодеформированных окрашенных щелочно-галоидных кристаллах возникает напряжение пластической деформации, которое зависит от длины волны излучения. Напряжение пластической деформации принимает максимальные значения в области полос поглощения центрами окраски

ПРИМЕНЕНИЕ Для преобразования световой энергии в механическую, в датчиках электромагнитного излучения

Литература: Cabrera J.M., Agullo-Lopez F. Photoplastic Effect in Alkali Halides // J. Appl. Phys. 1974 Vol. 45, № 3; Шаскольская М.П. Кристаллография. М.: Высш.шк., 1976.

78 ВЛИЯНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПРОНИЦАЕМОСТЬ (РЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ)

Вход

Вход 1. Электрическое поле. Переменное. Частота колебаний (Гц)
Вход 2. Скорость сдвига (с^{-1})

Выход

Диэлектрическая проницаемость (безразмерная величина). Уменьшение

Объект — электрочувствительные дисперсные системы (электрореологическая суспензия)

СУЩНОСТЬ Под действием сдвига происходит изменение диэлектрических параметров электрочувствительных дисперсных систем, в частности уменьшается ди-

электрическая проницаемость. Изменение диэлектрической проницаемости при сдвиге значительно увеличивается с ростом концентрации в суспензии дисперсной фазы. Эффект объясняется тем, что электрическое поле приводит к образованию в электрореологической суспензии агломератов частиц дисперсной фазы. Под действием сдвига происходит разрушение агломератов частиц и их ориентации перпендикулярно напряженности электрического поля

ПРИМЕНЕНИЕ Для получения электрически анизотропных материалов, в частности электретов, для создания новых методов автоматического контроля изменений структуры и реологических характеристик текущих дисперсных систем

Литература Электрореологический эффект/Под ред. А.В.Лыкова. М.: Наука, 1972

79 ЗАВИСИМОСТЬ ТАНГЕНСА УГЛА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ОТ ЧАСТОТЫ В ИОННЫХ КРИСТАЛЛАХ, СОДЕРЖАЩИХ ИОНОВАЛЕНТНУЮ ПРИМЕСЬ

Вход

Электромагнитное излучение. Частота колебаний (Гц). Увеличение от 10^3 до 10^7 Гц

Выход

Тангенс угла диэлектрических потерь (безразмерная величина). Немонотонное изменение

Объект — ионный кристалл с примесью

СУЩНОСТЬ Тангенс угла диэлектрических потерь чистого ионного кристалла монотонно уменьшается с ростом частоты колебаний электромагнитного поля. Для кристалла, содержащего ионовалентную примесь, эта зависимость имеет характерный максимум на определенной частоте, зависящей от количества примеси. Наличие максимума связано с образованием комплексов дефектов из ионов примеси и вакансий атомов ионного кристалла

ПРИМЕНЕНИЕ Для экспрессного определения количества примеси в диэлектрических ионных кристаллах

Литература: Мурин А.Н. Химия несовершенных ионных кристаллов. Л. Металлургия, 1975.

80 ПОЛЯРИЗАЦИЯ КОРОНОЭЛЕКТРЕТОВ

Вход

Электрическое поле. Напряженность электрического поля (В/м). Электрическое поле коронного разряда

Выход

Поляризованность (Кл/м²)

Объект — диэлектрик с полярными молекулами

СУЩНОСТЬ Если вещество, молекулы которого обладают дипольным моментом, поместить в поле коронного разряда, то после выключения поля вещество сохраняет поляризованность, приобретенную ранее в поле. Поляризованность сохраняется длительное время (от нескольких дней до нескольких лет)

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания источников постоянного тока (электретные микрофоны и телефоны), вибродатчиков, генераторов слабых переменных сигналов, электрометров и др.

Литература: Физический энциклопедический словарь М.: Сов.энциклопедия, 1983, Губкин А.Н. Электреты. М.: Наука, 1978

81 ТЕРМОЭЛЕКТРЕТНЫЙ ЭФФЕКТ

Вход

В х о д 1. Электрическое поле. Постоянное. Напряженность электрического поля (В/м) В х о д 2. Температура (К). Уменьшение

Выход

Поверхностная плотность электрического заряда (Кл/м²). От 10⁻³ до 10⁻⁵ Кл/м²

Объект — диэлектрик (например, полиметилметакрилат, полиэтилентерефталат, эбонит, сера и др.)

СУЩНОСТЬ При охлаждении нагретого выше температуры стеклования или фазового перехода диэлектрика в постоянном электрическом поле в диэлектрике наблюдается устойчивая внутренняя поляризация

ПРИМЕНЕНИЕ Для получения источников постоянного электрического поля

Литература: Губкин А.Н. Электреты. Электретный эффект в твердых телах. М.: Наука, 1979; Ультразвук. Маленькая энциклопедия/Под ред. И.П.Голямина. М.: Сов.энциклопедия, 1979.

82 РАДИАЦИОННО-ЭЛЕКТРЕТНЫЙ ЭФФЕКТ

Вход

Электромагнитное излучение. Гамма-излучение. Интенсивность излучения (Вт/м²)

Выход

Поверхностная плотность электрического заряда (Кл/м²). До 10⁻⁶. Кл/м²

Объект — диэлектрик

СУЩНОСТЬ Возникновение внутреннего электрического поля (поляризации) в диэлектрике при облучении проникающей радиацией (гамма-излучение). Поверхностные заряды, которые образуются в результате поляризации диэлектрика, длительно сохраняются и создают электрическое поле в окружающем пространстве

ПРИМЕНЕНИЕ В дозиметрах проникающей радиации

Литература: Мязриков О.А., Манойлов В.Е. Электреты М.: Госэнергиздат, 1962, Губкин А.Н. Электреты. Электретный эффект в твердых диэлектриках. М.: Наука, 1978.

83 ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ ЭЛЕКТРЕТА

Вход

Поляризованность (Кл/м²)

Выход

Электрическое поле. Постоянное. Напряженность электрического поля (В/м)

Объект — диэлектрик с полярными молекулами (например, аморфный воск, парафин, смола, полимеры, титанаты щелочно-земельных металлов, стеатит, ультрафарфор, щелочно-галогидные монокристаллы)

СУЩНОСТЬ Электреты, т.е. диэлектрики, длительное время (от нескольких дней до нескольких лет) сохраняющие поляризованное состояние после снятия внешнего воздействия, вызвавшего поляризацию, создают в окружающем пространстве электрическое поле напряженностью E

ПРИМЕНЕНИЕ Как источники постоянного электрического поля (электретные микрофоны и телефоны, вибродатчики, генераторы слабых переменных сигналов, электрометры, электростатические вольтметры и др.), как чувствительные датчики в устройствах дозиметрии

Литература: Физический энциклопедический словарь М.: Сов.энциклопедия, 1983; Губкин А.Н. Электреты. М.: Наука, 1978.

84 ЗАВИСИМОСТЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКА ОТ АМПЛИТУДЫ ПЕРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Вход

Электрическое поле. Переменное. Напряженность электрического поля (В/м). Увеличение от 0 до $5 \cdot 10^5$ В/м

Выход

Диэлектрическая проницаемость (безразмерная величина). Немонотонное изменение (кривая с максимумом) в области $(1-5)10^4$

Объект — керамический сегнетоэлектрик

СУЩНОСТЬ Сегнетоэлектрические керамики, изготавливаемые на основе BaTiO_3 (ВК-1, ВК-2 и др.), обладают доменной структурой. В отсутствие внешнего электрического поля домены ориентированы хаотически и суммарный электрический момент близок нулю. Внешнее поле ориентирует домены, поэтому резко возрастает диэлектрическая проницаемость сегнетоэлектрика. Насыщение наступает, когда все домены ориентированы внешним полем. Дальнейшее увеличение амплитуды поля приводит к электрическим микропробоям и уменьшению диэлектрической проницаемости

ПРИМЕНЕНИЕ В нелинейных конденсаторах (варикондах)

Литература: Кухаркин Е.С. Основы инженерной электрофизики. М.: Высш.шк., 1969.

85 УВЕЛИЧЕНИЕ ПРЕДЕЛА ТЕКУЧЕСТИ ЩЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ В ПРОЦЕССЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СТУПЕНЧАТОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ

Вход

Вход 1. Упругие волны. Ультразвук. Частота колебаний (Гц). Увеличение от нуля до 0,8 МГц. Интенсивность ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Увеличение от нуля до 10^3 $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Вход 2. Силовое (механическое) воздействие. Ступенчатое нагружение. Ступени нагружения меньше предела текучести при данной температуре. Напряжение (Па). Увеличение

Выход

Пластическая деформация. Предел текучести (Па). Увеличение

Объект — щелочно-галоидный монокристалл (например, LiF, KCl и др.)

СУЩНОСТЬ При одновременном действии ультразвука и ступенчатой деформации при температуре меньше $0,25T_{\text{пл}}$ в области истошения дислокаций предел текучести монокристалла LiF по сравнению с исходным повышается в 3,5 раза. Основной вклад в увеличение предела текучести вносит ультразвуковое облучение (вклад ступенчатой ползучести составляет несколько десятков процентов). На предел текучести влияют температура и легирование

ПРИМЕНЕНИЕ Для учета изменения механических свойств щелочно-галоидных монокристаллов в ультразвуковом поле в условиях ступенчатого деформирования

Литература. Нечволод Н.К. Ползучесть кристаллических тел при низких температурах. Донецк, Киев. Вища шк., 1980; Тагиева М.М., Блистанов А.И., Шаскольская М.П. и др. Влияние легирования и температуры на пластическую деформацию кристаллов хлористого калия // Физика тверд. тела. 1968. Т. 14, вып. 7

86 ЗАВИСИМОСТЬ ВРЕМЕНИ ПЕРЕПОЛЯРИЗАЦИИ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Вход

Электрическое поле. Импульсное.

Напряженность (В/м). Увеличение

Выход

Время переполаризации (с).

Уменьшение

Объект — кристаллы сегнетоэлектриков типа BaTiO_3 в полярной фазе

СУЩНОСТЬ Наложение на сегнетоэлектрик внешнего электрического поля, напряженность которого имеет направление, противоположное вектору поляризации сегнетоэлектрического кристалла, приводит к его переполаризации (изменению направления вектора поляризации на противоположное). Переполаризация характеризуется временем переполаризации, которое зависит от свойств кристалла и внешних условий. С ростом напряженности электрического поля время переполаризации уменьшается

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания запоминающих и отображающих устройств, являющихся составными частями ЭВМ и систем связи

Литература. Иона Ф., Ширане Д. Сегнетоэлектрические кристаллы М Мир, 1965; Барфут Дж., Тейлор Дж. Полярные диэлектрики и их применение. М.. Мир, 1981, Смоленский Г.А., Крайник Н.Н. Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики М.. Наука, 1968.

87 ВЛИЯНИЕ ПЕРЕПОЛЯРИЗАЦИИ НА СПОНТАННУЮ ПОЛЯРИЗАЦИЮ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ ТИПА BaTiO_3 (эффект старения)

Вход

Электрическое поле. Импульсное.

Напряженность (В/м)

Выход

Спонтанная поляризованность

(Кл/м²). Уменьшение

Объект — кристаллы сегнетоэлектриков типа BaTiO_3

СУЩНОСТЬ При многократной переполаризации сегнетоэлектрика посредством наложения на кристалл импульсного электрического поля с импульсами чередующейся противоположной полярности происходит эффект динамического старения (усталости). Старение проявляется в уменьшении спонтанной поляризации

ПРИМЕНЕНИЕ В устройствах, использующих зависимость характеристик сегнетоэлектрика от процессов переключения

Литература. Барфут Дж., Тейлор Дж. Полярные диэлектрики и их применение М.. Мир, 1981; Яффе Б., Кук Ц., Яффе Г. Пьезоэлектрическая керамика М Мир, 1974

88 ЗАВИСИМОСТЬ ДВОЙНОГО ЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЯ В СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯРНЫХ КРИСТАЛЛАХ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Вход

Электрическое поле. Однородное.

Переменное. Напряженность электрического поля (В/м). Изменение.

От 0 до 10^6 В/м

Выход

Разность показателей преломления

обыкновенного и необыкновенного

лучей (величина безразмерная).

Изменение. От 0 до 10^{-2}

Объект — анизотропное вещество (сегнетоэлектрик), например, сегнетова соль и др.

СУЩНОСТЬ В сегнетоэлектрических полярных кристаллах имеет место двойное лучепреломление, обусловленное анизотропией вещества. Мерой оптической анизотропии является разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей. Наложение внешнего электрического поля оказывает влияние на поляризацию кристалла и изменяет разность показателей преломления лучей

ПРИМЕНЕНИЕ При создании модуляторов, для систем оптоэлектроники, систем оптической связи, запоминающих устройств и др.

Литература: Барфут Дж., Тейлор Дж. Полярные диэлектрики и их применение. М.: Мир, 1981; Иона Ф., Ширане Д. Сегнетоэлектрические кристаллы. М.: Мир, 1965; Смоленский Г.А., Крайник Н.Н. Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики. М.: Наука, 1968.

89 ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА САМОДИФфуЗИИ КАТИОНОВ В ИОННЫХ КРИСТАЛЛАХ ОТ ДАВЛЕНИЯ

Вход

Всестороннее сжатие. Давление (Па). Увеличение от 10^5 до 10^{10} Па

Выход

Коэффициент самодиффузии катионов ($\text{см}^2/\text{с}$). Уменьшение от 10^{-5} до 10^{-12} $\text{см}^2/\text{с}$

Объект — ионный кристалл (например, AgBr)

СУЩНОСТЬ В ионных кристаллах (оксиды, галогениды металлов 1-й группы) диффузия определяется в основном переносом ионов металла (катионов). С увеличением гидростатического давления уменьшается объем элементарной ячейки кристалла и, следовательно, активационный объем диффузии. Последнее уменьшает вероятность переноса катионов в соседнюю элементарную ячейку, что приводит к уменьшению коэффициента самодиффузии катионов

ПРИМЕНЕНИЕ При создании датчиков давления, управляемых ионисторов

Литература Мурин А.Н. Химия несовершенных ионных кристаллов. Л.: Химия, 1975.

90 ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕРМОСТОЙКОСТИ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ

Вход

Температура (К). Увеличение от 370 до 1270 К

Выход

Коэффициент термостойкости ($\text{Дж}/(\text{м}\cdot\text{с})$). Уменьшение в диапозоне $(1,42 - 0,29)10^3$ $\text{Дж}/(\text{м}\cdot\text{с})$

Объект — керамика на основе оксидов металлов

СУЩНОСТЬ С ростом температуры термическая стойкость (устойчивость против термических ударов, т.е. резкой смены температур) керамики на основе оксидов металлов (например, Al_2O_3 , BeO, MgO, ThO, ZrO_2 , TiO_2 , SiO_2 и др.) уменьшается

ПРИМЕНЕНИЕ Для изменения эксплуатационных характеристик керамики, используемой в устройствах, работающих в условиях резких перепадов температур

Литература. Мицуи Такаси. Оксидная керамика // Когэ дзайре 1966 Т 14, № 7 [Пер с яп.]

91 ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ТЕМПЕРАТУРУ КЮРИ У СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Давление (Па). Увеличение от 0 до 10^9 Па

Выход

Температура Кюри (К). Уменьшение на десятки К

Объект — кристаллы сегнетоэлектриков типа BaTiO_3 и SbSi

СУЩНОСТЬ Под действием механического давления, приложенного к кристаллам сегнетоэлектриков типа BaTiO_3 и SbSi , температура фазового перехода из неполярной фазы в полярную (температура Кюри) уменьшается. В широком диапазоне давлений зависимость температуры Кюри от давления носит линейный характер

ПРИМЕНЕНИЕ В запоминающих и отображающих источниках

Литература Иона Ф., Ширане Д. Сегнетоэлектрические кристаллы М.: Мир, 1965, Барфут Дж., Тейлор Дж. Полярные диэлектрики и их применение М.: Мир, 1981, Герзанич Е.И., Фридкин В.М. Сегнетоэлектрики типа $\text{A}^n\text{B}^m\text{V}^n\text{C}^m$ М.: Наука, 1982

92 АКУСТОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ (эффект Лучникова-Сигова)

Вход

Упругие (акустические) волны.
Ультразвук. Интенсивность звука
(Вт/м²)

Выход

Поток электронов. Кинетическая
энергия электрона (Дж)

Объект — радиоэлектрет

СУЩНОСТЬ При возбуждении ультразвуком радиоэлектретов (диэлектриков, полученных облучением электронами с энергией от 50 до 110 кэВ в вакууме) происходит явление аномального увеличения потока экзоелектронов из облученной поверхности

ПРИМЕНЕНИЕ Для получения высокостабильных электретных элементов

Литература: Физический энциклопедический словарь. М.: Сов.энциклопедия, 1983; Тареев Б.М. Физика диэлектрических материалов. М.: Энергоиздат, 1982.

93 ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ НАГРЕВ

Вход

Электрическое поле. Высоко-
частотное. Напряженность электриче-
ского поля (В/м). Частота коле-
баний (Гц). От $3 \cdot 10^5$ до $3 \cdot 10^8$ Гц

Выход

Температура (К). Увеличение

Объект — диэлектрик

СУЩНОСТЬ Нагрев диэлектриков в электрическом поле высокой частоты. Чем выше частота поля, тем большее количество теплоты выделяется в диэлектрике в единицу времени. Высокочастотный нагрев обеспечивает одновременное и равномерное повышение температуры по всему сечению материала

ПРИМЕНЕНИЕ Для сушки материалов, нагрева пластмасс перед прессованием, сварки пластмасс, склеивания древесины

Литература. Брицын Н.Л. Нагрев в электрическом поле высокой частоты. М.,Л.: Машиностроение, 1965.

94 ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИКОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Вход

Температура (К). Увеличение

Выход

Показатель преломления (величи-
на безразмерная). Изменение

Объект — прозрачные диэлектрики

СУЩНОСТЬ Показатель преломления газов и жидкостей уменьшается с ростом температуры. Температурный коэффициент показателя преломления большинства жидкостей составляет в среднем $-0,0005 \text{ K}^{-1}$. Температурный коэффициент показателя преломления твердых тел в десятки раз меньше, чем у жидкостей. У твердых тел наблюдается как рост, так и падение показателя преломления с увеличением температуры. Если при нагревании твердых тел происходят фазовые превращения, то температурная зависимость показателя преломления претерпевает изломы

ПРИМЕНЕНИЕ Учитывается в прецизионных рефрактометрических измерениях, для обнаружения фазовых переходов в твердых телах

Литература. Иоффе В.В. Рефрактометрические методы в химии. Л.: Химия, 1974; Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1970.

95 ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ НАПРЯЖЕНИЯ ФОТОПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛАХ

Вход

В х о д 1. Электромагнитное излучение. Монохроматическое. Видимое (свет). Плотность потока фотонов ($\text{с}^{-1}\cdot\text{м}^{-2}$). В х о д 2. Температура (К). Увеличение от 100 до 300 К

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение фотопластической деформации (Па). Изменение от 1 до 4 Па

Объект — упругодеформированный окрашенный щелочно-галоидный монокристалл (например, KCl, KBr, KI, NaCl)

СУЩНОСТЬ Под действием электромагнитного излучения видимого диапазона в упругодеформированных окрашенных щелочно-галоидных кристаллах возникает напряжение пластической деформации, которое зависит от температуры

ПРИМЕНЕНИЕ Для преобразования световой энергии в механическую, в датчиках электромагнитного излучения

Литература Cabrera J.M., Agullo-Lopes F. Photoplastic effect in alkali halides//J Appl.Phys 1974 Vol.45, № 3; Шаскольская М.П. Кристаллография М Высш.шк., 1976.

96 ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ИГЛ (УСОВ) НА ИХ ПРОЧНОСТЬ

Вход

Диаметр (м). Уменьшение. От 10^{-5} до 10^{-7} м

Выход

Предел прочности (Па). Увеличение

Объект — металл или диэлектрик в виде тонких игл (усов)

СУЩНОСТЬ Тонкие удлиненные монокристаллы в форме нити или иглы (так называемые усы) имеют прочность, в десятки и сотни раз превышающую прочность объемных монокристаллов. При уменьшении диаметра монокристаллических усов их прочность возрастает

ПРИМЕНЕНИЕ При создании различных типов композиционных материалов

Литература: Боуден Ф.П., Тейлор Д. Трение и смазка твердых тел М Машиностроение, 1968, Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике. М. Наука, 1974; Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.

97 ЭЛЕКТРОКАЛОРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Вход

Электрическое поле. Постоянное. Напряженность электрического поля (В/м). До 10^6 В/м

Выход

Температура (К). Изменение на единицы К

Объект — пироэлектрик

СУЩНОСТЬ Изменение температуры пироэлектрического кристалла под влиянием электрического поля. Изменение температуры пропорционально изменению напряженности поля. Электрокалорический эффект может привести как к нагреву, так и к охлаждению кристалла. Результат зависит от знака коэффициента электрокалорического эффекта и от направления вектора напряженности электрического поля

ПРИМЕНЕНИЕ Побочный (вредный) эффект в устройствах, преобразующих тепловую энергию в электрическую на пироэлектриках

Литература: Желудев И.С. Электрические кристаллы. М.: Наука, 1969.

98 ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ РАДИАЦИОННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ДИЭЛЕКТРИКОВ

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Гамма-излучение. Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Выход 2. Температура (К). Увеличение от 200 до 400 К

Выход

Удельная электрическая проводимость ($\text{См}/\text{м}$). Увеличение

Объект — аморфный и поликристаллический диэлектрик (например, кварц, стекло, сера, полиэтилен, резина и др.)

СУЩНОСТЬ Под действием гамма-излучения в диэлектриках появляется дополнительная электрическая проводимость, которая растет с повышением температуры диэлектрика

ПРИМЕНЕНИЕ При создании материалов с особой структурой и свойствами и как метод исследования радиационных эффектов и свойств вещества

Литература Физический энциклопедический словарь. Т.2. М.: Сов.энциклопедия, 1962.

99 ЗАВИСИМОСТЬ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКОГО ТОКА В СЕГНЕТОПОЛУПРОВОДНИКАХ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ИНТЕНСИВНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Изменение от 0 до $10^5 \text{ Вт}/\text{м}^2$. Выход 2. Температура (К). Изменение от 100 до 400 К.

Выход

Электрический ток. Фотовольтаический. Плотность тока ($\text{А}/\text{м}^2$). Изменение от 0 до $10^{-4} \text{ А}/\text{м}^2$

Объект — сегнетополупроводники (например, SbSi , BaTiO_3 , LiNbO_3)

СУЩНОСТЬ При освещении короткозамкнутого (с помощью металлического проводника) сегнетополупроводника в собственной или примесной области спектра через него протекает стационарный ток, который называют фотовольтаическим. Ток течет в направлении спонтанной поляризации сегнетополупроводника и зависит от интенсивности излучения, длины волны и температуры кристалла. Фотовольтаический ток линейно возрастает с увеличением интенсивности излучения и растет по степенному закону с понижением температуры

ПРИМЕНЕНИЕ При исследовании физических свойств сегнетополупроводников, при создании источников высокого фотонапряжения

Литература Фридкин В.М. Фотосегнетоэлектрики. М.: Наука, 1979; Фридкин В.М. Сегнетоэлектрики-полупроводники. М.: Наука, 1976.

100 УГЛОВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ ОТРАЖАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Вход

Электромагнитное излучение. Монохроматическое. Линейно поляризованное. Угол падения (градус). Увеличение

Выход

Коэффициент отражения (величина безразмерная). Изменение

Объект — плоская поверхность диэлектрика (например, плоская стеклянная пластина в воздухе или в вакууме)

СУЩНОСТЬ При падении электромагнитных волн на отражающую поверхность имеет место отражение, которое происходит неодинаково для различных направлений поляризации электромагнитного излучения и зависит от угла падения луча. Коэффициент отражения луча, поляризованного нормально плоскости падения, возрастает с увеличением угла падения от некоторого минимального значения до единицы. Для луча, поляризованного в плоскости падения, коэффициент отражения сначала уменьшается до нуля при угле Брюстера, затем увеличивается

ПРИМЕНЕНИЕ При создании оптических приборов

Литература: Ландсберг Г.С. Оптика М.: Наука, 1976, Шеркляфф У. Поляризационный свет М.: Мир, 1965, Жевандров Н.Д. Поляризация света. М.: Наука, 1963

101 ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ОБЛУЧЕННОГО ДИЭЛЕКТРИКА

Вход

Температура (К). Увеличение от 323 до 673 К

Выход

Удельное электрическое сопротивление (Ом·м). Немонотонное изменение

Объект — кристаллический диэлектрик типа NaCl, KCl и др., облученный высокоэнергетическими частицами (протонами, нейтронами, альфа-частицами и др.)

СУЩНОСТЬ При нагревании облученного высокоэнергетическими частицами кристаллического диэлектрика наблюдается изменение его электрического сопротивления, характеризующегося двумя максимумами на температурной кривой

ПРИМЕНЕНИЕ Эффективен при исследовании рациональных эффектов в диэлектрических материалах

Литература: Динс Дж., Виньярд Дж. Радиационные эффекты в твердых телах. М.: Изд-во иностр. лит., 1960; Томсон М. Дефекты и радиационные повреждения в металлах/Пер. с англ. М.: Мир, 1971.

102 ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ

Вход

Температура (К). Уменьшение до критической. Диапазон критических температур 23,2–300 К

Выход

Удельное электрическое сопротивление (Ом·м). Скачкообразное уменьшение до нуля

Объект — сверхпроводящая керамика (например, Y–Ba–Cu–O, La–Ba–Cu–O и др.)

СУЩНОСТЬ Высокотемпературная сверхпроводимость — скачкообразное уменьшение до нуля электрического сопротивления при критической температуре $T_k > 23,2$ К. Максимальная критическая температура, полученная в настоящее время, у атактического пропилена (слабополярный каучук без полисопряжения в основной цепи) составляет 300 К. Критические магнитные поля, разрушающие высокотемпературную сверхпроводимость, имеют необычайно большое значение

ПРИМЕНЕНИЕ В сверхпроводящих квантовых магнитометрах (СКВИДах), работающих при азотных температурах с чувствительностью $(2-5) \cdot 10^{-8}$ Гс/с, для создания магнитных экранов (экранирование внешнего поля при азотных температурах до 10^7 раз)

Литература: Беднорц И.Г., Мюллер К.А. Оксиды перовскитного типа — новый подход к высокотемпературной сверхпроводимости // Успехи физ. наук. 1988. Т. 156, вып. 2; Открытие высокотемпературной сверхпроводимости (Актуальные проблемы физики) М.: Знание, 1989 (Новое в жизни, науке, технике. Сер. Физика. № 1); Высокотемпературные сверхпроводники (Актуальные проблемы физики). М.: Знание, 1987 (Новое в жизни, науке, технике. Сер. Физика. № 9), Епиколопан Н.С., Григоров Л.Н., Смирнова С.Г. Возможная сверхпроводимость окисленного полипропилена в области 300 К // Письма в ЖЭТФ. 1989. Т. 49, вып. 6.

103 УВЕЛИЧЕНИЕ СКОРОСТИ ПОЛЗУЧЕСТИ МЕТАЛЛОВ ПРИ СВЕРХПРОВОДЯЩЕМ ПЕРЕХОДЕ

Вход

Вход 1. Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па).
Вход 2. Температура (К). Уменьшение в окрестности критической точки

Выход

Пластическая деформация. Скорость ползучести (с^{-1}). Увеличение

Объект — металл (например, Pb, In, Tl, Hg и др.)

СУЩНОСТЬ Переход металла в сверхпроводящее состояние вызывает его разупрочнение, которое зависит от температуры, степени деформации, количества примесей и характера их вхождения в кристаллическую решетку металла, его дефектной структуры и т.д. В момент перехода в сверхпроводящее состояние резко возрастает скорость ползучести металла. Для монокристаллов свинца высокой (99,9992 %) чистоты отношение скоростей ползучести E_s/E_n (E_s — скорость ползучести в точке перехода в сверхпроводящее состояние) в сверхпроводящем и нормальном состояниях составляет 200—300, для менее чистых монокристаллов (99,97) 100—150 и для поликристаллов высокой чистоты 30—50

ПРИМЕНЕНИЕ Для учета разупрочнения металлов в сверхпроводящем состоянии

Литература: Старцев В.И., Ильичев В.Я., Пустовалов В.В. Пластичность и прочность металлов и сплавов при низких температурах. М. Металлургия, 1975.

104 ИЗМЕНЕНИЕ ТЕПЛОЕМКОСТИ МЕТАЛЛОВ ПРИ ПЕРЕХОДЕ В СВЕРХПРОВОДЯЩЕЕ СОСТОЯНИЕ В ОТСУТСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Вход

Температура (К). Уменьшение в окрестности критической температуры

Выход

Теплоемкость (Дж/К). Увеличение скачком в 2,5 раза, затем уменьшение

Объект — сверхпроводник

СУЩНОСТЬ При понижении температуры сверхпроводника и переходе ее через критическое значение у всех сверхпроводников наблюдается скачкообразное увеличение теплоемкости примерно в 2,5 раза. Теплота перехода из нормального состояния в сверхпроводящее равна нулю. Переход сопровождается также изменением характера зависимости теплоемкости от температуры: в сверхпроводниках теплоемкость убывает с понижением температуры не по линейному закону (как при температуре выше критической), а по экспоненциальному

ПРИМЕНЕНИЕ Для охлаждения веществ при малых потерях теплоты

Литература: Кресин В.З. Сверхпроводимость и сверхтекучесть. М.: Наука, 1978; Буккель В. Сверхпроводимость. М.: Мир, 1975; Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводников. М.: Наука, 1982; Линтон Э. Сверхпроводимость М.: Мир, 1971.

105 ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ ТОКА НА СОПРОТИВЛЕНИЕ СВЕРХПРОВОДНИКА

Вход

Электрический ток. Переменный. Частота колебаний (Гц). Увеличение

Выход

Электрическое сопротивление (Ом). Увеличение

Объект — сверхпроводник

СУЩНОСТЬ Сопротивление сверхпроводника постоянному току равно нулю. При протекании переменного тока частотой выше 10^3 Гц сверхпроводник обладает оп-

ределенным сопротивлением. С повышением частоты растет и сопротивление сверхпроводника

ПРИМЕНЕНИЕ Эффект необходимо учитывать при создании сверхпроводящих устройств

Литература: Буккель В. Сверхпроводимость. М.: Мир, 1975.

106 ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ИОНАМИ НА КРИТИЧЕСКУЮ ТЕМПЕРАТУРУ СВЕРХПРОВОДНИКОВ

Вход

Поток ионов. Флюенс (см^{-2}). Увеличение от 10^{15} до 10^{17} (см^{-2})

Выход

Критическая температура (К). Уменьшение

Объект — пленка из сверхпроводника (например, Nb_3Sn)

СУЩНОСТЬ При температуре ниже критической металлы обладают сверхпроводящими свойствами. При облучении потоком ионов поверхности пленки, изготовленной из сверхпроводника, критическая температура уменьшается до какого-то предельного значения, зависящего от вида сверхпроводника и вида облучения

ПРИМЕНЕНИЕ Ухудшает свойства сверхпроводников. Необходимо исключить области применения сверхпроводников, где возможно облучение

Литература: Дегтяренко Н.И. и др. Изменение свойств сверхпроводящих соединений типа А-15 под воздействием излучения. М. Энергоиздат, 1986.

107 СРЫВ СВЕРХПРОВОДИМОСТИ В МАГНИТНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКАХ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Вход

Электромагнитное излучение. Лазерное. Частота колебаний (Гц)

Выход

Удельное электрическое сопротивление ($\text{Ом}\cdot\text{м}$). Скачкообразное увеличение от нуля

Объект — магнитный сверхпроводник

СУЩНОСТЬ В магнитных сверхпроводниках с локализованными магнитными моментами возможно сосуществование сверхпроводимости и модифицированного магнитного упорядочения в виде неоднородной магнитной структуры (доменной, геликоидальной или фазы сосуществования со спонтанными вихрями). Облучение лазером способно подавить сверхпроводимость частично или полностью без серьезного воздействия на магнитное упорядочение

ПРИМЕНЕНИЕ При исследовании неоднородных магнитных структур в фазе сосуществования в отсутствие сверхпроводимости, при изучении влияния сверхпроводимости на магнитное упорядочение в фазе сосуществования

Литература: Буздин А.И., Булаевский Л.Н. и др. Магнитные сверхпроводники // Успехи физ. наук. 1984. Т. 144, вып. 4.

108 ЗАВИСИМОСТЬ ЭДС ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО КОНЦЕНТРАЦИОННОГО ЭЛЕМЕНТА ОТ АКТИВНОСТИ КИСЛОРОДА В ОДНОМ ИЗ ЭЛЕКТРОДОВ

Вход

Активность кислорода в электроде (безразмерная величина). Увеличение от 0,001 до 0,2

Выход

Электрическое поле. ЭДС (В). Уменьшение от 500 до -370 мВ

Объект — электроды с разной активностью кислорода, разделенные твердым электролитом

СУЩНОСТЬ В концентрационном гальваническом элементе, состоящем из электрода с неизвестной активностью кислорода (исследуемая фаза), твердого электролита и электрода с известной активностью кислорода (электрод сравнения), возникает ЭДС, зависящая при данной температуре от активности кислорода в исследуемой фазе

ПРИМЕНЕНИЕ В датчиках для определения активности кислорода в газах и расплавленных металлах

Литература. Штеффан Р. Зонды-активометры для определения содержания кислорода в жидкой стали // Черные металлы. 1974. № 12. Чеботин В.Н., Перфильев М.В. Электрохимия твердых электролитов. М.: Химия, 1978.

109 ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ИОННОЙ ПРОВОДИМОСТИ СУПЕРИОННЫХ ПРОВОДНИКОВ

Вход

Температура (К). Увеличение от 200 К до температуры плавления

Выход

Удельная ионная проводимость ($\text{Ом}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$). Увеличение от 10^{-4} до $1 \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$

Объект — суперионный проводник

СУЩНОСТЬ Суперионные проводники — это твердые тела, обладающие anomalously высокой ионной проводимостью. По порядку величины проводимость и энергия активации подвижных ионов в суперионных проводниках близки к значениям, характерным для расплавов и концентрированных растворов сильных электролитов. С увеличением температуры переход к суперионному состоянию происходит либо при строго фиксированной температуре, при этом ионная проводимость меняется скачком на несколько порядков, либо постепенно в широком температурном диапазоне

ПРИМЕНЕНИЕ При создании высокотемпературных топливных элементов, химических источников тока — батарей и аккумуляторов, электролизеров и датчиков активности газов, тензометрических и температурных датчиков

Литература: Чеботин В.Н., Перфильев М.В. Электрохимия твердых электролитов. М. Химия, 1978; Физика электролитов/Под ред. Дж.Хладика. М. Мир, 1978; Физика суперионных полупроводников/Под ред. М.Б. Саламона. Рига. Зинатне, 1982.

110 ЗВУКОКАПИЛЛЯРНЫЙ ЭФФЕКТ (открытие 109)

Вход

Упругие (акустические) волны. Ультразвук. Частота колебаний (Гц). Интенсивность звука ($\text{Вт}/\text{м}^2$)

Выход

Изменение высоты столба жидкости в капилляре (м)

Объект — жидкость в капилляре

СУЩНОСТЬ Если в сосуд с жидкостью опустить капилляр и подействовать на нее ультразвуком так, чтобы кавитационная область находилась непосредственно под капилляром, то жидкость в капилляре поднимается в несколько раз выше по сравнению с обычным капиллярным подъемом. Высота подъема жидкости зависит от интенсивности и частоты ультразвука, вязкости жидкости и сил трения на границе капилляр — жидкость

ПРИМЕНЕНИЕ Для ускорения пропитки пористых тел различными жидкостями

Литература. Ультразвук Малая энциклопедия. М. Сов. энциклопедия, 1979, Майер В.В. Простые опыты с ультразвуком М. Наука, 1983, Корбенко И.Г. Звук, ультразвук, инфразвук М.. Знание, 1978

111 ЗАКОН ВАНТ-ГОФФА

Вход

Молярная концентрация раствора
разного вещества (моль/м³). Увеличение

Выход

Давление (Па). Осмотическое.
Увеличение

Объект — раствор — чистый растворитель (или два раствора разной концентрации), разделенные полупроницаемой мембраной

СУЩНОСТЬ Осмос — это диффузия вещества (обычно растворителя) через полупроницаемую мембрану, разделяющую раствор и чистый растворитель (или два раствора разной концентрации). Осмотическое давление в идеальных и предельно разбавленных растворах не зависит от природы растворителя и растворенных веществ; при постоянной температуре оно определяется только числом «кинетических элементов» (ионов, молекул, атомов, ассоциатов, коллоидных частиц)

ПРИМЕНЕНИЕ В диализе (метод очистки белковых растворов от низкомолекулярных соединений), при определении относительной молекулярной массы полимеров, в лабораторной технике для повышения концентрации растворов (изотонический метод). Учитывается при процессах жизнедеятельности

Литература Физический энциклопедический словарь. Т.3. М.: Сов. энциклопедия, 1963, Курс физической химии/Под ред. Я И Герасимова. М., Л.: Химия, 1969—1973. Т.1—2, Бригге Д. Измерение осмотического давления//Биофизические методы исследования/Пер. с англ М Мир, 1956.

112 ЗАВИСИМОСТЬ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ В ЖИДКОСТЯХ ОТ МОЩНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ (оптикоакустический эффект)

Вход

Электромагнитное излучение. Лазерное. Импульсное. Мощность излучения (Вт). Увеличение

Выход

Упругие (акустические) волны. Уровень звукового давления (дБ). Увеличение

Объект — граница газообразная среда — жидкость

СУЩНОСТЬ При пересечении лазерным импульсом границы газообразная среда — жидкость в результате различия параметров, характеризующих среды, возникает звук. В широком диапазоне значений амплитуда звукового давления пропорциональна мощности лазерного излучения

ПРИМЕНЕНИЕ При качественном и количественном анализе жидкостей, в фотоакустической спектроскопии жидкостей, при создании оптикоакустических источников звука

Литература Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983

113 ВОЗНИКНОВЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ ДАВЛЕНИЯ ПРИ ВРАЩАТЕЛЬНО-ПОСТУПАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ ЖИДКОСТИ (вихревой расходомер)

Вход

Поток жидкости (газа). Объемный расход (м³/с). Изменение

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Давление (Па). Пульсирующее. Частота пульсаций давления (Гц)

Объект — жидкость или газ, предварительно закрученные в трубопроводе

СУЩНОСТЬ Жидкости или газу, протекающим по трубопроводу, с помощью преобразователя придадут вращательно-поступательное движение. При выходе потока

из суженной части трубы в расширенную возникает пульсация, сопровождающаяся локальными колебаниями давления и скорости. Частота пульсаций давления практически линейно зависит от объемного расхода

ПРИМЕНЕНИЕ Данный эффект лежит в основе принципа действия вихревых расходомеров

Литература: Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества. Л. Машиностроение, 1975

114 ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛЬ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ЖИДКОГО ДИЭЛЕКТРИКА (высокочастотный эффект Керра)

Вход

Электромагнитное излучение. Лазерное. Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Увеличение от нуля до максимального значения

Выход

Показатель преломления (безразмерная величина). Увеличение

Объект — жидкий диэлектрик

СУЩНОСТЬ Сильное световое поле лазерного излучения вызывает увеличение среднего показателя преломления жидкого диэлектрика, что обусловлено анизотропией, нелинейной электронной поляризацией и нагревом среды. Если пучок света в жидкости ограничен, то при определенных условиях он создает для себя волновод, по которому распространяется без расхожимости

ПРИМЕНЕНИЕ Оптические волноводы

Литература Ахманов С.А., Сухоруков А.П., Хохлов Р.В. Самофокусировка и дифракция света в нелинейной среде // Успехи физ. наук. 1967. Т.93, вып. 1; Бломберген А.Н. Нелинейная оптика. М.: Мир, 1966.

115 ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ (электромагнитный расходомер)

Вход

Вход 1. Поток жидкости. Объемный расход ($\text{м}^3/\text{с}$). Увеличение.
Вход 2. Магнитное поле. Перпендикулярное оси трубопровода. Магнитная индукция (Тл)

Выход

Электрическое поле. Электродвижущая сила (В). Увеличение

Объект — жидкости и пульпы (цементные, угольные и т.д.) с удельной электрической проводимостью порядка $10^{-3} - 10^{-5}$ См/м, протекающие по трубопроводу

СУЩНОСТЬ При движении жидкости по участку трубопровода, расположенному в магнитном поле, силовые линии которого перпендикулярны оси трубопровода, на противоположных концах соответствующего диаметра трубы по закону электромагнитной индукции образуется ЭДС, пропорциональная объемному расходу жидкости

ПРИМЕНЕНИЕ На данном эффекте основан принцип работы электромагнитных расходомеров

Литература: Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества. Л.: Машиностроение, 1975; Физический энциклопедический словарь Т 4 М.: Сов. энциклопедия, 1965; Политехнический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1980

116 ВЯЗКОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Вход

Электрическое поле. Однородное. Переменное. Напряженность электрического поля (В/м). Увеличение

Выход

Динамическая вязкость (Па·с). Неравномерное увеличение

Объект — полярная непроводящая жидкость (например, хлорбензол, бромбензол, нитротолуол, эфир, ацетоннитрил, ацетон, нитрометан, хлороформ и др.)

СУЩНОСТЬ Протекание полярной непроводящей жидкости между обкладками конденсатора сопровождается увеличением вязкости вначале пропорционально квадрату напряженности электрического поля, а затем приближением вязкости к некоторому постоянному значению. При снятии поля увеличение вязкости мгновенно исчезает, и вязкость принимает первоначальное значение

ПРИМЕНЕНИЕ В судостроении для снижения гидродинамического сопротивления движению, может быть также применен для решения внутренней задачи, например для снижения сопротивления жидкости в трубопроводах

Литература. Электрореологический эффект/Под ред. А.В. Носкова. Минск: Наука и техника, 1972. Повх И.Л. и др. Способ снижения гидродинамического сопротивления движению тел. Авт. свид. № 364493 //Бюл. изобр. 1973. № 5

117 ЗАВИСИМОСТЬ ДАВЛЕНИЯ В ЗВУКОВОЙ ВОЛНЕ ОТ МОЩНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ПОВЕРХНОСТНОМ ИСПАРЕНИИ

Вход

Электромагнитное излучение. Импульсное. Лазерное. Мощность излучения (Вт). Увеличение от 10 до 90 кВт

Выход

Упругие (акустические) волны. Звук. Уровень звукового давления (дБ). Увеличение

Объект — жидкость

СУЩНОСТЬ В результате действия лазерного излучения на поверхность жидкости, когда температура ее приближается к точке кипения, происходит бурное испарение приповерхностного слоя, из которого с большой скоростью вырывается струя пара. Действующий на поверхности жидкости импульс отдачи возбуждает в ней акустическую волну. При этом максимальное (пиковое) значение давления в акустической волне пропорционально мощности оптического излучения

ПРИМЕНЕНИЕ При создании оптикоакустических источников звука

118 ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ВЯЗКОСТЬ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКОЙ СУСПЕНЗИИ (магнитоареологический эффект)

Вход

Магнитное поле. Однородное. Постоянное. Напряженность магнитного поля (А/м). Увеличение до 200 кА/м

Выход

Динамическая вязкость (Па·с). Увеличение

Объект — магнитоареологические суспензии

СУЩНОСТЬ В магнитном поле вязкость магнитоареологической суспензии возрастает. Приращение вязкости сильно зависит от ориентации напряженности магнитного поля по отношению к направлению течения. При взаимно перпендикулярной ориентации приращение вязкости больше, чем при сонаправленности напряженности магнитного поля и течения жидкости. Наложение магнитного поля на магни-

тореологические суспензии вызывает изменение магнитного состояния частиц дисперсной фазы: частицы намагничиваются, образуются магнитные диполи, которые ориентируются по полю, образуя цепи вдоль поля. Возникающие при этом силы трения проявляются в увеличении вязкости жидкости

ПРИМЕНЕНИЕ В электрогидроаппаратуре: распределители потока, следящие приводные механизмы, гидроусилители, элементы и системы гидроавтоматики

Литература. Демчук С.А., Кордомский В.И., Шульман З.П. Магнитореологические характеристики ферросуспензий // Магнитная гидродинамика. 1977. № 2, Шульман З.П. Магнитореологический эффект. Минск. Наука и техника, 1972; Фертман В.Е. Магнитные жидкости — естественная конвекция и теплообмен. Минск. Наука и техника, 1978.

119 влияние магнитного поля на теплопроводность магнитореологических суспензий

Вход

Вход 1. Поток теплоты. Тепловой поток (Вт). Выход 2. Магнитное поле. Однородное. Постоянное. Напряженность магнитного поля (А/м). Увеличение

Выход

Коэффициент теплопроводности (Вт/(м·К)). Уменьшение

Объект — магнитореологические суспензии

СУЩНОСТЬ При наложении магнитного поля, сонаправленного с тепловым потоком, на слой магнитореологической суспензии в результате магнитного взаимодействия частиц образуется анизотропная структура, обладающая повышенной на 30–70 % по сравнению с исходной теплопроводностью в направлении напряженности поля. При перпендикулярной ориентации теплового и магнитного полей теплопроводность уменьшается на 15–20 %. Для обеих ориентаций напряженности магнитного поля изменение теплопроводности с ростом напряженности магнитного поля носит асимптотический характер с выходом на режим насыщения

ПРИМЕНЕНИЕ В динамических громкоговорителях для улучшения электроакустических характеристик и в модуляторах теплового потока

Литература Шульман З.П. Магнитореологический эффект. Минск. Наука и техника, 1972, Фертман В.Е. Магнитные жидкости — естественная конвекция и теплообмен. Минск. Наука и техника, 1978

120 влияние электрического поля на механическое поведение текучих систем

Вход

Вход 1. Электрическое поле. Напряженность электрического поля (В/м). Выход 2. Скорость сдвига (с^{-1})

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Касательное напряжение (Па)

Объект — электрореологические суспензии

СУЩНОСТЬ Механическое поведение текучих систем при сдвиговом течении характеризуют зависимостью касательного напряжения t от скорости сдвига x (реограммой). В отсутствие электрического поля реограмма электрореологической суспензии представляет собой прямую линию, отсекающую на оси напряжений отрезок t_0 — предельное напряжение сдвига. С ростом напряженности электрического поля реограммы смещаются вверх по оси напряжений. Наложение поперечного электрического поля сильно меняет структуру суспензии и резко увеличивает t_0 ($t_0 = kE^2$, где k — коэффициент, зависящий от состава суспензии, порядка $10^{-10} - 10^{-12}$ Н/В²)

ПРИМЕНЕНИЕ Для запирания и регулирования течения жидкости, при конструировании фиксирующих и зажимных устройств, элементов плавного регулирования

Литература Бибик Е.Е. Реология дисперсных систем. Л. Изд-во Ленингр. ун-та, 1981, Виноградова Г.В., Малкин Л.Я. Реология полимеров. М. Химия, 1977

121 БАЛЛОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ (эффект Хенарда)

Вход

Вход 1. Гравитационное поле. Напряженность гравитационного поля (Н/кг). Выход 2. Массовая концентрация солей в полярной жидкости (кг/м³): Увеличение

Выход

Электрический заряд (Кл). Изменение

Объект — жидкость (вода, электролит), состоящая из полярных молекул и распыленная в воздухе

СУЩНОСТЬ При распылении в воздухе полярных жидкостей в нем образуется электрический заряд. Знак заряда зависит от вида жидкости и концентрации солей в ней. При распылении пресной воды наблюдается отрицательный знак, при увеличении концентрации солей в воде отрицательный заряд уменьшается, затем заряд становится положительным и далее возрастает

ПРИМЕНЕНИЕ При использовании атмосферного электричества

Литература Физический энциклопедический словарь. Т 1 М Сов энциклопедия, 1960

122 ЗАВИСИМОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРЕННОГО ГАЗА ОТ ДАВЛЕНИЯ ЭТОГО ГАЗА НАД РАСТВОРОМ (закон Генри)

Вход

Давление (Па). Увеличение

Выход

Объемная долевая концентрация (%). Увеличение

Объект — бесконечно разбавленный раствор в контакте с газом

СУЩНОСТЬ При постоянной температуре в области низких давлений и достаточно малых концентраций растворимость данного газа в данном растворителе пропорциональна давлению этого газа над раствором

ПРИМЕНЕНИЕ Для установления стандартного состояния растворенного вещества в растворах неэлектролитов

Литература Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2 М Наука, 1979, Киреев В.А. Краткий курс физического химии М Химия, 1973.

123 ЗАВИСИМОСТЬ ОБЪЕМА АБСОРБИРОВАННОГО ЖИДКОСТЬЮ ГАЗА ОТ ДАВЛЕНИЯ

Вход

Давление (Па). Увеличение

Выход

Объем (м³). Увеличение

Объект — абсорбент в газовой смеси

СУЩНОСТЬ Абсорбция — это процесс поглощения веществ из газовой смеси всем объемом абсорбента. Объем абсорбированного газа пропорционален давлению газа

ПРИМЕНЕНИЕ В различных отраслях химической промышленности для разделения газов, при производстве кислот, соды и т.д., в системах жизнеобеспечения космических кораблей

Литература Брунауэр С. Адсорбция газов и паров. М.. Изд-во иностр. лит., 1948, Соколов Е.Я., Бродянский В.М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения. М.. Энергоиздат, 1981.

124 УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕГАЗАЦИЯ ЖИДКОСТЕЙ И РАСПЛАВОВ МЕТАЛЛОВ

Вход

Упругие (акустические) волны.
Ультразвук. Частота колебаний
(Гц)

Выход

Скорость колебаний массовой концентрации газа ($\text{кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$)

Объект — жидкость или сплав металла (например, вода, расплав чугуна, алюминия и др.), содержащие газ

СУЩНОСТЬ Уменьшение содержания газа в жидкости, находящегося в ней как в растворенном состоянии, так и в виде пузырьков, под воздействием акустических колебаний ультразвукового диапазона

ПРИМЕНЕНИЕ В промышленности для дегазации расплавов металлов и стекла, растворов смол, масел, вязкозы и т.п.

Литература: Ультразвук. Маленькая энциклопедия / Под ред. И.П.Голяминой. М.: Сов. энциклопедия, 1979; Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике. М.: Изд-во иностр. лит., 1957.

125 ПЕРЕХОД ЖИДКОГО МЕТАЛЛА В СОСТОЯНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКА

Вход

Плотность ($\text{кг}/\text{м}^3$). Уменьшение

Выход

Температурный коэффициент электрического сопротивления (K^{-1}).
Уменьшение от 0 до -200 K^{-1}

Объект — жидкий металл (например, ртуть)

СУЩНОСТЬ В жидких металлах типа ртути при высоких давлениях и температурах при уменьшении плотности происходит переход металла в состояние полупроводника с собственной проводимостью. В этом случае при плотности, меньшей некоторого значения (для ртути ниже $8,5 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$) возникает большой отрицательный температурный коэффициент электрического сопротивления, обусловленный появлением энергетической щели в системе уровней электронов проводимости

ПРИМЕНЕНИЕ В областях науки и техники, где используются свойства веществ, находящихся в сильно сжатом и нагретом состоянии

Литература. Кикоин И.К., Сенченков А.П. Электропроводность и уравнение состояния ртути в области температур 0—2000°C и давлений 200—500 атмосфер. Препринт ИАЭ им И.В.Курчатова. 30 мая 1967 г.

126 ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАР

Вход

Электрическое поле. Переменное.
Разность потенциалов (В). От 10^3
до 10^5 В

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Давление (Па)

Объект — жидкость

СУЩНОСТЬ Возникновение высокого давления в результате высоковольтного электрического разряда между погруженными в жидкость электродами

ПРИМЕНЕНИЕ Для механического воздействия на материалы при их обработке (прессовании, штамповке, гибке), очистке, дроблении и т.д.

Литература: Большая Советская энциклопедия. Т.30. М.: Сов. энциклопедия, 1971; Наугольных К.А., Рой Н.А. Электрические заряды в воде. М.: Наука, 1971; Электрические заряды в жидкости и их изменение: Сб.статей. Киев. Наук. думка, 1977.

127 ЭЛЕКТРОКАПИЛЛЯРНЫЙ ЭФФЕКТ

Вход

Электрическое поле. Постоянное.
Разность потенциалов (В). Увели-
чение

Выход

Поверхностное натяжение (Н/м).
Увеличение, затем уменьшение

Объект — контакт твердого или жидкого металла с раствором электролита

СУЩНОСТЬ Коэффициент поверхностного натяжения на границе раздела твердых и жидких электродов с растворами электролитов или расплавами ионных соединений зависит от электрического потенциала

ПРИМЕНЕНИЕ Для оценки адсорбции веществ на границе электрода с раствором

Литература: Физический энциклопедический словарь. Т.5. М.: Сов. энциклопедия, 1968, Химический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983, Термодинамика поверхностных явлений на электродах // Современная теория капиллярности. Л.: Химия, 1980.

128 ЭЛЕКТРООСМОС

Вход

Электрическое поле. Постоянное.
Напряженность электрического
поля (В/м)

Выход

Скорость (м/с)

Объект — жидкость — капилляр, жидкость — пористая перегородка

СУЩНОСТЬ Движение жидкости через капилляры или твердые пористые диафрагмы под действием приложенного извне электрического поля

ПРИМЕНЕНИЕ Для удаления избыточной воды из почв, для сушки торфа, для очистки воды, технических жидкостей. На основе электроосмоса работают гидро-электрические насосы

Литература: Григоров О.Н. Электрокинетические явления. Л.: Изд-во Ленингр.ун-та. 1973; Скорцелети В.В. Теоретическая электрохимия. Л.: Химия, 1974.

129 ЗВУКОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ

Вход

Упругая (акустическая) волна.
Ультразвук. Частота колебаний
(Гц). От $5 \cdot 10^4$ до 10^6 Гц. Интен-
сивность звука (Вт/м²)

Выход

Электромагнитное излучение. Ви-
димое (свет), ультрафиолетовое.
Длина волны (м). Интенсивность
излучения (Вт/м²)

Объект — жидкость

СУЩНОСТЬ Свечение в жидкости под действием интенсивной акустической волны (при акустической кавитации). Световое излучение очень слабое и становится видимым только при значительном усилении или в полной темноте. Спектр звуко-люминесценции в основном непрерывный

ПРИМЕНЕНИЕ Для измерения кавитационной активности

Литература: Физическая акустика. Т.1/Под ред. У.Мезона. М.: Мир, 1967, Ультразвук. Маленькая энциклопедия/Под ред. И.П.Голяминой. М.: Сов. энциклопедия, 1979.

130 ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОКАЗАТЕЛЬ ПРЕЛОМЛЕНИЯ НАСЫЩЕННЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Вход

Температура (°C). Уменьшение

Выход

Показатель преломления (безразмерная величина). Увеличение

Объект — насыщенный водный раствор

СУЩНОСТЬ При уменьшении температуры водного насыщенного солевого раствора происходит монотонное увеличение показателя преломления раствора до момента появления в растворе кристаллов. Например, при охлаждении 53,1 %-ного раствора нитрата натрия показатель преломления увеличивается от 1,389 при 60 °C до 1,394 при 36 °C, а затем резко уменьшается

ПРИМЕНЕНИЕ Для контроля процессов кристаллизации из растворов

Литература. Маллин Д.У. Кристаллизация М.. Металлургия, 1965.

131 КОНЦЕНТРАЦИОННАЯ ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ РАСТВОРОВ

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Линейно поляризационное. Видимое. Длина волны (м).

Вход 2. Концентрация люминесцирующего вещества (процент).

Увеличение от 10^{-5} до 1 %

Выход

Электромагнитное излучение. Линейно поляризованное. Степень поляризации (процент). Уменьшение от 40 % до нуля

Объект — раствор люминесцирующего вещества (например, раствор флуоресцеина в глицерине)

СУЩНОСТЬ Практически для всех растворов степень поляризации электромагнитного излучения уменьшается с ростом концентрации люминесцирующего вещества

ПРИМЕНЕНИЕ Используется как метод исследования миграций энергии и межмолекулярного взаимодействия в молекулярной биологии, фотохимии и радиационной химии

Литература. Жевандров Н.Д. Поляризация света. М. Наука, 1969, Феофилов П.П. Поляризационная люминесценция атомов, молекул, кристаллов. М.. Физматгиз, 1959, Ландсберг Г.С. Оптика. М.. Наука, 1976

132 ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ РАЗБАВЛЕННЫХ РАСТВОРОВ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРЕННОГО ВЕЩЕСТВА

Вход

Относительная концентрация растворенного вещества (безразмерная величина). Увеличение

Выход

Показатель преломления (безразмерная величина). Увеличение

Объект — разбавленный раствор (раствор (до 10 %) какого-либо растворимого вещества в жидкости небольшой концентрации)

СУЩНОСТЬ При растворении некоторого вещества в растворителе изменяются плотность раствора и удельная рефракция, что приводит к зависимости показателя преломления от концентрации растворенного вещества. При небольших концентрациях (менее 10 %) выполняется соотношение: $n = n_0 + kc$, где n_0 — показатель преломления раствора; c — концентрация растворенного вещества; k — константа, зависящая от природы растворенного вещества и растворителя. При больших кон-

центрациях зависимость $n = n(c)$ отклоняется от линейной и может быть аппроксимирована полиномом 2-й или 3-й степени

ПРИМЕНЕНИЕ Для определения концентрации вещества в растворах

Литература: Иоффе Б.В. Рефрактометрические методы в химии. Л. Химия, 1974; Борн Б., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1970; Практикум по физической химии/Под ред. С.В.Горбачева. М.: Высш. шк., 1974

133 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАР

Вход

Скорость (м/с). Быстрое изменение

Выход

Давление (Па). Резкое увеличение

Объект — жидкость, текущая по трубопроводу

СУЩНОСТЬ Резкое повышение давления в трубопроводе с движущейся жидкостью, возникающее при быстром перекрытии запорных устройств, которое распространяется по трубопроводу в виде упругой волны. Увеличение давления пропорционально изменению скорости

ПРИМЕНЕНИЕ В прочностных расчетах трубопроводов

Литература. Чугаев Р.Р. Гидравлика. Л.: Энергоиздат, 1982; Штеренлихт Д.В. Гидравлика. М.: Энергоатомиздат, 1984; Черняк О.В. Основы теплотехники и гидравлики. М.: Высш. шк., 1974; Теплов А.В. Основы гидравлики. Л.: Энергия, 1971.

134 ЭФФЕКТ ДОРНА

Вход

Гравитационное поле. Напряженность гравитационного поля (Н/кг)

Выход

Электрическое поле. Разность потенциалов (потенциал седиментации) (В). Достигает значений приблизительно от 10^2 до 10^5 В/м

Объект — взвесь (мелкие частицы твердого тела в жидкости)

СУЩНОСТЬ Возникновение разности потенциалов в жидкости в направлении оседания находящихся в ней взвешенных твердых частиц

ПРИМЕНЕНИЕ Учитывается как нежелательное явление, например в резервуарах с нефтепродуктами, что может привести к взрыву и воспламенению

Литература Григоров О.Н. Электрокинетические явления. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1973; Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983.

135 ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОЛИВАЛЕНТНОГО МЕТАЛЛА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ БИНАРНОГО РАСПЛАВА ПОЛИВАЛЕНТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Вход

Относительная концентрация поливалентного металла (%). Увеличение от 0 до 100 %

Выход

Удельное электрическое сопротивление (Ом·м). Увеличение или уменьшение

Объект — расплав двух поливалентных металлов

СУЩНОСТЬ Добавки поливалентного металла в расплав другого поливалентного металла приводят к изменению электрического сопротивления расплава. Зависимость удельного электрического сопротивления расплава от концентрации добавки поливалентного металла имеет линейный вид. Например, в системе In—Sn увеличение содержания олова от 0 до 100 % увеличивает электрическое сопротивление от $37 \cdot 10^{-8}$ до $50 \cdot 10^{-8}$ Ом·м (при 300 °С)

ПРИМЕНЕНИЕ При расчете свойств сплавов металлов, выборе состава сплавов в металлургии, регулировании сопротивления сплавов

Литература: Островский О.И., Григорян В.А., Вишкарев А.Ф. Свойства металлических расплавов. М.: Металлургия, 1988, Харьков Е.И., Лысов В.И., Федоров В.Е. Физика жидких металлов. Киев: Вища шк., 1979.

136 УВЕЛИЧЕНИЕ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ В ПОТОКЕ ЖИДКОГО МЕТАЛЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ (эффект Гартмана)

Вход

В х о д 1. Магнитное поле. Постоянное. Однородное. Магнитная индукция (Тл). Увеличение от 0 до 10 Тл.
В х о д 2. Градиент скорости (с^{-1})

Выход

Коэффициент гидродинамического сопротивления (безразмерная величина). Увеличение от 1 до 10

Объект — движущийся в канале жидкий металл

СУЩНОСТЬ Под действием однородного магнитного поля на поток жидкого металла, в котором имеется градиент скорости, гидродинамическое сопротивление потока увеличивается. Это объясняется возрастанием градиента скорости в пристеночной области, что обусловлено взаимодействием токов, наведенных в металле, с внешним магнитным полем

ПРИМЕНЕНИЕ При расчетах МГД-устройств и систем охлаждения реакторов

Литература: Гельфгат Ю.М. и др. Жидкий металл под действием электромагнитных сил. Рига: Зинатне, 1976; Кирко И.М. Жидкий металл в электромагнитном поле. М., Л.: Энергия, 1964; Щербинин Э.В. Струйные течения вязкой жидкости в магнитном поле. Рига: Зинатне, 1973.

137 ЭФФЕКТ ЛАМИНАРИЗАЦИИ ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛА В ОДНОРОДНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Вход

Магнитное поле. Однородное. Индукция магнитного поля (Тл). Увеличение от 0 до 5 Тл

Выход

Коэффициент гидродинамического сопротивления (безразмерная величина). Уменьшение от 10^3 до 10^{-3}

Объект — движущийся турбулентно жидкий металл

СУЩНОСТЬ При турбулентном течении жидкого металла в однородном магнитном поле гидродинамическое сопротивление струй уменьшается за счет «гашения» турбулентности и приближения законов движения к законам ламинарного течения

ПРИМЕНЕНИЕ Существенно упрощает расчеты и моделирование МГД-устройств. Наложение внешнего магнитного поля на поток электропроводной жидкости позволяет уменьшать сопротивление

Литература: Гельфгат Ю.М. и др. Жидкий металл под действием электромагнитных сил. Рига: Зинатне, 1976; Кирко И.М. Жидкий металл в электромагнитном поле. М., Л.: Энергия, 1964; Щербинин Э.В. Струйные течения вязкой жидкости в магнитном поле. Рига: Зинатне, 1973.

138 ЗАВИСИМОСТЬ АТОМНОГО ОБЪЕМА ОТ СОСТАВА БИНАРНЫХ ЖИДКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Вход

Концентрация компонента А (%). Увеличение от 0 до 100 %

Выход

Атомный объем (см^3). Немонотонное изменение

Объект — полупроводниковый расплав

СУЩНОСТЬ Средний атомный объем определяется из плотности расплава. Его концентрационная зависимость указывает на наличие в расплаве химических сое-

динений. При концентрации компонента, соответствующей химическому соединению (A_2B , A_2B_3 и т.д.) атомный объем имеет максимум. Такие максимумы наблюдались в системах $Tl-Te$, $In-Te$, $Ga-Te$ и др.

ПРИМЕНЕНИЕ Для химического управления объемом жидкости

Литература. Катлер М. Жидкие полупроводники. М.: Мир, 1980.

139 ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ ВЕЩЕСТВА НА ЕГО РАСТВОРИМОСТЬ

Вход

Размер частиц растворяемого вещества (мкм). Уменьшение

Выход

Относительная растворимость (безразмерная величина). Увеличение

Объект — водный раствор

СУЩНОСТЬ По мере того как размер частиц растворяемого вещества уменьшается, их растворимость увеличивается, становится больше обычной и достигает максимальной при некотором размере частиц. Так как заряженные частицы отталкиваются, дальнейшее их уменьшение ведет к понижению растворимости. Например, в $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, размер частиц которого $0,2-0,5$ мкм, максимальная растворимость достигается при размерах частиц $0,3$ мкм

ПРИМЕНЕНИЕ При приготовлении растворов в промышленности

Литература: Маллин Д.У. Кристаллизация. М.: Металлургия, 1965.

140 ИНДУЦИРОВАННОЕ ДВОЙНОЕ ЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЕ В НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ

Вход

Электромагнитное излучение. Монохроматическое. Линейно поляризованное. Видимое (свет). Интенсивность излучения ($Вт/м^2$)

Выход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Фазовая скорость ($м/с$). Различная для обыкновенного и необыкновенного лучей

Объект — нематический жидкий кристалл

СУЩНОСТЬ В результате действия монохроматического лазерного излучения на нематический жидкий кристалл наблюдается явление двойного лучепреломления — раздвоение падающего луча на два разделенных поляризованных луча света: обыкновенный и необыкновенный. Разность фазовых скоростей лучей зависит от интенсивности падающего излучения и угла падения

ПРИМЕНЕНИЕ Для получения отдельных полностью поляризованных лучей света в оптических и электрооптических устройствах

Литература Аракелян С.М., Чилингарян Н.С. Нелинейная оптика жидких кристаллов. М.: Наука, 1984.

141 УПРАВЛЯЕМАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ ДИФРАКЦИЯ СВЕТА

Вход

Вход 1. Электрическое поле. Напряженность электрического поля ($В/м$). Выход 2. Электромагнитное излучение. Видимое. Инфракрасное. Интенсивность излучения ($Вт/м^2$)

Выход

Электромагнитное излучение. Видимое. Инфракрасное. Спектр частот колебаний ($Гц$). Интенсивность излучения ($Вт/м^2$)

Объект — жидкий кристалл

СУЩНОСТЬ В отсутствие электрического поля дифракции света на жидком кристалле не происходит. При наложении поля оптическая ось доменов жидкого кристалла меняет свою ориентацию. Свет, падающий на домены, отклоняется, и наблюдается дифракция

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания жидкокристаллических дифракционных решеток

Литература Адамчик А., Стругальский З. Жидкие кристаллы. М.: Сов. радио, 1979; Пикин С.А., Блинов А.М. Жидкие кристаллы. М.: Наука, 1982.

142 влияние электрического поля на оптическую плотность растворов дихроичных красителей в нематических жидких кристаллах

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Линейно поляризованное. Видимое. Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Выход 2. Электрическое поле. Электрическое напряжение (В). Увеличение

Выход

Электромагнитное излучение. Видимое. Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Увеличение

Объект — нематический жидкий кристалл

СУЩНОСТЬ Электрическое поле напряжением выше порогового значения, приложенное к нематическому жидкому кристаллу, содержащему дихроичный краситель, увеличивает коэффициент пропускания света, поляризованного вдоль исходного направления директора кристалла

ПРИМЕНЕНИЕ В управляемых электрическим полем светофильтрах, поляроидах

Литература: Heilmeyer G., Castellano J., Zanoni L. Giest-Host inter actions in nematic liquid crystals//Molec. Cryst. and Liquid Cryst. 1969. Vol 8, Румянцев В.Г., Блинов Л.М., Низель В.А. Спектроскопия молекул в жидкокристаллических матрицах//Сб.докладов 2-й Всесоюз. конф. по жидким кристаллам Иваново, 1973

143 термоэлектрооптический эффект

Вход

Вход 1. Электрическое поле. Однородное. Переменное. Частота колебаний поля (Гц). От 20 до 200 Гц. Выход 2. Температура (К). Уменьшение от 288 до 253 К

Выход

Коэффициент пропускания (величина безразмерная)

Объект — нематический жидкий кристалл

СУЩНОСТЬ При охлаждении нематического жидкого кристалла с отрицательной диэлектрической проницаемостью, помещенного в переменное электрическое поле определенной частоты, когда температура ниже критической, динамическое рассеяние исчезает и восстанавливается исходная прозрачность образца

ПРИМЕНЕНИЕ Для стирания информации, записанной на жидкокристаллических индикаторах

Литература Жидкие кристаллы. Межвуз сб. Иваново. ИвГУ, 1977, Вистань Л.К., Готра З.Ю. и др. Разработка конструкций и электрооптические параметры одно- и многоразрядных жидкокристаллических индикаторных устройств//Жидкие кристаллы Межвуз сб.Иваново. ИвГУ, 1978

144 ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ НА ТЕМПЕРАТУРУ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

Вход

Концентрация примеси (м^{-3}).
Увеличение

Выход

Температура фазового перехода (К). Изменение. От 273 до 373 К

Объект — жидкий кристалл

СУЩНОСТЬ Добавление примесей в жидкий кристалл ведет к изменению температуры фазовых переходов, при этом может наблюдаться как повышение, так и понижение температур точек перехода

ПРИМЕНЕНИЕ Для изменения температурного диапазона существования жидкокристаллической фазы

Литература. Капустин А.П. Экспериментальные исследования жидких кристаллов. М.: Наука, 1978; Жен П.Ж. Физика жидких кристаллов/Пер. с англ. М.: Мир, 1977; Чандрассекер С. Жидкие кристаллы. М.: Мир, 1980.

145 ЗАВИСИМОСТЬ ДЛИНЫ ВОЛНЫ СВЕТА, ПРОПУЩЕННОГО ЧЕРЕЗ ЖИДКИЙ КРИСТАЛЛ, ОТ ДЕФОРМАЦИИ РАСТЯЖЕНИЯ

Вход

В х о д 1. Электромагнитное излучение. Видимое. Длина волны (м).
В х о д 2. Абсолютная деформация (м). Увеличение

Выход

Электромагнитное излучение. Видимое. Длина волны (м). Уменьшение

Объект — тонкий слой монохромного холестерического жидкого кристалла, находящийся в контакте с прозрачной полимерной подложкой

СУЩНОСТЬ При нормальном падении белого света на жидкий кристалл, находящийся на полимерной прозрачной подложке, система жидкий кристалл — полимер пропускает свет только определенной длины волны. Деформация растяжения, приложенная к полимерной подложке, сдвигает длину волны пропущенного света в сторону более коротких длин волн

ПРИМЕНЕНИЕ В датчиках упругой деформации

Литература. Adams J.H., Nelson K.F. Pitch dependence on Strain in Cholesteric Films//Molec.Cryst and Liquid Cryst 1975 Vol 31

146 УМЕНЬШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ СМЕСИ ТВЕРДОГО И ЖИДКОГО ГЕЛИЯ ПРИ АДИАБАТИЧЕСКОМ СЖАТИИ (эффект Померанчука)

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Давление (Па). Увеличение

Выход

Температура (К). Уменьшение от $2 \cdot 10^{-2}$ до 10^{-3} К

Объект — смесь твердого и жидкого гелия (3)

СУЩНОСТЬ Температура смеси твердого и жидкого гелия (3) при ее адиабатическом (без теплообмена с окружающей средой) сжатии ниже 0,3 К понижается

ПРИМЕНЕНИЕ Для получения сверхнизких температур от 10^{-2} до $(1 - 1,5)10^{-3}$ К

Литература. Физический энциклопедический словарь. М.: Сов энциклопедия, 1983.

147 АКУСТИЧЕСКАЯ КОАГУЛЯЦИЯ

Вход

Упругие (акустические) волны.
Ультразвук. Интенсивность звука
(Вт/м²). Выше 0,1 Вт/см²

Выход

Концентрация частиц в аэрозоли
(кг/м³). Изменение

Объект — аэрозоль

СУЩНОСТЬ Под воздействием акустических волн ультразвукового диапазона происходит сближение и укрупнение взвешенных в газе мелких твердых частиц и жидких капель

ПРИМЕНЕНИЕ Для сушки мыльного раствора, для очистки отработанных газов промышленных предприятий, для осаждения промышленных пылей, дымов и туманов

Литература: Ультразвук. Маленькая энциклопедия/Под ред. И.П. Голяминой. М.: Сов. энциклопедия, 1979, Бергман Х. Ультразвук. М. Изд-во иностр. лит., 1957, Горелик Г.С. Колебания и волны М. Наука, 1959, Мандельштам Л.И. Полное собрание трудов Т.4, ч.1,2. М.: Наука, 1955.

148 ГАЗОВОЕ УСИЛЕНИЕ

Вход

Электрическое поле. Напряженность
электрического поля (В/м). Уве-
личение

Выход

Электрический ток. Сила тока (А).
Нелинейное увеличение

Объект — ионизированный газ

СУЩНОСТЬ При увеличении напряженности электрического поля до некоторого определенного значения сила ионизационного тока резко возрастает за счет несамостоятельного газового разряда

ПРИМЕНЕНИЕ В ионизационных камерах для пропорционального увеличения амплитуды импульса, в фотоэлементах для увеличения чувствительности

Литература Грановский В.Л. Электрический ток в газе М. Наука, 1971, Физический энциклопедический словарь Т.1 М. Сов. энциклопедия, 1960.

149 ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАМЯГКОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С МНОГОЭЛЕКТРОННЫМИ АТОМАМИ (открытие 297)

Вход

Электромагнитное излучение. Рентгеновское. Ультрамягкое. Длина волны
(Å). Увеличение от 15 до 500 Å

Выход

Коэффициент поглощения (м⁻¹).
Изменение

Объект — газы (например, пары этилового спирта, неон, аргон, метан и др.), твердые тела (например, щелочно-галогенные кристаллы, олово, теллур и 13 редкоземельных элементов группы лантана)

СУЩНОСТЬ Сечение фотопоглощения многоэлектронных атомов (линейно связанное с коэффициентом поглощения) в области ультрамягкого рентгеновского излучения на участках спектра между порогами ионизации внутренних оболочек атомов в зависимости от энергии фотонов меняется немонотонно и определяется реальной структурой электронных оболочек атомов и взаимодействием между электронами в процессе фотопоглощения

ПРИМЕНЕНИЕ При измерениях интенсивностей ультрамягкого рентгеновского излучения с помощью газовых детекторов, в рентгеновской спектроскопии

Литература. Зимкина Т.М., Фомичев В.А. Ультрамягкая рентгеновская спектроскопия. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та 1971, Лукирский А.П. и др. Массовые коэффициенты поглощения аргона и этилового спирта в области ультрамягкого рентгеновского излучения//Изв. АН СССР Сер. физическая. 1963. Т.27, № 6.

150 ИСКРОВОЙ РАЗРЯД

Вход

Электрическое поле. Напряженность электрического поля (В/м)

Выход

Электрический ток. Смешанный (электронно-ионный). Сила тока (А). Сотни ампер (в канале молнии — сотни тысяч ампер)

Объект — газ (например, аргон, неон, атмосферный газ)

СУЩНОСТЬ Неустойчивый электрический разряд в газах, возникающий при ионизации газа по всей длине межэлектродного пространства, характеризуется протеканием электрического тока по зигзагообразным разветвленным узким ярко освещенным каналам и возникает в том случае, когда непосредственно после пробоя разрядного промежутка напряжение на нем падает в течение очень короткого времени ниже напряжения погасания разряда. При увеличении мощности источника напряжения переходит обычно в другой разряд

ПРИМЕНЕНИЕ Для инициирования взрывов и процессов горения, для измерения высокого напряжения, регистрации заряженных частиц (искровые счетчики, камеры), в переключателях электрических цепей, в спектральном анализе

Литература. Мирдель Т. Электрофизика / Пер. с нем. М.: Мир, 1972; Калашников С.Г. Электричество. М.: Наука, 1977; Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983

151 ДУГОВОЙ РАЗРЯД

Вход

Вход 1. Давление (Па). Выше 0,013—1,3 Па. Вход 2. Электрическое поле. Постоянное. Низкочастотное. Напряженность электрического поля (В/м). Напряжение между электродами несколько десятков вольт

Выход

Электрический ток. Смешанный (электронно-ионный). Сила электрического тока (А). От одного до сотен ампер

Объект — газ

СУЩНОСТЬ Самостоятельный квазистационарный разряд в газе, горящий практически при любых давлениях газа, превышающих 0,013—1,3 Па, при постоянной или меняющейся с низкой частотой (до 10^3 Гц) разности потенциалов между электродами. Светящийся токовый канал этого разряда при горизонтальном расположении электродов под действием конвективных потоков дугообразно изогнут

ПРИМЕНЕНИЕ Как лабораторный эталонный источник света (дуговые лампы), в дуговых печах для выплавки металлов, в процессе электросварки металлов, в плазмотронах, газотронах, в газонаполненных и вакуумных преобразователях электрического тока

Литература. Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983; Электротехнический справочник. Т.1 / Под ред. М.Г. Чиликина. М.: Энергия, 1974; Калашников С.Г. Электричество. М.: Наука, 1977

152 СВЕЧЕНИЕ ПРИ ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ

Вход

Электрическое поле. Электрическое напряжение (В). Выше потенциала зажигания

Выход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Световой поток (Лм)

Объект — газ

СУЩНОСТЬ Тлеющий разряд — стационарный самостоятельный разряд в газах при низком давлении (ниже атмосферного). Зажигание самостоятельного разряда

происходит при достижении определенной разности потенциалов электрического поля. Тлеющий разряд сопровождается свечением, которое вызывается рекомбинацией носителей тока и возбуждением молекул газа. Цвет свечения зависит от вида газа

ПРИМЕНЕНИЕ В газосветных трубках

Литература Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики Т.2.М. Высш шк, 1977, Морозова И.Г. Физика электронных приборов М Атомиздат, 1980, Калашиников С.Г. Электричество М Наука, 1977

153 ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПРИ АМБИПОЛЯРНОЙ (ДУПОЛЯРНОЙ) ДИФфуЗИИ

Вход

Градиент концентрации. Увеличение

Выход

Электрическое поле. Напряженность (В/м). Увеличение

Объект — ионизованная среда

СУЩНОСТЬ Если в ионизованной среде концентрации носителей заряда N^+ и N^- меняются от точки к точке (существует градиент концентрации), то носители диффундируют и между плоскостями возникает электрическое поле

ПРИМЕНЕНИЕ Учитывается при расчетах электрических потерь в электрических разрядах в газе, например в дуговом разряде

Литература Физический энциклопедический словарь М Сов энциклопедия, 1983, Физический энциклопедический словарь Т 1 М. Сов энциклопедия, 1960

154 ЯВЛЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ПРЯМОГО ПЕРЕХОДА ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА В ДУГОВЫЙ РАЗРЯД (ВЕНТИЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ В РЕЖИМЕ ДУГОВОГО РАЗРЯДА)

Вход

Электрическое поле. Разность потенциалов между электродами (В). Порядка 10^4 В

Выход

Электрический ток. Импульсный. Сила тока дугового разряда (А). Увеличение. От 10^2 до 10^5 А

Объект — система электродов полый катод — плоский анод в газе

СУЩНОСТЬ В системе плоский электрод — полый электрод в газе при достижении определенной разности потенциалов между электродами наблюдается самостоятельный переход тлеющего разряда в дуговой, который может произойти только при определенной полярности электродов, а именно: когда катодом служит полый электрод. При обратной полярности перехода не происходит, так как потенциал зажигания дуги в несколько раз выше, чем при прямой полярности. Переход возможен при определенном давлении заполняющего газа, не превышающем 1 атм, и позволяет достигать силы тока до 100 кА и более. Потенциалом дуги можно управлять с помощью магнитного или электрического поля

ПРИМЕНЕНИЕ При создании ионных сильноточных вентиляй, применяемых в генераторах мощных импульсов тока

Литература Колтыпин Е.А., Настюха А.И., Смирнов П.А. Вентильный эффект в дуговом разряде при низком давлении в системе электродов с полым катодом // Журн. тех. физики 1970 № 10, Козодаев А.М. Электрические управляемые вентили для формирования мощных импульсов тока. М. Атомиздат, 1975; Физический энциклопедический словарь. Т 5. М.. Сов. энциклопедия 1966.

155 ЗАВИСИМОСТЬ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПЛАЗМЫ ОТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Вход

Температура (электронная) (К).
Увеличение от 10^4 до 10^8 К

Выход

Электромагнитные волны. Плотность потока тормозного излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Увеличение от 10^6 до $10^8 \text{ Вт}/\text{м}^2$

Объект — классическая идеальная газовая плазма. Полностью ионизованная СУЩНОСТЬ В электрическом поле иона или атома свободные электроны изменяют свою скорость. Резкое изменение скорости обуславливает электромагнитное излучение, энергия которого определяется кинетической энергией электронов. Наибольшая доля энергии электронов приходится на фотоны с энергией порядка средней тепловой энергии электронов. Повышение температуры приводит к увеличению энергии тормозного излучения. Плотность потока излучения пропорциональна квадратному корню из значения температуры

ПРИМЕНЕНИЕ Для генерации лучистой энергии.

Литература Арцимович Л.А., Сагдеев Р.З. Физика плазмы для физиков М. Атомиздат, 1979, Арцимович Л.А. Элементарная физика плазмы. М.. Атомиздат, 1986.

156 ЗАВИСИМОСТЬ ПЛОТНОСТИ ЭЛЕКТРОНОВ ФОТОРЕЗОНАНСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ПЛАЗМЫ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ АТОМОВ ОБЛУЧАЕМОЙ ГАЗООБРАЗНОЙ МИШЕНИ

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Лазерное. Импульсное. Длина волны (м). Вход 2. Концентрация атомов (м^{-3}). Увеличение от $6 \cdot 10^{20}$ до $5 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3}$

Выход

Плотность электронов (м^{-3}). Увеличение от $6,6 \cdot 10^{18}$ до $7 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$

Объект — фоторезонансная газовая плазма

СУЩНОСТЬ Облучение паров металлов и их смесей с инертными газами резонансным излучением импульсного лазера небольшой мощности приводит к практически 100 %-ной ионизации облучаемых веществ. Плотность электронов получаемой плазмы зависит от плотности атомов облучаемого вещества. Увеличение концентрации атомов вещества обуславливает рост концентрации электронов (и ионов) в плазме (фоторезонансная плазма)

ПРИМЕНЕНИЕ Как способ ионизации активной среды

Литература Ключарев А.Н. Химия плазмы М. Энергоатомиздат, 1980. Вып.7

157 ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАЗМЫ НА СПЕКТР РАССЕЯННОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Лазерное. Импульсное. Длина волны (м). Постоянная. Вход 2. Температура (электронная) (К). Увеличение от 10^7 до $3 \cdot 10^7$ К

Выход

Электромагнитное излучение. Лазерное. Импульсное. Спектральная плотность ($\text{Вт}/\text{м}$)

Объект — классическая идеальная газовая плазма (плазменный столб)

СУЩНОСТЬ При облучении плазмы мощным лазерным излучением наблюдается рассеяние этого излучения. Экспериментально показано, что спектральная плот-

ность рассеянного излучения зависит от скорости электронов (или электронной температуры): при больших скоростях электронов (релятивистские электроны) она возрастает с повышением электронной температуры

ПРИМЕНЕНИЕ Как метод диагностики высокотемпературной плазмы

Литература Лукьянов С.Ю., Щеглов Д.А. и др. Диагностика термоядерной плазмы М. Энергоатомиздат, 1985.

158 ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН С ЛЕВОЙ КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ НА ПОКАЗАТЕЛЬ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПЛАЗМЫ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Вход

Вход 1. Магнитное поле. Однородное. Постоянное. Индукция магнитного поля (Тл). Постоянная 0,1–1 Тл. Выход 2. Электромагнитные волны. Плоские. Поперечные. Левая круговая поляризация. Частота (с^{-1}). Увеличение

Выход

Показатель преломления (величина безразмерная). Увеличение от 0 до 1

Объект — классическая идеальная газовая плазма, однородная, низкотемпературная

СУЩНОСТЬ При пропускании электромагнитных волн с левой круговой поляризацией вдоль магнитного поля, наложенного на газовую плазму, происходит взаимодействие вращающихся электронов и ионов с вращающимся электрическим полем волны. В результате изменяется показатель преломления в зависимости от частоты. Снижение частоты приводит к уменьшению показателя преломления; на частоте отсечки он равен нулю, так как волна не проходит через плазму

ПРИМЕНЕНИЕ Как метод измерения плотности плазмы

Литература Чен Ф. Введение в физику плазмы. М. Мир, 1987; *Физический энциклопедический словарь*. М.: Сов. энциклопедия, 1983.

159 ВОЗБУЖДЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ВОЛН ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ

Вход

Электрическое поле. Однородное. Переменное. Частота (с^{-1}). Увеличение от 10^6 до 10^9 с^{-1}

Выход

Электронные плазменные волны. Плоские. Продольные. Частота (с^{-1}). Увеличение от 10^6 до 10^9 с^{-1}

Объект — классическая идеальная однородная газовая плазма в ограниченной области пространства

СУЩНОСТЬ В плазме, помещенной в переменное электрическое поле, изменяющееся с частотой $10-10^3$ МГц, возникают продольные электронные волны. Под действием электрического поля смещаются электроны относительно неподвижного ионного фона. Возникающее при этом электростатическое поле возвращает электроны в первоначальное положение, которое они проходят вследствие инерции. Возникают колебания, которые распространяются в плазме в результате теплового движения электронов. Частота волн совпадает с частотой колебаний электрического поля

ПРИМЕНЕНИЕ Как способ возбуждения электронных плазменных волн

Литература Чен Ф. Введение в физику плазмы. М.: Мир, 1987; *Физический энциклопедический словарь*. М.: Сов. энциклопедия, 1983; Арцимович Л.А., Сагдеев Р.З. Физика плазмы для физиков. М.: Атомиздат, 1979.

160 ЗАВИСИМОСТЬ МОЩНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ ГАЗОВОЙ ПЛАЗМЫ ОТ СИЛЫ РАЗРЯДНОГО ТОКА

Вход

Электрический ток. Однородный. Постоянный. Сила тока (А). Увеличение до 300 А

Выход

Электромагнитные волны. Плоские. Монохроматические. Мощность (Вт). Увеличение до 10^5 Вт

Объект — классическая идеальная газовая плазма, однородная, в ограниченной области пространства

СУЩНОСТЬ При пропускании электрического тока через газовую плазму наблюдается излучение электромагнитных волн, которое объясняется тем, что электроны, сталкиваясь с частицами газа (электронный удар), возбуждают их. Создается инверсная населенность уровней энергии. Обратный переход сопровождается испусканием электромагнитных волн. Мощность излучения возрастает с увеличением разрядного тока до некоторого максимума

ПРИМЕНЕНИЕ В газовых лазерах

Литература. **Физический** энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983, **Чен Ф.** Введение в физику плазмы. М.: Мир, 1987.

161 ДИСПЕРСИЯ СКОРОСТИ ЗВУКА

Вход

Упругие (акустические) волны. Звук. Ультразвук. Монохроматические. Частота колебаний (Гц). Изменение

Выход

Упругие (акустические) волны. Звук. Ультразвук. Монохроматические. Фазовая скорость (м/с). Изменение

Объект — газ, жидкость, твердое тело, микронеоднородные среды (например, эмульсии, взвеси тяжелых частиц в жидкостях и газах и т.д.)

СУЩНОСТЬ Фазовая скорость монохроматических акустических волн зависит от их частоты. Дисперсия скорости звука может быть обусловлена как физическими свойствами среды, так и присутствием в ней посторонних включений и наличием границ тела, в котором распространяется акустическая волна. Зависимость скорости от частоты описывается дробно-рациональной функцией, при этом возможна как положительная, так и отрицательная дисперсия скорости звука

ПРИМЕНЕНИЕ Как метод исследования молекулярной структуры вещества. Дисперсия скорости звука приводит к искажению любого немонахроматического сигнала, что является серьезной помехой в ультразвуковых линиях передачи, в гидролокации

Литература: **Ультразвук.** Маленькая энциклопедия/Под ред. И.П. Голяминой. М.: Сов. энциклопедия, 1979; **Шутилов В.И.** Основы физики ультразвука. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та. 1980; **Михайлов И.Г., Соловьев В.А., Сырников Ю.П.** Основы молекулярной акустики. М.: Недра, 1964, **Физическая акустика**/Под ред. У.Мэзона/Пер. с англ. Т.2, ч.А. М.: Мир, 1973.

162 ЗАВИСИМОСТЬ АМПЛИТУДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН ОТ МОЩНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Вход

Электромагнитное излучение. Лазерное. Импульсное (частота импульсов 76,4 МГц). Сфокусированное сферической или цилиндрической линзой на исследуемую поверхность. Мощность излучения (Вт). Увеличение от 10^3 до 10^7 Вт.

Выход

Периодические поверхностные акустические волны. Амплитуда смещений (м). Увеличение

Объект — твердое тело

СУЩНОСТЬ При воздействии сфокусированного на поверхность твердого тела лазерного излучения с гармонической модуляцией интенсивности возникают периодические поверхностные акустические волны, амплитуды которых в широком диапазоне пропорциональны мощности лазерного излучения

ПРИМЕНЕНИЕ Оптикоакустическая спектроскопия на поверхностных акустических волнах перспективна как средство текущего контроля технологических процессов в микроэлектронике, как метод диагностики поверхности

Литература: **Физический** энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983.

163 ПОГЛОЩЕНИЕ ЗВУКА**Вход**

Упругая (акустическая) волна. Частота колебаний (Гц). От 0 до 10^9 Гц. Интенсивность звука (Вт/м²)

Выход

Упругая (акустическая) волна. Интенсивность звука (Вт/м²). Уменьшение

Объект — твердое тело, жидкость, газ (например, воздух, вода, стекло, сталь, ртуть, свинец и др.)

СУЩНОСТЬ Явление необратимого перехода энергии звуковой волны в другие виды энергии и, в частности, в теплоту. В жидкостях поглощение звука в основном определяется вязкостью и зависит от температуры и примесей; в газах поглощение зависит от давления. В твердом теле поглощение определяется кристаллическим состоянием вещества (в монокристаллах поглощение, как правило, меньше, чем в поликристаллах), зависит от наличия дефектов (примеси, дислокации и др.), предварительной обработки материалов. В металлах, подвергнутых ковке, прокатке и т.п., поглощение звука зависит от амплитуды. Диэлектрики поглощают звук хуже, чем металлы и полупроводники

ПРИМЕНЕНИЕ Для исследования дислокаций и других дефектов кристаллов, для определения вязкости, модуля упругости, для глушения звука и звукоизоляции, в электроакустических приемниках звука

Литература. **Физический** энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. М.: Высш. шк., 1977; Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2. М.: Наука, 1978

164 ВОЗБУЖДЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ УПРУГОЙ ВОЛНЫ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ**Вход**

Электромагнитное излучение. Лазерное. Сфокусированное на поверхность твердого тела. Скорость перемещения луча (м/с). Близкая к скорости поверхностных волн, около $2,9 \cdot 10^3$ м/с

Выход

Поверхностные акустические волны. Амплитуда смещения (м)

Объект — непрозрачное для света твердое тело (например, дюралюминий)

СУЩНОСТЬ При воздействии сфокусированного на поверхность твердого тела лазерного излучения, сканируемого со скоростью поверхностных волн, происходит возбуждение поверхностной упругой волны

ПРИМЕНЕНИЕ Для технологического контроля поверхности в микроэлектронике, для возбуждения мощных высокочастотных упругих волн

Литература: **Физический** энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983.

165 ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ МОНОКРИСТАЛЛОВ УЛЬТРАЗВУКОМ

Вход

Упругие (акустические) волны. Ультразвук. Частота колебаний (Гц). Увеличение

Выход

Температура (К). Увеличение до температуры плавления

Объект — монокристаллы

СУЩНОСТЬ Воздействие ультразвука на монокристаллы приводит к их нагреванию в целом. Для структурных дефектов реальных кристаллов характерно селективное поглощение энергии ультразвуковых колебаний. Увеличение температуры в единицу времени пропорционально частоте ультразвука, модулю Юнга, амплитуде деформации и обратно пропорционально плотности, удельной теплоемкости и добротности системы. Нагревание ультразвуком возможно до температуры плавления образцов

ПРИМЕНЕНИЕ Для учета нагревания монокристаллов в условиях ультразвукового облучения

Литература: Путятин Н.А. Упрочнение монокристаллов под влиянием ультразвуковых колебаний. Физика деформационного упрочнения монокристаллов/Под ред. Б.И. Старцева и В.Э. Бенгауза. Киев. Наук думка, 1972

166 АКУСТООПТИЧЕСКАЯ ДИФРАКЦИЯ НА БЕГУЩЕЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВОЛНЕ

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Монохроматическое. Видимое (свет). Частота колебаний (Гц). Выход 2. Упругие (акустические) волны. Ультразвук. Частота колебаний (Гц)

Выход

Электромагнитное излучение. Видимое (свет). Спектр частот (Гц)

Объект — оптически прозрачная среда

СУЩНОСТЬ Акустооптическая дифракция — совокупность явлений, связанных с отклонением от законов прямолинейного распространения света в среде в присутствии ультразвуковой волны, под действием которой в среде возникает своеобразная дифракционная решетка, обладающая периодичностью упругой волны и движущаяся вместе с ней со скоростью звука. В результате при прохождении света через такую среду возникают пучки отклоненного (дифрагированного) света, характеристики которого зависят от частоты упругой волны и угла падения света

ПРИМЕНЕНИЕ Для модуляции отклонения света в модуляторах, дефлекторах, фильтрах, при акустооптической обработке сигналов, для приема сигналов в ультразвуковых линиях задержки, в лазерах и устройствах обработки информации

Литература: Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике/Пер. с нем 2-е изд. М. Мир, 1957; Шутлов В.А. Основы физики ультразвука. Л. Изд-во Ленингр. ун-та 1980; Ультразвук. Маленькая энциклопедия/Под ред. И.П. Голяминой. М. Сов. энциклопедия, 1979.

167 ФОТОУПРУГИЙ (ПЬЕЗООПТИЧЕСКИЙ) ЭФФЕКТ

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Видимое. Монохроматическое. Линейно поляризованное. Длина волны (м). Выход 2. Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па)

Выход

Разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей (величина безразмерная)

Объект — оптически изотропное твердое тело

СУЩНОСТЬ Под воздействием механических напряжений некоторые изотропные вещества становятся анизотропными. Вещество приобретает свойства одноосного кристалла. Мерой возникающей оптической анизотропии служит разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей. В анизотропном веществе наблюдается двойное лучепреломление

ПРИМЕНЕНИЕ При исследовании напряжений в механических конструкциях

Литература: Жевандров Н.Д. Применение поляризованного света. М.: Наука, 1978, **Физический энциклопедический словарь**. М.: Сов. энциклопедия, 1983.

168 ЯВЛЕНИЕ ФОКУСИРОВКИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СОВЕРШЕННЫМ МОНОКРИСТАЛЛОМ

Вход

Электромагнитное излучение. Рентгеновское. Когерентное. Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$)

Выход

Электромагнитное излучение. Рентгеновское. Сфокусированное в узкий штрих. Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Много больше интенсивности падающего пучка

Объект — совершенный монокристалл специальной формы

СУЩНОСТЬ При дифракции рентгеновского излучения на монокристалле (угол падения должен быть близок к брэгговскому) в результате сложения отраженных от атомных плоскостей вторичных волн из кристалла выходит широкий когерентный волновой пакет. Если дифрагированный пучок направить на другой такой же монокристалл, то при повторной дифракции он благодаря когерентности сфокусируется в узкий штрих. Подбирая угол наклона входной поверхности кристалла к отражающим атомным плоскостям, меняя его от точки к точке, можно добиться сильного увеличения и высокой разрешающей способности рентгеновской линзы

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания рентгеновских линз с высокой разрешающей способностью, используемых в рентгеновских микроскопах, интерферометрах, спектрометрах

Литература: Суворов Э., Кушир В. Рентгеновские линзы // Наука и жизнь. 1984. № 5, Пинснер З.Г. Динамическое рассеяние рентгеновских лучей в идеальных кристаллах. М.: Наука, 1974, Ивернова В.И., Ревкевич Г.А. Теория рассеяния рентгеновских лучей. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978.

169 ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ

Вход

Электрическое поле. Разность потенциалов (В)

Выход

Электромагнитное излучение. Ультрафиолетовое. Видимое (свет). Инфракрасное. Длина волны (м). От $2 \cdot 10^{-7}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ м

Объект — неоднородный полупроводник, газ, электролюминофор, твердый люминофор (например, SiC, GaP, GaAs, ZnS, активированный Cu или Al)

СУЩНОСТЬ Люминесценция, возбуждаемая электрическим полем. Атомы вещества переходят в возбужденное состояние в результате возникновения в нем какой-либо формы электрического разряда. Наиболее важными являются инжекционная и предпробойная электролюминесценция

ПРИМЕНЕНИЕ В индикаторных устройствах (электролюминесцентные знаковые индикаторы, преобразователи изображений), в инжекторных лазерах, для управления источником света (электролюминесцентные конденсаторы)

Литература. **Физический энциклопедический словарь**. М.: Сов. энциклопедия, 1983, Верещагин П.К. Электролюминесценция кристаллов. М.: Наука, 1974; **Справочник по лазерам**. Т.1 / Под ред. А.М. Прохорова. М.: Сов. радио, 1978.

170 катодолюминесценция

Вход

Поток электронов. Энергия частиц (Дж)

Выход

Электромагнитное излучение. Видимое. Яркость ($\text{кд}/\text{м}^2$). Длина волны максимума испускательной способности (м)

Объект — люминофор (например, виллемит, сульфид цинка и меди, сульфид цинка и серебра, вольфрамат кальция)

СУЩНОСТЬ Излучение света (люминесценция), возникающее при возбуждении люминофора электронным пучком (катодными лучами). Способностью к катодолюминесценции обладают многие вещества, однако только кристаллические люминофоры стойки к действию электронного пучка и дают достаточную яркость свечения

ПРИМЕНЕНИЕ В вакуумной электронике, является основой для создания лазеров, возбуждаемых электронным пучком

Литература. Москвин А.В. Катодолюминесценция Ч.1,2 М.,Л. ОГИЗ ГИТТЛ, 1948

171 фотолюминесценция

Вход

Электромагнитное излучение. Спектр. Ультрафиолетовое. Видимое. Длина волны (м)

Выход

Электромагнитное излучение. Спектр (линейчатый, полосатый, сплошной). Длина волны (м)

Объект — фотолюминофор

СУЩНОСТЬ Люминесценция, возбуждаемая оптическим излучением. Фотолюминесценция испускается после того, как в возбужденном светом веществе завершились процессы релаксации и установилось квазиравновесие. Спектр фотолюминесценции подчиняется закону Стокса—Ломмеля: спектр излучения в целом и его максимум всегда сдвинуты по сравнению со спектром поглощения и его максимумом в сторону длинных волн

ПРИМЕНЕНИЕ В люминесцентных лампах, в люминесцентной дефектоскопии, в люминесцентном анализе

Литература Константинова-Шлезингер М.А. Люминесцентный анализ. М. Физматгиз, 1961, Физический энциклопедический словарь М Сов энциклопедия, 1983.

172 явление самолокализации поля модулированных волн в нелинейных диспергирующих средах

Вход

Электромагнитное излучение. Плоские волны. Круговая (циклическая) частота (с^{-1})

Выход

Электромагнитное излучение. Плоские волны. Модулированные по амплитуде и частоте. Круговая (циклическая) частота (с^{-1}). Изменение

Объект — среда, прозрачная для данного вида волн, с любым типом временной дисперсии и нелинейностью

СУЩНОСТЬ Плоские монохроматические волны любого диапазона, распространяющиеся в нелинейной диспергирующей среде, испытывают возмущения амплитуды и частоты. В результате энергия волны концентрируется на участках характерного масштаба; происходит пространственно-временная автомодуляция, связанная с изменением как амплитуды, так и частоты, а также амплитудной и частотной огибающей. Возможно возникновение стационарных волн

ПРИМЕНЕНИЕ Учитывается при разработке технических устройств в лазерной оптике, радиосвязи

Литература Островский Л.А. Распространение волновых пакетов и пространственно-временная самофокусировка в нелинейной среде // Журн. эксперим. и теор. физики. 1966 Т 51, вып.4.

173 ЭФФЕКТ КУМАХОВА

Вход

Поток частиц (электронов, позитронов) с релятивистской скоростью. Энергия частицы (эВ). От 10^6 до 10^{11} эВ

Выход

Электромагнитное излучение. Рентгеновское или гамма-излучение. Пространственно-когерентное. Поляризованное. Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$)

Объект — кристаллическое твердое тело (например, вольфрам, алмаз, германий, цинк и др.)

СУЩНОСТЬ Релятивистски ускоренные частицы, проходя через канал (пространство между плоскостями кристаллической решетки), излучают фотоны рентгеновского или гамма-диапазона. Излучение, возникающее при каналировании, обладает высокой пространственной когерентностью, пространственной монохроматичностью и поляризованностью

ПРИМЕНЕНИЕ Для получения направленного и поляризованного мощного рентгеновского излучения, при исследовании кристаллической структуры твердых тел, при определении заряда, массы и энергии элементарных частиц

Литература. Кумахов М.А. Лучи, рожденные в кристалле // Наука и жизнь, 1983. № 11

174 ВРАЩЕНИЕ ПЛОСКОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ЕСТЕСТВЕННО-AКТИВНЫХ АМОРФНЫХ ТЕЛАХ И ЖИДКОСТЯХ

Вход

В х о д 1. Электромагнитное излучение. Линейно поляризованное. Монохроматическое. Длина волны (м). В х о д 2. Массовая концентрация ($\text{кг}/\text{м}^3$). Увеличение

Выход

Электромагнитное излучение. Линейно поляризованное. Монохроматическое. Угол поворота плоскости поляризации (градус). Изменение

Объект — оптически активное аморфное твердое тело, жидкость

СУЩНОСТЬ При прохождении линейно поляризованного света через естественно активные растворы наблюдается поворот плоскости поляризации света. Угол поворота линейно зависит от концентрации активного вещества

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания оптических приборов, определяющих концентрацию растворенного активного вещества

Литература Ландсберг Г.С. Оптика 5-е изд. М Наука, 1976

175 ПОГЛОЩЕНИЕ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ВЕЩЕСТВОМ

Вход

Электромагнитное излучение. Гамма-излучение. Энергия фотона (Дж). Увеличение

Выход

Линейный показатель поглощения (м^{-1}). Уменьшение, затем увеличение

Объект — слой вещества в твердом, жидком или газообразном состоянии (например, воздух, свинец, алюминий)

СУЩНОСТЬ Поглощение гамма-квантов веществом зависит от энергии гамма-квантов. При малых значениях энергии (менее 0,5 МэВ) коэффициент поглощения быстро уменьшается с увеличением энергии, при больших энергиях (более 5 МэВ) коэффициент поглощения возрастает с ростом энергии гамма-кванта

ПРИМЕНЕНИЕ При создании наиболее эффективных поглощений гамма-излучения, а также в радиохимических исследованиях

Литература Келлер К. Радиохимия. М.: Атомиздат, 1978, Overman R.T., Clark H.M. Radioisotope Techniques N.Y. McGraw-Hill, 1960, Физический энциклопедический словарь. Т. 4. М.: Сов. энциклопедия, 1965

176 ЗАВИСИМОСТЬ УГЛА ПОВОРОТА ПЛОСКОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ ОТ ДЛИНЫ ВОЛНЫ

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Линейно поляризованное. Монохроматическое. Длина волны (м). Изменение от $0,5 \cdot 10^{-5}$ до $0,8 \cdot 10^{-5}$ м. Выход 2. Магнитное поле. Постоянное. Напряженность магнитного поля (А/м)

Выход

Электромагнитное излучение. Линейно поляризованное. Монохроматическое. Угол поворота плоскости поляризации (градус)

Объект — оптически неактивное вещество (например, газы: He, CS₂; жидкости: вода, метиловый спирт; твердые тела: NaCl, ZnS и др.)

СУЩНОСТЬ Оптически неактивное вещество, помещенное в магнитное поле, поворачивает плоскость поляризации света, распространяющегося вдоль поля. Угол поворота зависит от напряженности магнитного поля, свойств вещества и длины волны электромагнитного излучения. Приведенный угол поворота (на единицу длины пути света в веществе и единичную напряженность магнитного поля) равен $A/\lambda^2 + B/\lambda^4$, где λ — длина волны электромагнитного излучения, A и B — постоянные для данного вещества величины

ПРИМЕНЕНИЕ При изучении структуры и свойств молекул вещества и межмолекулярных взаимодействий

Литература Ландсберг Г.С. Оптика. М.: Наука, 1976, Волькенштейн В.М. Молекулярная оптика. М., Л.: Наука, 1961

177 ДАВЛЕНИЕ СВЕТА

Вход

Электромагнитное излучение (от инфракрасного до ультрафиолетового). Интенсивность излучения (Вт/м²)

Выход

Давление (Па). Увеличение

Объект — твердое тело, жидкость, газ

СУЩНОСТЬ Давление, которое оказывает на поверхность тела плоская электромагнитная волна, падающая перпендикулярно поверхности, пропорциональна интенсивности падающего излучения и зависит от отражающих свойств поверхности

ПРИМЕНЕНИЕ В оптической ливитации (удержание маленьких частиц), для разделения частиц по размерам, для ускорения микрочастиц вещества в высоком вакууме, для разделения газов, изотопов, для выделения из многоскоростного пучка атомов с определенной скоростью

Литература Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983, Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики Т.3. М.: Высш. шк., 1979.

178 ЧАСТОТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Вход

Электромагнитное излучение. Лазерное. Монохроматическое. Частота колебаний (Гц)

Выход

Электромагнитное излучение. Лазерное. Монохроматическое. Частота колебаний (Гц). Изменение

Объект — активная среда (жидкость, газ, твердое тело) при определенных условиях (давлении, температуре)

СУЩНОСТЬ Если мощное лазерное излучение интенсивностью, превышающей пороговую ($I > 10^6$ Вт/см²), направлено на активную среду, то в пучке, выходящем из активной зоны, появляется несколько новых спектральных составляющих, как более длинноволновых (стоксовы компоненты), так и более коротковолновых (антистоксовы компоненты). Частотный сдвиг зависит от вида рассеяния и состояния активной среды

ПРИМЕНЕНИЕ В спектроскопии, в связи, при диагностике плазмы

Литература: Лазеры и их применение. М. Наука, 1974, Ахманов С.А., Чиркин А.С. Статистические явления в нелинейной оптике. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971

179 ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ПОВЕРХНОСТНУЮ ИОНИЗАЦИЮ

Вход

Электрическое поле. Напряженность электрического поля (В/м). Увеличение до $1,3 \cdot 10^6$ В/м

Выход

Коэффициент поверхностной ионизации (с⁻¹). Увеличение

Объект — твердое тело

СУЩНОСТЬ С увеличением напряженности внешнего электрического поля, уско-ряющего поверхностные ионы, возрастает степень и снижается температурный порог поверхностной ионизации

ПРИМЕНЕНИЕ В ионных источниках, в чувствительных детекторах частиц, термо-электронных преобразователях, перспективно при создании плазменных двигателей

Литература: Зандберг Э.Я., Ионов Н.И. Поверхностная ионизация. М.: Наука, 1969, Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983.

180 СКИН-ЭФФЕКТ

Вход

Электрическое поле. Высоко-частотное. Напряженность электрического поля (В/м)

Выход

Электрический ток. Неоднородный. Высоко-частотный. Плотность электрического тока (А/м²)

Объект — проводящая среда

СУЩНОСТЬ Затухание электромагнитных волн по мере их проникновения в глубь проводящей среды. В результате создается неоднородное распределение переменного высокочастотного тока по сечению проводника. Ток течет в основном в узком поверхностном слое (скин-слое) проводника и практически отсутствует в глубине. Чем больше частота тока, тем меньше глубина скин-слоя

ПРИМЕНЕНИЕ В электромагнитных экранах, при поверхностной закалке стальных изделий. Часто действие эффекта приводит к нежелательным последствиям (не используется полностью сечение провода, возрастают сопротивление провода и потери мощности в нем)

Литература: Калашников С.Г. Электричество. М.: Наука, 1977, Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983, Политехнический словарь/Под ред. И.И. Артоболевского. М.: Сов. энциклопедия, 1977.

181 УГЛОВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ВТОРИЧНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ

Вход

Поток заряженных микрочастиц. Однородный. Постоянный. Электроны. Угол падения на поверхность мишени (градус). Увеличение от 0 до 70°

Выход

Поток микрочастиц. Электроны. Поток частиц (с^{-1}). Увеличение

Объект — образец металла, полупроводника или диэлектрика с плоской поверхностью

СУЩНОСТЬ В результате бомбардировки поверхности металла, полупроводника или диэлектрика пучком электронов (первичных) происходит испускание электронов (вторичных). Коэффициент вторичной электронной эмиссии (равный отношению числа вторичных электронов к числу первичных) увеличивается по мере роста угла падения первичного пучка

ПРИМЕНЕНИЕ При разработке систем фотоэлектронных умножителей и вторичных электронных умножителей

Литература Брошштейн И.М., Фрайман Б.С. Вторичная электронная эмиссия. М. Наука, 1969. Физический энциклопедический словарь. М. Сов. энциклопедия, 1983. Чечик Н.О., Файнштейн С.М., Лифшиц Т.М. Электронные умножители. М. Гостехиздат, 1957

182 ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ОТ ПЛОТНОСТИ ДИСЛОКАЦИЙ

Вход

Плотность дислокаций (м^{-2}). Увеличение от 10^6 до 10^{16} м^{-2}

Выход

Скорость пластической деформации (м/с). Увеличение от 10^{-15} до 10^{-1} м/с

Объект — кристалл

СУЩНОСТЬ Прочность реальных (с дислокациями) кристаллов во много раз меньше, чем идеальных кристаллов, в результате движения дислокаций. Деформация кристалла начинается, когда внешнее напряжение достаточно для начала движения дислокаций. Чем больше число дислокаций, тем большая деформация будет достигнута при заданном внешнем напряжении

ПРИМЕНЕНИЕ При определении параметров дислокаций в конструкционных материалах

Литература Шаскольская М.П. Кристаллография. М.: Высш. шк., 1976

183 АНТИФЕРРОМАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Радиоволны. Частота излучения (Гц). Изменение от десяти до сотен гигагерц. Вход 2. Магнитное поле. Постоянное. Сильное. Напряженность магнитного поля (А/м)

Выход

Коэффициент поглощения (м^{-1}). Резкое увеличение в области резонансного поглощения

Объект — антиферромагнетик

СУЩНОСТЬ Антиферромагнитный резонанс — электронный магнитный резонанс в антиферромагнетиках — явление относительно большого избирательного отклика магнитной системы антиферромагнетика на периодическое воздействие электро-

магнитного поля с частотой, близкой к собственным частотам системы. Явление сопровождается сильным поглощением энергии электромагнитных волн антиферромагнетиком на резонансных частотах

ПРИМЕНЕНИЕ При определении магнитной структуры, уровня обменного аннотропного, сверхтонкого, магнитоупругого и других видов взаимодействий, их температурной зависимости в антиферромагнетиках

Литература. **Физический** энциклопедический словарь Т 1 М. Сов энциклопедия, 1988, **Физический** энциклопедический словарь М. Сов энциклопедия, 1984, **Физический** энциклопедический словарь. Т 1 М. Сов. энциклопедия, 1960

184 ЯДЕРНЫЙ КВАДРУПОЛЬНЫЙ РЕЗОНАНС

Вход

В х о д 1. Электромагнитное излучение. Радиоволны. Частота колебаний (Гц). Увеличение от сотен килогерц до тысячи мегагерц.

В х о д 2. Электрическое поле. Неоднородное. Постоянное. Напряженность электрического поля (В/м)

Выход

Коэффициент поглощения (м^{-1}). Резкое увеличение в области резонансного поглощения

Объект — кристаллическое твердое тело

СУЩНОСТЬ Явление резонансного поглощения электромагнитной энергии в кристаллах, обусловленное квантовыми переходами между энергетическими уровнями, образующимися в результате взаимодействия ядер, обладающих электрическим квадрупольным моментом, с внутрикристаллическим полем. «Чистый» ядерный квадрупольный резонанс наблюдается в отсутствие постоянного магнитного поля. Радиочастотное магнитное поле вызывает вынужденные переходы, что обнаруживается как резонансное поглощение электромагнитной энергии. Резонансные частоты определяются структурой кристалла

ПРИМЕНЕНИЕ При определении квадрупольных моментов ядер, степени упорядоченности макромолекулярного характера химической связи, количества дефектов в кристалле, присутствия примесей, внутренних напряжений, в исследованиях координационных взаимодействий

Литература. **Физический** энциклопедический словарь М. Сов. энциклопедия, 1983, **Физический** энциклопедический словарь Т 2 М.: Сов энциклопедия, 1962; **Физический** энциклопедический словарь Т.5. М. Сов. энциклопедия, 1966

185 АКУСТИЧЕСКИЙ ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС

Вход

В х о д 1. Упругие (акустические) волны. Ультразвук. Частота колебаний (Гц). Увеличение от 1 до 100 МГц. В х о д 2. Магнитное поле. Постоянное. Магнитная индукция (Тл)

Выход

Коэффициент поглощения (м^{-1}). Резкое увеличение в области резонансного поглощения

Объект — кристаллическое твердое тело

СУЩНОСТЬ Явление поглощения энергии акустических волн определенной частоты (избирательное поглощение фононов) системой ядерных спинов твердого тела, возникающее при совпадении частоты ультразвука с интервалом между энергетическими уровнями ядерных спинов во внешнем магнитном поле. Резонансное поглощение обусловлено модуляцией акустическими колебаниями различных внутренних взаимодействий (ядерные спин-фононные взаимодействия)

ПРИМЕНЕНИЕ При изучении структуры металлов, сплавов, низкоомных полупроводников, при определении индукции внутренних магнитных полей, при определении параметров кристаллической решетки диэлектриков

Литература: **Физическая** энциклопедия. Т.1. М.: Сов. энциклопедия, 1988, **Физический** энциклопедический словарь М. Сов. энциклопедия, 1984; **Ультразвук.** Маленькая энциклопедия/Под ред. И.П. Голяминой М.: Сов. энциклопедия, 1979.

186 акустический парамагнитный резонанс

Вход

Вход 1. Упругая (акустическая) волна. Монохроматическая. Ультразвук. Частота (Гц). От 10^5 до 10^{11} Гц. Звуковая мощность (Вт). Вход 2. Магнитное поле. Постоянное. Напряженность магнитного поля (А/м). От 10^{-6} до $5 \cdot 10^{-6}$ А/м

Выход

Упругая (акустическая) волна. Монохроматическая. Ультразвук. Звуковая мощность (Вт). Уменьшение. Поглощенная мощность порядка 10^{-5} Вт

Объект — твердое тело (парамагнетик)

СУЩНОСТЬ Резонансное поглощение энергии ультразвуковой волны определенной частоты при прохождении через парамагнитный кристалл, находящийся в постоянном магнитном поле. Резонансная частота зависит от напряженности магнитного поля

ПРИМЕНЕНИЕ В дефектоскопии, звуковых резонаторах, прикладных научных исследованиях (изучение симметрии внутрикристаллического поля парамагнетика, различных нарушений симметрии из-за наличия дислокаций и деформаций решетки)

Литература Абрагам А., Бликс Б. Электронный парамагнитный резонанс переходных ионов. М.: Мир, 1972; Рэмpton В. Гиперзвук в физике твердого тела. М.: Мир, 1973, **Физический** энциклопедический словарь М.: Сов. энциклопедия, 1983

187 ядерный гамма-резонанс (эффект Мессбауэра)

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Гамма-излучение. Интенсивность излучения источника (Вт/м²). Вход 2. Скорость источника относительно поглотителя (м/с). Изменение

Выход

Электромагнитное излучение. Гамма-излучение. Спектр. Интенсивность излучения (пропускание) в резонансе (Вт/м²). Скачкообразное уменьшение

Объект — твердое тело (например, α -Fe₂O₃, нержавеющая сталь, алмаз и др.)

СУЩНОСТЬ Эффект упругого испускания (поглощения) гамма-квантов атомными ядрами, связанными в твердом теле, не сопровождающегося изменением внутренней энергии. Явления испускания и поглощения гамма-квантов без отдачи и без доплеровского теплового уширения очень специфично и наблюдается лишь на ядрах с характерной системой энергетических уровней. Число и положение резонансных линий отражают структурное и электронное окружение атома. Мессбауэровские спектры одного и того же ядра зависят от химического соединения, температуры, структуры кристаллической решетки, механических напряжений (наклеп) и др.

ПРИМЕНЕНИЕ При разработке схем гамма-лазера на эффекте Мессбауэра, при определении гравитационного красного смещения частоты фотонов, внутренних электрических и магнитных полей в кристаллах, энергии гамма-квантов (с высокой точностью) и др.

Литература. **Физический** энциклопедический словарь М.: Сов. энциклопедия, 1983; **Вертейм** Г. Эффект Мессбауэра/Пер. с англ. М.: Мир, 1966, **Мессбауэровская** спектроскопия/Под ред. У.Гонзера. Пер. с англ. М.: Мир, 1983; **Сивухин** Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. Ч.2. М.: Наука, 1989

188 ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС

Вход

Вход 1. Магнитное поле. Однородное. Постоянное. Сильное. Магнитная индукция (Тл). Вход 2. Электромагнитное излучение. Радиоволны. Частота колебаний (Гц). Увеличение от 1 до 500 МГц

Выход

Коэффициент поглощения (м^{-1}). Резкое увеличение в области резонансного поглощения

Объект — твердое тело, жидкость, газ

СУЩНОСТЬ Явление избирательного поглощения электромагнитной энергии веществом, обусловленное магнетизмом ядер. Ядерный магнитный резонанс наблюдается, когда на исследуемый образец действуют взаимно перпендикулярные поля: сильное постоянное и слабое радиочастотное. Под действием постоянного магнитного поля уровни энергии расщепляются на зеемановские подуровни. Ядерный магнитный резонанс возникает вследствие квантовых переходов ядер, индуцированных радиочастотным полем с нижних энергетических уровней на соседние вышележащие

ПРИМЕНЕНИЕ В квантовых магнитометрах, приборах для анализа смесей, для изотопного анализа, для определения структуры (молекулярной и кристаллической) веществ

Литература. Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983; Физическая энциклопедия. Т.1. М.: Сов. энциклопедия, 1988; Физический энциклопедический словарь. Т.4. М.: Сов. энциклопедия, 1966; Физический энциклопедический словарь. Т.5. М.: Сов. энциклопедия, 1966.

189 МАГНИТОУПРУГИЙ ЭФФЕКТ (эффект Виллари)

Вход

Относительная деформация (величина безразмерная)

Выход

Намагниченность (А/м). Изменение

Объект — ферромагнетик (например, Fe, Ni, сплав Ni(65 %) — Fe(35 %))

СУЩНОСТЬ Влияние механических деформаций (растяжения, кручения, изгиба и т.д.) на намагниченность ферромагнетика. При постоянном упругом напряжении, наложенном на образец (Fe), изменение намагниченности с ростом напряженности магнитного поля сначала увеличивается, затем проходит через максимум и в пределе убывает до нуля. Ферромагнетики, размеры которых сокращаются при намагничивании, при растяжении уменьшают свою намагниченность. Растяжение ферромагнетиков с положительной магнитострикцией (железоникелевый сплав) приводит к увеличению их намагниченности

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания магнитных материалов с особыми свойствами методом механической деформации

Литература: Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983, Мишин Д.Д. Магнитные материалы. М.: Высп. шк., 1981.

190 СУПЕРПАРАМАГНЕТИЗМ

Вход

Вход 1. Температура (К). Изменение. Вход 2. Магнитное поле. Однородное. Напряженность магнитного поля (А/м)

Выход

Намагниченность (А/м). Изменение

Объект — система, состоящая из мелких ферро- и ферримагнитных однодоменных частиц в диамагнитной основе

СУЩНОСТЬ При наложении магнитного поля на образец, состоящий из мелких ферро- и ферромагнитных однодоменных частиц в диамагнитной основе, система этих частиц ведет себя, подобно молекулам парамагнитного газа. Для нее выполняется закон Кюри в слабых магнитных полях. Такую систему называют суперпарамагнитной, а ее магнитное поведение в зависимости от магнитного поля и температуры — суперпарамагнетизмом. Намагниченность суперпарамагнетиков может быть во много раз больше намагниченности обычных парамагнетиков

ПРИМЕНЕНИЕ При определении размеров мелких ферромагнитных включений в диамагнетике

Литература. Лившиц Б.Г., Крапошин В.С., Линецкий Я.Л. Физические свойства металлов и сплавов. М. Металлургия, 1980; Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. М.: Высш. шк., 1983.

191 МАГНИТНЫЙ СКИН-ЭФФЕКТ

Вход

Магнитное поле. Однородное. Переменное. Напряженность магнитного поля (А/м)

Выход

Магнитное поле. Неоднородное. Напряженность магнитного поля (А/м)

Объект — проводящий ферромагнетик

СУЩНОСТЬ При проникновении переменного магнитного поля от поверхности в глубь проводящего ферромагнетика напряженность поля по сечению образца распределяется не равномерно, а преимущественно в поверхностном слое, который носит название скин-слоя. Глубина скин-слоя зависит от электрической проводимости и магнитной проницаемости ферромагнетика, а также от частоты магнитного поля

ПРИМЕНЕНИЕ На магнитном скин-эффекте основано действие электромагнитных экранов, магнитопроводов

Литература: Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1983; Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: Наука, 1966.

192 МАГНЕТОКАЛОРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Вход

Магнитное поле. Постоянное. Напряженность магнитного поля (А/м). Увеличение

Выход

Температура (К). Увеличение

Объект — парамагнетик, ферромагнетик

СУЩНОСТЬ Изменение температуры пара- или ферромагнетика при адиабатическом (в условиях теплоизоляции) изменении напряженности магнитного поля, в котором находится магнетик. С ростом напряженности поля температура магнетика увеличивается, при адиабатическом уменьшении поля магнетик охлаждается

ПРИМЕНЕНИЕ Для получения сверхнизких температур

Литература. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики. М.: Наука, 1973; Кикоин А.К. Молекулярная физика. М.: Наука, 1976; Криччик Г.С. Физика магнитных явлений. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1976.

193 ГИГАНТСКАЯ МАГНИТОСТРИКЦИЯ (открытие 225)

Вход

Вход 1. Магнитное поле. Напряженность магнитного поля (А/м). Увеличение. Вход 2. Температура (К). Увеличение

Выход

Относительная деформация (величина безразмерная). Увеличение

Объект — редкоземельный элемент — ферромагнетик (например, диспрозий, тербий, вольмий, эрбий и т.д.)

СУЩНОСТЬ В некоторых ферромагнетиках (редкоземельные элементы) наблюдается большое увеличение магнитострикционных деформаций с ростом напряженности внешнего магнитного поля и температуры. Магнитострикция достигает порядка 10^{-4}

ПРИМЕНЕНИЕ При создании мощных излучателей ультразвука, в прецизионных механических приводах и т.д.

Литература. Белов К.П. Редкоземельные магнетики и их применение М.: Наука, 1980, Белов К.П. Редкоземельные ферро- и антиферромагнетики. М.: Наука, 1965

194 ДЕЛЬТА Е-ЭФФЕКТ

Вход

Магнитное поле. Напряженность (А/м). Увеличение

Выход

Модуль упругости (Па). Изменение до 20 %

Объект — ферромагнетик (например, Fe, Co, Ni, инварная и элинварная сталь и др.)

СУЩНОСТЬ При помещении ферромагнетика в магнитном поле происходит изменение модуля упругости. В ферромагнетиках в магнитном поле к упругому удлинению, возникающему при наложении упругих напряжений, добавляется удлинение магнитострикционной природы. Знак добавочного удлинения может быть как положительным, так и отрицательным (укорочение тела). У Fe, например, в сильном магнитном поле происходит удлинение тела, а в слабом — укорочение (в слабом поле модуль упругости уменьшается, в сильном увеличивается). Для Ni при всех значениях напряженности магнитного поля происходит укорочение тела и увеличение модуля упругости

ПРИМЕНЕНИЕ При эксплуатации ферромагнитных материалов в магнитном поле в области упругих деформаций

Литература. Вонсовский С.В., Шур Я.С. Ферромагнетизм. М., Л.: Гостехтеориздат, 1948, Белов К.П. Упругие тепловые и электрические явления в ферромагнетиках М.: Наука, 1957, Бозорт Р. Ферромагнетизм. М.: Гостехтеориздат, 1956, Физический энциклопедический словарь Т 1 М.: Сов. энциклопедия, 1960.

195 ЗАВИСИМОСТЬ ПРОВОДИМОСТИ МАГНИТНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ОТ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Вход

Магнитное поле. Напряженность магнитного поля (А/м)

Выход

Удельное электрическое сопротивление (Ом·м). Скачкообразное уменьшение на несколько порядков

Объект — магнитные полупроводники (например, соединения редкоземельного элемента европия с теллуром или селеном)

СУЩНОСТЬ Для ряда антиферромагнитных полупроводников наложение внешнего магнитного поля приводит к резкому уменьшению их электрического сопротивления

ПРИМЕНЕНИЕ Для преобразования высокоомного состояния материала в низкоомное

Литература Белов К.П., Никитин С.А., Левитин Р.З., Нагаев Э.Л. Магнетизм без чудес // Наука и жизнь 1985 № 7, Белов К.П. Редкоземельные магнетики и их применение М.: Наука, 1980, Нагаев Э.Л. Физика магнитных полупроводников. М.: Наука, 1979.

196 ИНВЕРСИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Вход

Температура (К). Увеличение

Выход

Намагниченность. Изменение знака

Объект — редкоземельные магнетики

СУЩНОСТЬ У ряда ферритов при изменении температуры полный магнитный момент меняет знак на противоположный, проходя через нуль в точке компенсации

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания инверсионных магнитов

Литература Белов К.П., Никитин С.А., Левитин Р.З., Нагаев Э.Л. Магнетизм без чудес // Наука и жизнь 1985 № 7, Белов К.П., Бочкарев Н.Г. Магнетизм на Земле и в космосе М.: Наука, 1983, Нагаев Э.Л. Физика магнитных полупроводников. М. Наука, 1979.

197 РЕЛАКСАЦИОННЫЙ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В ПАРАМАГНЕТИКЕ

Вход

В х о д 1. Электрическое поле. Переменное. Напряженность электрического поля (В/м). Увеличение от 0 до $3 \cdot 10^6$ В/м. Частота колебаний (Гц). Постоянство или увеличение от сотен до тысяч герц.

В х о д 2. Магнитное поле. Постоянное. Напряженность магнитного поля (А/м). Постоянство или увеличение до 10^5 А/м

Выход

Намагниченность (А/м). Увеличение более 500 %

Объект — парамагнетик (например, кварц с парамагнитными центрами $A1-0$)

СУЩНОСТЬ Эффект увеличения намагниченности образца в переменном электрическом поле. Эффект максимален при частоте 700–800 Гц. В магнитных полях напряженностью более 10 кЭ происходит уменьшение намагниченности. Эффект отсутствует в постоянном электрическом поле и в образцах кварца, в которых алюминиевые центры в результате отжига перешли в непарамагнитное состояние

ПРИМЕНЕНИЕ При определении степени дефектности кристаллов и др.

Литература. Брик А.Б., Матяш И.В., Такзей Г.А., Костышин А.Н. О влиянии электрического поля на статическую намагниченность в кварце // Физика тв тела 1986 Т 28, вып 4, Брик А.Б. Об определении внутренних электрических полей в кварце с помощью релаксационного магнитоэлектрического эффекта // Физика тв тела 1982 Т 24, вып 6.

198 РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ ЗА СЧЕТ СЖИГАНИЯ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Вход

Температура (К) зажигания экзотермического вещества. Повышение

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение до значений выше предела прочности твердого тела

Объект — твердое тело в контакте с жидкостью и экзотермическим веществом

СУЩНОСТЬ В объеме твердого материала бурят шпур, количество которых зависит от размера твердого тела. Глубина шпура равна $1/4-1/2$ толщины твердого материала в направлении бурения этих шпуров. Далее в шпур заливают небольшое количество воды, а после рассасывания воды в порах и микротрещинах в шпур засыпают экзотермическое вещество, которое затем поджигают. При этом

нагреваемая жидкость в порах и микротрещинах создает дополнительные напряжения для дробления материала

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения негабаритов горных пород

Литература. Кенжебаев А., Поклонский А.П. и др. Способ развала негабарита. Авт свид-во СССР № 1046506 // Бюл. изобр. 1983. № 37, **Наладка**, отработка технологического процесса и участие в доведении до проектной мощности Бельской дробильно-сортировочной фабрики Академического карьероуправления / Отчет Проектно-технологического бюро по нерудным материалам. М.: НИИЖелезобетон. 1961

199 ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

Вход

Вход 1. Электрическое поле. Переменное. Напряженность электрического поля (В/м). Выход 2. Силовое (механическое) воздействие. Переменное. Ударное. Сила (Н). Частота ударов (Гц)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — массив горных пород

СУЩНОСТЬ Путем подачи электрического тока на электроды в массиве горной породы создают канал пробоя. Энергия электрического тока, выделяясь в канале, отводится от него в окружающую породу, и в ней создается нагретый участок. После этого породу подвергают воздействию ударных нагрузок, частоту которых рассчитывают по формуле: $f = (0,7 - 1,0)c / (2l)$, где c — скорость звука в породе, l — расстояние от центра нагретого участка (канала пробоя) до поверхности породы. Данная частота равна частоте колебаний поверхности породы, что приводит к образованию в породе стоячих упругих волн. При этом способе в породе совмещаются термические и упругие напряжения и нагретый участок входит в резонанс, что снижает энергоемкость разрушения

ПРИМЕНЕНИЕ Для отбойки горной породы от массива

Литература. Кузнецов В.В., Нестеров Н.В. и др. Способ термомеханического разрушения горных пород. Авт свид-во СССР № 649840 // Бюл. изобр. 1979. № 8

200 РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ ДАВИЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ, РАЗДВИГАЕМЫМИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ (2)

Вход

Электрический ток. Импульсный. Сила тока (А)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности твердого тела

Объект — твердое тело (например, горная порода, бетон и т.п.)

СУЩНОСТЬ Разрушение твердых тел, например горных пород, бетонов и т.п. за счет вводимых в пробуренное отверстие давящих элементов, раздвигаемых под воздействием электродинамических сил, создаваемых с помощью индуктора. Индуктор представляет собой два параллельно расположенных в пробуренном отверстии линейных токопровода, являющихся собственно давящими элементами, которые разделены слоем изоляции и подключены к мощному источнику импульсного тока. При пропускании через токопроводы импульса тока противоположной полярности они взаимно отталкиваются, создавая разрушающее усилие

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения твердых тел (например, горных пород, бетонов и т.п.)

Литература. Суханов А.Ф. и др. Разрушение горных пород. М.: Недра, 1967, Тимошенко Б.И., Ермоленко Д.З. Устройство для разрушения горных пород и бетонов. Авт свид-во СССР № 485221 // Бюл. изобр. 1975. № 35

201 НАПРАВЛЕННОЕ РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД АНИЗОТРОПНЫМ ПОЛЕМ НАПРЯЖЕНИЙ

Вход

Поток вещества. Твердеющая расширяющаяся масса. Давление (Па)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Анизотропное. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — массив горных пород

СУЩНОСТЬ В проектной плоскости раскола массива горных пород пробуривают ряд скважин. Перед заполнением скважины твердеющей расширяющейся массой по ее образующим у стенок располагают стержни линзообразного сечения из легко деформируемого материала. В процессе твердения расширяющейся массы при увеличении давления на стенку скважины энергия расширения расходуется в основном на деформацию стержней. Появление дополнительного свободного объема при деформации стержней снижает контактное давление на массив горных пород в окрестности стержней и повышает его в направлении, перпендикулярном плоскости раскола. При этом в массиве горных пород создаваемое анизотропное поле напряжений эллипсоидальной формы обеспечивает его раскол

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания направленных трещин в горном массиве, например, при добыче штучного камня, при коррекции поля напряжений в горном массиве в технологических целях

Литература: Штеле В.И. Способ направленного разрушения горных пород: Авт.свид-во СССР № 1328514 //Бюл. изобр. 1987. № 29.

202 НАПРАВЛЕННОЕ РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ ЗА СЧЕТ ПОКРЫТИЯ ГИДРОФОБИЗИРУЮЩИМ ВЕЩЕСТВОМ

Вход

Температура (К). Повышение до температуры плавления гидрофобизирующего вещества, затем снижение до температуры замедления жидкости

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности твердого тела

Объект — твердое тело в контакте с жидкостью и гидрофобизирующим веществом

СУЩНОСТЬ В разрушаемом материале вдоль линии раскола образуют полости, которые заполняют жидкостью (например, водой), удельная плотность которой больше, чем у гидрофобизирующего вещества (например, парафина). Жидкость нагревают до температуры, превышающей температуру плавления гидрофобизирующего вещества. На поверхность нагретой жидкости помещают гидрофобизирующее вещество, которое плавится за счет теплоты нагретой жидкости и скапливается над слоем жидкости. По мере фильтрации жидкости в стенки и дно полости ее уровень понижается. Слой расплавленного гидрофобизирующего вещества опускается, равномерно покрывая стенки полости тонким слоем. По окончании фильтрации нагретой жидкостью полость заполняют жидкостью и замораживают ее

ПРИМЕНЕНИЕ Для направленного разрушения пористых и трещиноватых материалов. Эффективность разрушения материалов повышается за счет увеличения распорных усилий в результате уменьшения проницаемости стенок полостей

Литература Валуков Г.Ю. Способ разрушения твердого материала Авт.свид-во СССР № 1488474 //Бюл. изобр. 1989 № 23

203 ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ВОЛНАМИ

Вход

Электромагнитное излучение. Радиоволны. Частота колебаний (Гц). Увеличение

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — массив горных пород

СУЩНОСТЬ Горную породу облучают сначала электромагнитной волной первой частоты до образования в ее глубине электромагнитного поля напряженностью 30–200 кВ/см. В результате происходит высокочастотный разряд, вызывающий нарушения структуры горной породы, которые образуют в ее глубине неоднородности, отражающую электромагнитную волну. После этого горную породу облучают электромагнитной волной второй частоты, которая на один или несколько порядков выше, чем первая. В результате происходит высокочастотный пробой. Вследствие полного отражения второй электромагнитной волны от предварительно созданной в глубине горной породы отражающей неоднородности вся вводимая электромагнитная энергия используется для разрушения горной породы, что уменьшает энергоемкость разрушения

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения горных пород

Литература: Москалев А.Н., Янтушенко О.В. и др. Способ термического разрушения горных пород электромагнитными волнами. Авт.свид-во СССР № 581275//Бюл изобр 1977 № 43, Ржевский В.В., Протасов Ю.И. Электрическое разрушение горных пород. М. Недра, 1972.

204 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД АБРАЗИВНЫМИ ФЕРРОМАГНИТНЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Вход

Вход 1. Поток вещества. Абразивные ферромагнитные частицы. Скорость движения (м/с).

Вход 2. Магнитное поле. Постоянное и импульсное. Напряженность магнитного поля (А/м)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — массив горных пород

СУЩНОСТЬ На абразивные ферромагнитные частицы воздействуют сначала постоянным магнитным полем, удерживая их на некотором расстоянии от разрушаемой поверхности, а затем импульсным магнитным полем, сообщая им поступательное перемещение. В результате этого частицы с большой скоростью устремляются к забою и производят разрушение горной породы. После разрушения породы частицы под действием постоянного магнитного поля возвращаются в исходное положение над забоем, затем процесс повторяется. Направление движения частиц может быть от соосного скважине до перпендикулярного ее оси, т.е. от аксиального до радиального. По мере износа абразивных ферромагнитных частиц поддают новые

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения горных пород, проходки скважин, щелей и камер в массиве горных пород

Литература Захарова М.С., Кожевников А.А. и др. Способ бурения горных пород Авт.свид-во СССР № 594287//Бюл изобр 1978 № 7

205 ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД С ОДНОВРЕМЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Вход

Вход 1. Электрический ток. Импульсный. Сила тока (А).

Вход 2. Магнитное поле. Импульсное. Напряженность магнитного поля (А/м)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — контакт горной породы с жидкостью

СУЩНОСТЬ От генератора импульсного тока на систему электродов, расположенных в жидкости у поверхности породы, подают мощный импульс. При электрическом разряде между электродами происходит резкое сжатие жидкости, которая выбрасывается в направлении разрушаемой породы. С целью повышения эффективности разрушения в теле одного из электродов можно установить индукторы импульсного магнитного поля, на которые с генератора импульсов напряжения подают импульс. Импульсное магнитное поле, индуцируемое системой индукторов, воздействует на плазму разряда как на проводник с током. При этом плазма движется, сжимая жидкость, которая вследствие этого выбрасывается с большей скоростью

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения горных пород, бурения скважин. Позволяет сократить время проходки скважин на 20–40 % за счет большого увеличения скорости и повысить общий коэффициент полезного действия бурового станка с одновременным снижением трудоемкости

Литература. Муха А.Г., Соловьев Г.В. Устройство для электрогидравлического бурения. Авт.свид-во СССР № 534166 // Бюл. изобр. 1978 № 40.

206 РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА РАСПОРНЫМ УСИЛИЕМ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА

Вход

Температура (К). Увеличение

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности твердого тела

Объект — контакт твердого тела, например горной породы, с биметаллическим элементом

СУЩНОСТЬ Разрушение твердых тел, например горных пород, путем приложения распорных усилий в предварительно подготовленных отверстиях. Распорные усилия создаются с помощью нагреваемого биметаллического элемента, имеющего коэффициент термического расширения не менее $21 \cdot 10^{-6}$ К. Нагрев биметаллического элемента может осуществляться, например, электрическим током

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения твердых тел, например горных пород

Литература. Акопян Р.В., Габриелов Б.Г., Туманян О.С. Способ разрушения горных пород. Авт.свид-во СССР № 310811 // Бюл. изобр. 1971 № 24

207 РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ СМЕСЯМИ, ЗАТВЕРДЕВАЮЩИМИ ПРИ РЕАКЦИИ ГИДРАТАЦИИ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Давление (Па)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности твердого тела

Объект — твердое тело в контакте с водной смесью веществ

СУЩНОСТЬ В объеме твердого тела бурят шпур и заливают их водной смесью веществ, расширяющихся и затвердевающих в результате реакции гидратации. До начала затвердевания устья шпуров запирают и сжимают смесь в шпурах (до уменьшения ее первоначального объема примерно на 12 %). Давление сжатия поддерживают в течение всего времени протекания реакции. Это приводит к увеличению давления и скорости нарастания давления, развиваемого твердеющей смесью, что в свою очередь повышает эффективность разрушения

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения негабаритов горных пород, фундаментов старых сооружений, при добыче гранитных блоков

Литература: Ткачук К.Н., Фоменко И.А., Ткачук К.К. Способ разрушения твердых материалов: Авт. свид.-во СССР № 1560727 // Бюл. изобр. 1990 № 16, **Невзрывчатое** разрушающее средство (НРС-1) / ВНИИ им. П.П. Будникова М. ПИК ВИНТИ, 1983

208 ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ И РЕЗКА ТВЕРДОГО ТЕЛА С ОДНОВРЕМЕННЫМ ЕЕ УПРОЧНЕНИЕМ

Вход

Вход 1. Силовое (механическое) воздействие. Давление (Па) рабочего элемента, нагретого выше температуры плавления обрабатываемого твердого тела. Выход 2. Упругие (акустические) волны. Ультразвуковые вибрационные колебания в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Частота (Гц)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Выше предела прочности твердого тела

Объект — твердое тело (например, природный камень)

СУЩНОСТЬ Природный камень разогревают до температуры плавления в районе обработки контактирующим рабочим элементом, нагретым выше температуры плавления камня, прикладывая к нему рабочее усилие. Одновременно на обрабатываемую поверхность воздействуют ультразвуковыми колебаниями в трех взаимно перпендикулярных направлениях, одно из которых совпадает с направлением рабочего усилия. При совместном воздействии на поверхность камня рабочего усилия и ультразвуковых колебаний она упрочняется и не требует дополнительной обработки

ПРИМЕНЕНИЕ При изготовлении облицовочного природного камня, например гранита или базальта, при обработке поверхности искусственного камня, например бетона, при осуществлении проходки с одновременным закреплением стенок в горных породах

Литература: Орлов А.А., Гаврилова А.И., Иванов А.И. Способ обработки поверхности и резки природного камня и устройство для его осуществления: Авт. свид.-во СССР № 1666706 // Бюл. изобр. 1991 № 28.

209 ГИДРОРАЗРЫВ ГОРНЫХ ПОРОД

Вход

Вход 1. Поток вещества. Жидкость. Давление (Па). Увеличение выше критического давления перехода жидкой фазы в газообразную. Вход 2. Поток теплоты. Тепловой поток (Вт)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — горная порода

СУЩНОСТЬ С поверхности земли до глубины предполагаемого образования трещины осуществляют бурение скважины. В скважину нагнетают жидкость (воду) и создают в ней давление, превышающее критическое давление перехода жидкой фазы в газообразную ($P_{кр} = 21$ МПа). Нагревателем осуществляют нагрев жидкости до критической температуры перехода жидкой фазы в газообразную ($T_{кр} = 370$ °С). Это позволяет достичь максимально возможного коэффициента объемного термического расширения воды и приводит к ускоренному повышению давления жидкости в подпакерном пространстве вплоть до образования в породах первичной трещины. Интенсивность подвода теплоты определяют из соответствующего выражения

ПРИМЕНЕНИЕ Для добычи полезных ископаемых формированием в скважинах трещин и разрывов

Литература Дядкин Ю.Д., Пронин Э.М. и др. Способ гидроразрыва горных пород. Авт.свид-во СССР № 1435767 // Бюл. изобр. 1988. № 41

210 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Вход

Электрическое поле. Высокочастотное. Частота колебаний (Гц)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — массив горных пород

СУЩНОСТЬ По результатам измерения зависимости диэлектрической проницаемости образцов горных пород от частоты электрического поля определяют частоту, соответствующую максимуму релаксационных потерь в адсорбированной «пленке» воды в разрушаемом массиве горных пород. Посредством непосредственного контакта к разрушаемой породе подводят электрическую энергию и нагревают породу в зоне между контактами под воздействием электрического поля, частота которого соответствует максимуму релаксационных потерь в адсорбированной «пленке» воды породы. При этом создаются термоупругие напряжения, достаточные для разрушения породы

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения негабаритов горных пород и других монолитных объектов, содержащих влагу; для проходки скважин в крепких горных породах

Литература Демиденко Н.М. Способ разрушения горных пород. Авт.свид-во СССР № 1546633 // Бюл. изобр. 1990 № 8, Арт. Э.И., Виторт Г.К., Черкасский Ф.Б. Новые методы дробления крепких горных пород. Киев: Наук. думка, 1966

211 ОТБОЙКА ГОРНЫХ ПОРОД ИМПУЛЬСНЫМ ДАВЛЕНИЕМ ЖИДКОСТИ

Вход

Поток вещества. Жидкость (вода). Скорость потока (м/с). В диапазоне 100—300 м/с

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — массив горных пород

СУЩНОСТЬ В горной породе образуют путем механического бурения углубления цилиндрической формы и воздействуют на их стенки импульсным давлением относительно несжимаемой жидкости, например водой, которое создают путем соударения движущейся со скоростью 100—300 м/с жидкости со стенками углублений. Жидкость вне отверстий формируют в виде жидкостного поршня или столба длиной 0,2—2,0 м и диаметром, составляющим 70—100 % диаметра отверстий. Жидкостный поршень направляют для столкновения с донной частью бурового отверстия через трубу или шланг, при этом обеспечивают его полное или частичное отклонение в поперечном направлении к стенке бурового отверстия

ПРИМЕНЕНИЕ Для отбойки горных пород, особенно скальных

Литература Лавон Э.В. Способ отбойки горных пород и устройство для его осуществления: Авт.свид-во СССР № 934915 // Бюл. изобр. 1982. № 21.

212 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВОМ С ПОМОЩЬЮ ПОТОКОВ ЖИДКОЙ ВЗРЫВЧАТОЙ СМЕСИ

Вход

Вход 1. Поток вещества. Жидкость. Окислитель. Объемный расход ($\text{м}^3/\text{с}$). Вход 2. Поток вещества. Жидкость. Горючее. Объемный расход ($\text{м}^3/\text{с}$)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — массив горных пород

СУЩНОСТЬ На разрушаемой поверхности периодически формируют заряды из нескольких потоков жидкой взрывчатой смеси, которые образуют из встречающихся струй окислителя и горючего и направляют под углом к разрушаемой поверхности в виде сходящихся струй. Для разрушения наклонной поверхности один из потоков направляют по нормали к ней, а дополнительные потоки формируют под основным и направляют под острым углом к разрушаемой поверхности в точку контакта основного потока для предотвращения его стекания с наклонной поверхности. При этом потери заряда существенно меньше, чем при формировании заряда одним потоком

ПРИМЕНЕНИЕ В технологии буровзрывного разрушения горных пород в горно-рудной промышленности и строительстве туннелей; при реконструкции зданий и сооружений для разрушения их по заданному контуру с большей интенсивностью взрыва

Литература Ленин В.А., Элькин Ю.И., Смагер В.И. Способ разрушения горных пород взрывом Авт.свид-во СССР № 1553673 // Бюл. изобр 1990. № 12.

213 РАЗРУШЕНИЕ КРЕПКОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ МЕХАНИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПЕРЕКАТЫВАЮЩЕГОСЯ РАБОЧЕГО ТЕЛА

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Давление, создаваемое перекачиваемым рабочим телом (Па)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — массив горных пород

СУЩНОСТЬ На забой выработки помещают шаровые индекторы и прокатывают по ним рабочее тело, например в виде гладкого катка, так чтобы он перекачивался через них. Следствием резких перемещений катка в вертикальном направлении являются удары, которые через индекторы передаются на породу. Под действием ударов порода интенсивно разрушается. Данный способ наиболее эффективно реализуется при бурении скважин большого диаметра и шахтных стволов планетарными бурами, например реактивно-турбинными агрегатами. Для осуществления такого бурения на забой выработки засыпают расчетное количество индекторов, например шариков размером, рассчитанным с учетом размера рабочего тела

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения крепкой горной породы, для бурения скважин большого диаметра

Литература Попов А.Н. Способ разрушения крепкой горной породы. Авт.свид-во СССР № 1550073 // Бюл. изобр. 1990 № 10. Борисович В.Т. и др. Бурение скважин большого диаметра М. Недра, 1977

214 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ОДНОВРЕМЕННЫМ ДЕЙСТВИЕМ КЛИНА И ВИБРОКОЛЕБАНИЙ

Вход

Вход 1. Силовое (механическое) воздействие. Давление (Па).

Вход 2. Силовое (механическое) воздействие. Переменное. Вибрационные колебания. Частота (Гц)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — массив горной породы

СУЩНОСТЬ В горной породе бурят шпур, в который между щеками, помещенными в шпуре, вводят клин. В верхней части клина располагают вибратор. Разрушение горной породы происходит благодаря созданному осевому усилию на клин и одновременному распространению вдоль него вибрационных колебаний. Погружаясь в шпур, система клин — щеки расширяет шпур и раскалывает блок горной породы. Эффективность данного способа разрушения обусловлена хрупкостью горных пород, которое при воздействии вибрационных нагрузок легко разрушаются, что уменьшает энергоемкость процесса разрушения

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения горных пород при отбойке полезных ископаемых

Литература: Корсаков П.Ф. Способ разрушения горных пород: Авт.свид-во СССР № 568721 // Бюл. изобр. 1977 № 30

215 РАЗРУШЕНИЕ МОНОЛИТНЫХ ОБЪЕКТОВ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ УДАРОМ, СОЗДАННЫМ В ЖИДКОСТИ ВЗРЫВОМ ЗАРЯДА ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Взрыв. Давление ударной волны (Па)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности монолитного объекта

Объект — монолитный объект (например, горной породы, бетонной конструкции, фундамента) в контакте с жидкостью

СУЩНОСТЬ Бурят скважину, заполняют ее жидкостью и создают в ней импульс высокого давления жидкости, инициируемый взрывом заряда взрывчатых веществ. При этом давление жидкости в скважине равно сумме давлений падающей и отраженной ударных волн. На дне скважины до создания гидравлического удара можно разместить отражатель из материала с более высоким, чем у разрушаемой среды, акустическим сопротивлением, например из стали. Это позволяет значительно повысить эффективность действия импульса высокого давления жидкости за счет более полного использования энергии отраженной волны. Отражатель также экранирует действие ударной волны на дно скважины, предохраняя его от разрушения

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения монолитных объектов, например горных пород, бетонных конструкций, фундаментов. Позволяет уменьшить расход взрывчатых веществ, повысить эффективность и качество разрушения

Литература Орлов Н.Я. Способ разрушения монолитных объектов. Авт.свид-во СССР № 987096// Бюл. изобр.1989. № 11, Кутузов Б.Н. Взрывные работы. М Недра, 1980.

216 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД КОМБИНИРОВАННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ УДАРНОЙ ВОЛНЫ И ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Вход

Вход 1. Силовое (механическое) воздействие. Давление ударной волны (Па). Вход 2. Силовое (механическое) воздействие. Давление породоразрушающего инструмента (Па)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Выше предела прочности горной породы

Объект — контакт горной породы с жидкостью или газом

СУЩНОСТЬ Замкнутую камеру заполняют жидкостью или газом под давлением, а затем пропускают через жидкостную (газовую) среду импульсные высоковольтные электрические разряды между электродами. Образующаяся ударная волна, проходя через стенки камеры, перемещается на забой. Действие ударной волны подобно взрыву на забое скважины. Внедрение породоразрушающего инструмента в горную породу осуществляется за счет скачка давления в замкнутой камере при взрыве в заполняющей ее среде. Горная порода, предварительно обработанная ударной волной и имеющая в результате этого наряду с необратимыми сдвигами хрупкое разрушение в виде трещин, воспринимает в течение некоторого времени механическое воздействие породоразрушающего инструмента

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения горных пород. Предварительное сжатие жидкости в камере (подача ее туда под давлением) значительно повышает коэффициент передачи энергии ударной волны

Литература Катыховский Г.Ф. Способ разрушения горных пород. Авт.свид-во СССР № 325378// Бюл. изобр.1972 № 3

217 ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Лазерное, монохроматическое. Длина волны (м). Вход 2. Поток вещества. Газ. Соединения галогенов с введенными добавками, вступающими в химические реакции с оксидом кремния, например фтористый водород. Объемный расход ($\text{м}^3/\text{с}$)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — массив горных пород

СУЩНОСТЬ Разрушение горной породы обеспечивается плавлением и испарением. Излучение от лазера падает на поверхность горной породы и разогревает ее. При нагреве поверхности породы до температуры, достаточной для протекания химической реакции между соединениями, входящими в состав горной породы, и соединениями галогенов в газообразном состоянии, по трубке подают в зону нагрева породы летучие соединения галогенов. Образующиеся летучие соединения элементов выносятся новыми порциями поступающего в зону действия излучения газа, и химическая реакция повторяется. Введение в газ добавок, вступающих в химическую реакцию с оксидом кремния, позволяет химически связать присутствующий в приповерхностном газовом слое породы оксид кремния и устранить экранирование электромагнитного излучения парами оксида кремния

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения горной породы при проведении горных работ и бурении скважин. Введение в газ добавок, вступающих в химические реакции с оксидом кремния, снижает поглощение им воздействующего на породу излучения, что повышает эффективность ее разрушения

Литература. Кузнецов А.Н., Гаркуша И.П. Способ термического разрушения горных пород лазерным излучением. Авт.свид-во СССР № 1645509 // Бюл. изобр. 1991. № 16; Кузнецов А.Н. Способ термического разрушения горных пород. Авт.свид-во СССР № 872754 // Бюл. изобр. № 1981. 38; Валукович Г.Ю., Смацкий Н.И. Способ разрушения горных пород лазерным излучением: Авт.свид-во СССР № 1645509 // Бюл. изобр. 1991. № 16.

218 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ВОЛНАМИ РАЗЛИЧНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ

Вход

Электромагнитное излучение. Радиоволны. Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Увеличение

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — массив горных пород

СУЩНОСТЬ Электромагнитной волной СВЧ-диапазона с плотностью потока энергии $150\text{--}300 \text{ Вт}/\text{см}^2$ избирательно нагревают массив горных пород вдоль направления распространения волны (ось z). В массиве горных пород создается вытянутая вдоль оси z зона с повышенной диэлектрической проницаемостью — тепловой след электромагнитной волны. Затем горную породу облучают второй электромагнитной волной с плотностью потока энергии $300\text{--}5000 \text{ Вт}/\text{см}^2$, причем ее направляют в массив перпендикулярно направлению распространения первой волны. Вследствие взаимодействия с породой в зоне теплового следа расходимость второй волны уменьшается, что приводит к повышению интенсивности излучения в массиве и, следовательно, увеличивает экономичность разрушения

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения горных пород

Литература. Москалев А.Н., Явтушенко О.В., Лойк В.И. и др. Способ разрушения горных пород электромагнитными волнами: Авт.свид-во СССР № 724731//Бюл. изобр.1980. № 12.

219 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНОГО МАССИВА ТЕРМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГОРЮЧЕЙ ЖИДКОСТИ

Вход

В х о д 1. Поток вещества. Жидкость. Горючая и рабочая жидкости. Объемный расход ($\text{м}^3/\text{с}$).

В х о д 2. Поток вещества. Кислородсодержащий газ. Объемный расход ($\text{м}^3/\text{с}$)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — массив горных пород

СУЩНОСТЬ Бурят эксплуатационную скважину и формируют первоначальную полость у нижней границы извлечения, которую частично заполняют рабочей жидкостью. Термическое воздействие на свод осуществляется путем подачи в полость порции горючей жидкости плотностью, меньшей, чем у рабочей жидкости, с формированием и воспламенением ее слоя на поверхности последней. При этом термическое воздействие поддерживается за счет подачи в полость порций горючей и рабочей жидкостей и кислородсодержащего газа. Кислородсодержащий газ подают в полость путем его барботирования через слой горючей жидкости или через периферийные скважины, пробуренные вокруг эксплуатационной

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения горных пород

Литература. Смирнов М.М. Способ разрушения массива при извлечении материалов из подземных формаций: Авт.свид-во СССР № 1559163//Бюл. изобр.1990. № 15.

220 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ОДНОВРЕМЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВИБРОКОЛЕБАНИЙ И РАСТВОРА С ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Вход

В х о д 1. Силовое (механическое) воздействие. Импульсное (виброколебания). Сила (Н). Частота колебаний (Гц). В х о д 2. Поток вещества. Технологический раствор с поверхностно-активным веществом. Объемный расход ($\text{м}^3/\text{с}$)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — массив горной породы

СУЩНОСТЬ В горной породе бурят группы скважин в плоскости, проходящей через линию действия минимального главного напряжения, размещают в них виброисточники колебаний на расстоянии от разрушения 5 длин волн. При возбуждении колебаний в породе с частотой 60—1500 Гц и амплитудой для обеспечения напряжения, равного половине разрушающих напряжений в этом массиве горных пород, нагнетают технологический раствор с поверхностно-активным веществом. После изменения деформаций сжатия на деформацию растяжения возбуждение колебаний в скважинах прекращают, а при разрушении породы в забое горной выработки в направлении проходки производят вибровоздействие на породу с частотой, равной частоте вращения шарошечного разрушающего органа

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения горных пород

Литература. Бакулин А.В. Способ разрушения горных пород: Авт.свид-во СССР № 1691522. Бюл. изобр.1991. № 42.

221 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИМИ УДАРАМИ С ОДНОВРЕМЕННЫМ ЗАКРЕПЛЕНИЕМ СТЕНОК СКВАЖИНЫ

Вход

Вход 1. Электрическое поле. Импульсное. Напряжение (В).

Вход 2. Поток вещества. Рас-
твор вяжущего вещества. Объем-
ный расход ($\text{м}^3/\text{с}$)

Выход

Силовое (механическое) воздейст-
вие. Напряжение (Па). Увеличе-
ние выше предела прочности гор-
ной породы

Объект — мягкая горная порода в контакте с жидкостью

СУЩНОСТЬ Проходка скважин с использованием электрогидравлических ударов заключается в том, что между электродами инструмента, которые расположены в жидкости у поверхности породы, создают удары. Когда проходка скважины ведется в крепких породах, то в результате частицы породы откалываются. Если проходка ведется в мягких породах, то происходит уплотнение породы. Для закрепления стенки скважины при проходке в мягких породах в скважину подают раствор вяжущего, например цемента, которое под воздействием удара смешивается с породой на стенках скважины и уплотняет. По окончании проходки подачу тока прекращают и инструмент извлекают из скважины, заглаживая и уплотняя смесь вяжущего и породы на ее стенках

ПРИМЕНЕНИЕ Для проходки скважин в горных породах, для закрепления стенок скважины при проходке в мягких породах

Литература Юткин Л.А., Гольцова Л.И. Способ проходки скважин в горных породах. Авт свид-во СССР № 1378639 // Бюл. изобр 1989. № 33.

222 РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ ДАВЛЕНИЕМ ПАРА

Вход

Температура (К). Увеличение выше
температуры кипения воды

Выход

Давление пара (Па). Увеличение
выше предела прочности твердого
тела

Объект — твердое тело в контакте с водой

СУЩНОСТЬ В объеме твердого тела бурят шпур, заполняют его водой, вводят электронагреватель в устье шпура и герметично закупоривают. После этого на нагреватель подают напряжение. Вода в шпуре нагревается до состояния перегретого пара и создает давление, которое, превысив предел прочности твердого тела на растяжение, разрушает его. Время разрушения регулируется параметрами электрического тока, питающего нагреватель. Данный способ по сравнению с электрогидравлическим способом разрушения повышает эффективность разрушения и улучшает качество последующих операций обработки поверхности расколотого камня за счет уменьшения диаметра и количества буримых шпуров

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения монолитных образований, при добыче блоков штучного камня и разделке их на заготовки

Литература Лурсманишвили Г.С., Зельдин В.Л. Способ разрушения монолитных образований. Авт свид-во СССР № 581276 // Бюл. изобр 1977. № 43; Полуянский С.А., Голяс А.А. и др. Устройство для термического разрушения горных пород. Авт свид-во СССР № 335398 // Бюл. изобр 1972. № 13

223 ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ СВЕРХЗВУКОВОЙ СТРУЕЙ НАГРЕТОГО ГАЗА

Вход

Поток вещества. Газ. Скорость потока (м/с)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности минеральной среды

Объект — твердое тело

СУЩНОСТЬ Образующиеся в результате воспламенения топливной смеси в камере продукты сгорания истекают через сопло в виде сверхзвуковой газовой струи с широким спектром колебаний различной частоты и случайным распределением во времени. Сверхзвуковую струю нагретого газа пропускают через полый резонатор для усиления ее колебаний и направляют на разрушаемую среду. С целью повышения эффективности разрушения резонатор перемещают в продольном направлении относительно истекающей струи газа до наступления резонанса между колебаниями струи и собственными колебаниями разрушаемой среды, который определяют визуально по результатам разрушения

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения минеральных сред, в основном горных пород

Литература Гармаш Н.З., Манакин А.П. и др. Способ термического разрушения минеральных сред сверхзвуковой струей нагретого газа и устройство для его осуществления. Авт.свид-во СССР № 998753 // Бюл. изобр. 1983 № 7, Гармаш Н.З., Зеленский Н.М., Манакин А.П. и др. Способ термодинамического разрушения минеральных сред. Авт.свид-во СССР № 802550 // Бюл. изобр. 1981 № 5; Гальченко Н.А., Дерябкина Л.П., Иткин А.Н. и др. Устройство для термического разрушения минеральных сред струями высокотемпературного газа. Авт.свид-во СССР № 924370 // Бюл. изобр. 1982. № 13

224 РАЗРУШЕНИЕ МОНОЛИТНЫХ ОБЪЕКТОВ ОДНОВРЕМЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ УВЕЛИЧИВАЮЩЕГОСЯ ДАВЛЕНИЯ И НАГНЕТАНИЕМ ЖИДКОСТИ

Вход

Вход 1. Силовое (механическое) воздействие. Давление (Па). Увеличение со скоростью $0,1-0,3 \text{ МПа}\cdot\text{с}^{-1}$. Вход 2. Поток вещества. Жидкость. Объемный расход ($\text{м}^3/\text{с}$)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение. Увеличение выше предела прочности монолита

Объект — твердое тело (например, монолит)

СУЩНОСТЬ Разрушение монолитных объектов за счет механического воздействия на монолит давлением породоразрушающего инструмента с одновременным нагнетанием жидкости в зону механического воздействия. С целью повышения эффективности и снижения энергоемкости разрушения в процессе механического воздействия давление породоразрушающего инструмента на монолит увеличивают со скоростью $0,1-0,3 \text{ МПа}\cdot\text{с}^{-1}$

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения монолитных объектов, например горных пород

Литература Попов В.Н., Несмеянов Б.В. и др. Способ разрушения монолитных объектов и устройство для его осуществления. Авт.свид-во СССР № 1364722 // Бюл. изобр. 1988. № 1

225 РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДОГО МАТЕРИАЛА ЗАМОРАЖИВАНИЕМ ВОДЫ И НАГРЕВАНИЕМ СТЕРЖНЕЙ

Вход

Коэффициент теплового расширения стержня (K^{-1})

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности твердого тела

Объект — твердое тело в контакте с водой и предварительно охлажденными стержнями

СУЩНОСТЬ В твердом материале (блоке) по направлению проектируемого раскола бурят отверстия (шпуры) и заполняют их водой. В воде размещают предварительно охлажденные (например, в среде жидкого азота) стержни, выполненные с учетом возможного увеличения поперечного сечения при нагревании выше температуры охлаждения. Вода охлаждается и замерзает, одновременно нагревается стержень. Увеличиваясь в объеме, лед и стержень оказывают распорное воздействие на стенки отверстия, разрушая материал

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения негабаритов горных пород и направленного раскола
Литература: Комир В.М., Воробьев В.В. и др. Способ разрушения твердого материала. Авт.свид-во СССР № 1511386//Бюл. изобр.1989. № 36.

226 РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ РАСПИРАЮЩИМИ УСИЛИЯМИ ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ ВОДЫ

Вход

Температура (К). Уменьшение ниже точки замерзания воды

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности твердого материала

Объект — твердое тело в контакте с водой

СУЩНОСТЬ В твердом материале бурят скважины с расширениями-упорами в боковых стенках. В скважину заливают доверху воду, затем опускают в воду защитную трубу, внутри которой установлен змеевик с отводом и подводом охлаждающей среды. Воду охлаждают, причем охлаждение регулируют таким образом, чтобы в первую очередь в скважине замерзла вода в пробке (сверх скважины и расширения-упора), а затем в нижней части по всей длине скважины. Необходимый температурный градиент по длине трубы создается в результате разной частоты витков змеевика. За счет расширения льда, образовавшегося в скважине, происходит разрушение материала и откалывание штучных крупных кусков

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения горных пород, для откалывания штучных крупных массивов пород

Литература. Рябченко Л.И., Волошенко Ю.Л. Способ разрушения твердых пород распирающими усилиями. Авт.свид-во СССР № 977773//Бюл. изобр.1982. № 44.

227 РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДОГО МАТЕРИАЛА ЗА СЧЕТ ПРЕВРАЩЕНИЯ ВОДЫ В ЛЕД

Вход

Температура (К). Уменьшение ниже температуры замерзания воды

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности твердого тела

Объект — твердое тело в контакте с жидкостью

СУЩНОСТЬ В объеме твердого тела бурят шпury радиусом r , в нижних частях которых образуют дискообразные щели радиусом $R=(2,2-2,3)r$ и объемом $V=(13-19)r^3$. Образовавшиеся полости заполняют водой и замораживают ее. После замерзания жидкости в объеме твердого тела образуется трещина. Сочетание прорезания щели специальной формы и использования внутренней энергии кристаллизации воды для раздвижения ее поверхности повышает эффективность разрушения твердого материала вследствие направленного воздействия статических нагрузок

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения негабаритов горных пород и отбойки блоков от массивов

Литература Чернов О.И., Шемякин Е.И. и др. Способ разрушения твердого материала. Авт свид-во СССР № 1074995//Бюл. изобр.1984. № 7.

228 РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДОГО МАТЕРИАЛА ЗАМОРАЖИВАНИЕМ ЖИДКОСТИ

Вход

Температура (К). Уменьшение ниже точки замерзания смеси

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности твердого тела

Объект — твердое тело в контакте с жидкостью

СУЩНОСТЬ В объеме твердого тела бурят шпury, заполняют их жидкостью, увеличивающей объем при переходе в твердое состояние, и охлаждают ее до затвердевания. В качестве такой жидкости применяют органические растворители: диметилсульфоксид C_2H_6OS и этилендиамин $C_2H_8N_2$ в смеси с водой. Температура замерзания смеси этилендиамина с водой находится в интервале $0-8,5^\circ C$, а смеси диметилсульфоксида — в интервале $0-18,4^\circ C$ (в зависимости от соотношения компонентов). Следовательно, для их замораживания требуются меньшие энергозатраты, чем для замораживания воды или водных растворов электролитов, причем при переходе в твердое состояние жидкости увеличивают объем на $6-9\%$

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения негабаритов горных пород, при добыче штучного камня

Литература Валукоис Г.Ю., Левертон М.Г. Способ разрушения горных пород. Авт свид-во СССР № 1641996//Бюл. изобр. 1991. № 14.

229 РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИМ УДАРОМ (ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТЕПЛОВЫМ ВЗРЫВОМ)

Вход

Электрическое поле. Импульсное. Напряжение (В)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности твердого тела

Объект — твердое тело в контакте с токопроводящим элементом и жидкостью или увлажненным сыпучим диэлектрическим материалом

СУЩНОСТЬ Электрогидравлические удары создают путем испарения в жидкости или в увлажненном сыпучем диэлектрическом материале токопроводящего взрывающегося теплового элемента, например в виде проволоки, трубки, ленты, при подаче импульса тока на этот элемент, который располагают в непосредственной близости от поверхности разрушаемого объекта или в углублении (шпуре), предварительно образованном в разрушаемом объекте. Использование трубчатого

взрывающегося теплового элемента, наполненного взрывчатым веществом, повышает эффективность разрушения

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения монолитных объектов, преимущественно горных пород, валунов, шлаковых «козлов» в металлургических печах и т.п.

Литература Юткин Л.А., Гольцова Л.И. Способ разрушения монолитных объектов, преимущественно горных пород. Авт.свид-во СССР № 407048//Бюл. изобр 1983 № 18, Кошкин А.Ф., Гольцова Л.И. и др. Способ электрогидравлического разрушения монолитов и устройство для его осуществления. Авт.свид-во СССР № 1548434//Бюл. изобр. 1990 № 9, Юткин Л.А., Гольцова Л.И. Устройство для разрушения монолитных объектов: Авт.свид-во СССР № 357345//Бюл. изобр 1983 № 28

230 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Инфракрасное. Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Вход 2. Электрическое поле. Импульсное. Напряжение (Па)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — массив горных пород

СУЩНОСТЬ На горную породу для предварительного ослабления воздействуют инфракрасным излучением, определяют месторасположение и размеры трещин. В местах наибольшей трещиноватости осуществляют электродинамическое воздействие электрическим током, который подводится с помощью электродов, находящихся в контакте с породой и расположенных один от другого на расстоянии, достаточном для образования электропроводящего канала в межэлектродном промежутке. При этом создаются благоприятные условия для развития канала пробоя не по поверхности породы, а на некоторой глубине, которая может достигать $L/3$, где L — расстояние между электродами

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения горных пород

Литература Андриенко Н.И., Захаров В.Н., Нестеров Н.Д. и др. Способ разрушения горных пород и устройство для его осуществления. Авт.свид-во СССР № 829931//Бюл. изобр 1981 № 18

231 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Вход

Электромагнитное излучение. Инфракрасное. Частота (Гц)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — массив горных пород

СУЩНОСТЬ Электротермическое разрушение горных пород происходит за счет энергии инфракрасного излучения. Соответствующее устройство включает в свой состав корпус с отражателем, имеющим выпукло-вогнутую поверхность, и излучатели с круговым поперечным сечением. Повышение эффективности разрушения достигается благодаря уменьшению потерь энергии на вторичное отражение, для чего сечению поверхности отражателя придают форму ломаной, отрезки которой равны, а каждый из излучателей располагают напротив выпуклого участка отражателя. Устройство размещают так, чтобы излучение попадало на объект воздействия

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения горных пород

Литература Бережной Ю.И., Горелов Н.С., Потапов Ю.А., Черенко А.С., Деревянко Л.П. Устройство для разрушения горных пород инфракрасным излучением: Авт.свид-во СССР № 1120102//Бюл. изобр 1984 № 39; Бураковский Т., Пизинский Е., Саля А. Инфракрасные излучатели. Л. Энергия, 1978

232 РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ ДАВИЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ, РАЗДВИГАЕМЫМИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ (1)

Вход

Электрический ток. Импульсный.
Сила тока (А)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности твердого тела

Объект — твердое тело (например, горная порода, бетон и т.п.)

СУЩНОСТЬ Разрушение твердых тел, например горных пород и бетонов, за счет вводимых в пробуренное отверстие давящих элементов, раздвигаемых под воздействием электродинамических сил, создаваемых индуктором, который подключен к мощному импульсному источнику тока. С целью повышения эффективности разрушения давящие элементы выполняют в виде набора разрезных колец из магнитного материала. При подаче импульса тока на индуктор в нем возникает сильное магнитное поле, которое, взаимодействуя с вихревыми токами, наводимыми в кольцах, разжимает их, создавая динамическое разрушающее усилие

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения твердых тел, например горных пород, бетонов

Литература: Тимошенко Б.И., Ермоленко Д.З. Устройство для разрушения горных пород и бетонов. Авт.свид-во СССР № 485221//Бюл. изобр.1975. № 35.

233 РАЗУПРОЧНЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ НАСЫЩЕНИИ ВОДОЙ

Вход

Влажность породы. Количество воды в породе (кг). Увеличение до насыщения

Выход

Предел прочности породы (Па). Уменьшение

Объект — горная порода (например, глина, уголь, кварциты, песчаники и др.)

СУЩНОСТЬ Динамическое воздействие жидкости на горную породу, как правило, приводит к механическому разрушению и перемещению горных пород, статическое — к их набуханию, размягчению, растворению. Насыщенность пород водой способствует их разрушению при значительно меньших напряжениях, чем при сухих породах. У угля, например, средний предел прочности при пористости 5 % и плотности $2 \cdot 10^3$ кг/м³ снижается с $9,2 \cdot 10^6$ до $5,9 \cdot 10^6$ Па; у метаморфизованных кварцевых песчаников (Донбасс) при пористости 2,61 % и плотности $2,61 \cdot 10^3$ кг/м³ предел прочности при сжатии уменьшается в 1,22 раза

ПРИМЕНЕНИЕ В процессе разупрочнения горных пород (ослабление угля методом нагнетания в пласт воды под давлением и др.), в методах контроля при осушении массивов, при оценке качества строительных материалов, используемых как заполнитель, и др.

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М.: Недра, 1978

234 ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ОТ ОБЪЕМНОЙ МАССЫ ГОРНОЙ ПОРОДЫ

Вход

Объемная масса горной породы (кг/м³) Увеличение

Выход

Предел прочности (Па). Изменение

Объект — горная порода (например, известняк, магматическая порода)

СУЩНОСТЬ На предел прочности оказывает влияние объемная масса горной породы (масса единицы объема породы при данной пористости в ее естественном со-

стоянии). У известняка, например, при увеличении объемной массы от $1,8 \cdot 10^3$ до $2,5 \cdot 10^3$ кг/м³ предел прочности при сжатии увеличивается приблизительно в 4 раза (от $2 \cdot 10^7$ до $8 \cdot 10^7$ Па), у магматических пород при изменении плотности от $1,7 \cdot 10^3$ до $3,5 \cdot 10^3$ кг/м³ предел прочности возрастает от 10^7 до $3,3 \cdot 10^8$ Па, максимальное значение предела прочности магматических пород составляет $3,6 \cdot 10^8$ Па при плотности около $2,7 \cdot 10^3$ кг/м³.

ПРИМЕНЕНИЕ В процессах разрушения и упрочнения горных пород

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М. Недра, 1978

235 РАЗУПРОЧНЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ НАСЫЩЕНИИ ГАЗАМИ

Вход

Объем газа в горной породе (м³).
Увеличение до насыщения

Выход

Предел прочности (Па). Уменьшение

Объект — горная порода (например, уголь и др.)

СУЩНОСТЬ При насыщении газами (метаном, углекислым газом) горных пород и угля наблюдается их разупрочнение

ПРИМЕНЕНИЕ При разрушении пород и угольных массивов, в методах контроля состояния массивов пород и технологических процессов

Литература. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М. Недра, 1978.

236 ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ КВАРЦИТОВ И КВАРЦИТОПЕСЧАНИКОВ ОТ СОДЕРЖАНИЯ СЛЮДИСТОГО ЦЕМЕНТА

Вход

Относительное содержание слюдистого цемента в породе (величина безразмерная). Увеличение

Выход

Предел прочности при сжатии (Па). Уменьшение

Объект — горная порода (например, кварцит, кварцитопесчаник и др.)

СУЩНОСТЬ Из породообразующих минералов наибольшую плотность имеет кварц (свыше $5 \cdot 10^8$ Па); большая прочность и у кварцсодержащих пород. Если в состав породы входят малопрочные минералы (кальций, слюда), то предел прочности породы значительно снижается. Для кварцитов и кварцитопесчаников при увеличении содержания слюдистого цемента в 5 раз (от 4 до 20 %) предел прочности при сжатии уменьшается приблизительно в 5,5 раза (от $6 \cdot 10^4$ до $3,3 \cdot 10^8$ Па). Предел прочности при растяжении для большинства пород составляет $0,1-0,2$ предела прочности при сжатии

ПРИМЕНЕНИЕ При разрушении горных пород

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.. Недра, 1978

237 ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ НАГРЕВАНИИ

Вход

Температура (К). Увеличение от 0 до 500 °С

Выход

Предел прочности при сжатии (Па). Изменение от 10^7 до $2,6 \cdot 10^8$ Па

Объект — горная порода (например, железистый кварцит, каменный уголь, гранит, халькозиновая руда, плавленый кварц и др.)

СУЩНОСТЬ При повышении температуры характер изменения прочности пород зависит от модуля и направленности возникающих внутренних термических напряжений. Если разность коэффициентов объемного расширения двух минералов, входящих в породу, больше нуля, в породе возникают растягивающие напряжения и предел прочности снижается. Если разность коэффициентов меньше нуля, прочность породы возрастает. Например, у халькозиновой руды при повышении температуры от 0 до 500 °С предел прочности увеличивается в 2,5 раза, у плавящегося кварца уменьшается в 2,5 раза в интервале температур от 0 до 300 °С

ПРИМЕНЕНИЕ В термических методах разрушения пород, в методах контроля состояния массивов горных пород и технологических процессов

Литература Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М.: Недра, 1978.

238 ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ОТ ПЛОТНОСТИ МИНЕРАЛОВ

Вход

Плотность минерала ($\text{кг}/\text{м}^3$). Увеличение

Выход

Предел прочности при сжатии (Па). Изменение

Объект – минерал (например, кварц, корунд, гипс, лабрадор, каолинит)

СУЩНОСТЬ Предел прочности минералов в значительной степени зависит от плотности. Например, у пирита, имеющего большую плотность ($5 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$), предел прочности равен $1,28 \cdot 10^8$ Па; у корунда, плотность которого меньше ($4 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$), предел прочности почти в 4 раза выше; у гипса, магнетита и флюорита предел прочности одинаков ($4 \cdot 10^7$ Па) при различной плотности минералов ($2,32 \cdot 10^3$, $2,85 \cdot 10^3$, $3,15 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$). Очень малый предел прочности (в 400 раз меньше, чем кварц) имеет каолинит (10^6 Па) при сравнительно высокой плотности, близкой к плотности кварца ($2,66 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$)

ПРИМЕНЕНИЕ В процессах разрушения или упрочнения горных пород и минералов

Литература Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М.: Недра, 1978

239 ЗАВИСИМОСТЬ МОДУЛЯ ЮНГА ОТ ПОРИСТОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

Вход

Общая пористость породы (величина безразмерная). Увеличение

Выход

Модуль Юнга (Па). Уменьшение

Объект – горная порода (например, известняк, гипс, песчаник и др.)

СУЩНОСТЬ Пористость, т.е. совокупность всех пустот в горных породах, заключенных между минеральными частицами или (и) агрегатами, оказывает большое влияние на упругие свойства горных пород. Модуль Юнга породы и общая пористость связаны квадратичной зависимостью. Значение модуля Юнга определяется также параметром порового пространства, который может принимать значения от 1,5 до 4,0

ПРИМЕНЕНИЕ В механических способах разрушения горных пород

Литература Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М.: Недра, 1978

240 ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ

Вход

Температура (К). Уменьшение от
0 до -196°C

Выход

Предел прочности при сжатии
(Па). Увеличение

Объект — горная порода (например, габбро, габбро-диабаз, песчаник и др.)

СУЩНОСТЬ Понижение температуры породы до -30°C существенно меняет прочностные свойства только рыхлых водонасыщенных пород. Глубокое охлаждение (от -100 до -196°C) скальных пород приводит к увеличению прочности, хрупкости и уменьшению пластичности. При динамических нагрузках охлажденные породы разрушаются легче, чем в условиях обычных температур. В то же время статическая прочность пород с понижением температуры возрастает. При охлаждении песчаников и габбро, например, до -180°C статическая прочность увеличивается в 1,1–1,7 раза

ПРИМЕНЕНИЕ Для упрочнения пород, окружающих выработки (искусственное замораживание при проходке шахтных стволов и подземных выработок в обводненных и рыхлых породах), в криодиспергировании и др.

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978; Дмитриев А.И., Гончаров С.А. Термодинамические процессы в горных породах. М.: Недра, 1983

241 ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН ОТ ЗОЛЬНОСТИ КАМЕННОГО УГЛЯ

Вход

Зольность угля (величина безразмерная). Увеличение от 14 до 40 %

Выход

Скорость ультразвука (м/с). Увеличение

Объект — каменный уголь, антрацит

СУЩНОСТЬ Зольность угля — общее содержание минеральных компонентов — является основным показателем качества угля, определяя практически все его физические свойства. В частности, с увеличением зольности возрастает скорость ультразвуковых волн

ПРИМЕНЕНИЕ В угледобывающей промышленности для оценки качества угля

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978.

242 ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ УПРУГИХ ВОЛН ОТ СТЕПЕНИ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

Вход

Объемная трещиноватость породы (количество трещин в единице объема) (м^{-3}). Увеличение

Выход

Упругие (акустические) волны. Фазовая скорость (м/с). Уменьшение

Объект — горная порода

СУЩНОСТЬ Скорость распространения упругих волн в горных породах определяется упругими свойствами и плотностью породы. Так, скорость упругих волн зависит от трещиноватости породы (с увеличением трещиноватости она уменьшается). При этом скорости продольных и поперечных упругих волн в породе различны (скорость продольной волны всегда больше); в слоистых породах скорость вдоль напластования больше, чем поперек его. Трещиноватость пород количественно оценивается по отношению одного из показателей трещин (длина, раскрытие, количество трещин) к единице длины, площади или объема горной породы

ПРИМЕНЕНИЕ Для контроля степени нарушенности и устойчивости горных массивов

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978.

243 ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН ОТ ПОРИСТОСТИ ПОРОДЫ

Вход

Показатель общей пористости породы (величина безразмерная). Увеличение

Выход

Коэффициент поглощения акустических волн (м^{-1}). Увеличение

Объект — горная порода (например, песчаник, известняк и др.)

СУЩНОСТЬ Показатель общей пористости породы — относительное объемное содержание пор. Коэффициент поглощения акустических (упругих) волн зависит от пористости, тепловых свойств, частоты колебаний и других факторов. В рыхлых и пористых породах (в которых могут распространяться только продольные волны) при увеличении пористости коэффициент поглощения упругих волн возрастает. Для песчаника, например, при увеличении пористости в 8 раз (от 4 до 32 %) коэффициент поглощения акустических волн увеличивается в 5 раз

ПРИМЕНЕНИЕ Для получения информации о состоянии и свойствах пород и массивов (оценка их нарушенности и пр.)

Литература. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М.: Недра, 1978.

244 РАЗГРУЗКА ГОРНОГО МАССИВА МНОГОКРАТНЫМ ГИДРООТЖИМОМ

Вход

Поток вещества. Жидкость. Давление (Па)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Уменьшение

Объект — массив горных пород (например, угольный массив)

СУЩНОСТЬ В подготовительной выработке по нормали к груди забоя бурят скважину. По нормали к скважине в последней вымывают ряд полостей. Затем производят размещение и герметизацию иньектора последовательно за каждой полостью, начиная с последней от устья скважины. Через иньектор ведут нагнетание жидкости, продолжающееся до резкого спада давления, что служит признаком разрушения массива, находящегося между полостями, и отжима его в сторону забоя выработки. За счет многократного гидроотжима путем увеличения зоны разгрузки повышается эффективность предотвращения выбросов горной массы и газа

ПРИМЕНЕНИЕ Для предотвращения выбросов горной массы и газа

Литература. Маляков Н.А. и др. Способ предотвращения внезапного выброса горной массы и газа. Авт.свид-во № 655839 // Бюл. изобр. 1979. № 13.

245 ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН ОТ ДАВЛЕНИЯ НА ПОРОДУ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Давление (Па). Увеличение

Выход

Коэффициент поглощения акустических волн (м^{-1}). Уменьшение

Объект — горная порода (например, песчаник, доломит, базальт и др.)

СУЩНОСТЬ Давление на горную породу изменяет ее упругие свойства, а следовательно, скорость распространения упругих (акустических) волн, коэффициент поглощения, волновое сопротивление и другие характеристики. При повышении давления коэффициент поглощения уменьшается: одни и те же породы, залегающие на разных глубинах и подверженные различным воздействиям, имеют разные коэффициенты поглощения

ПРИМЕНЕНИЕ Для получения информации об изменениях упругих свойств горных пород в условиях нагружения

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М. Недра, 1978

246 ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ (эффект Ребиндера)

Вход

Вход 1. Поверхностно-активное вещество. Толщина слоя (м). Увеличение от нуля. Вход 2. Силовое (механическое) воздействие. Растягивающее напряжение (Па)

Выход

Поверхностное натяжение (удельная поверхностная энергия) (Дж/м²). Уменьшение

Объект — твердое тело (например, W, Mo, Al₂O₃, алмаз, лед, стекло и др.) в контакте с поверхностно-активным веществом

СУЩНОСТЬ Эффект понижения прочности и пластичности твердых тел в результате физико-химического влияния окружающей среды и соответствующего снижения свободной поверхностной энергии тела. Эффект может проявляться в разных формах (пластифицирование или возникновение хрупкости) в зависимости от состава твердого тела и окружающей среды, температуры, структуры твердого тела, характера напряженного состояния и других факторов. Для проявления эффекта Ребиндера необходимо совместное одновременное действие растягивающих напряжений и поверхностно-активного вещества

ПРИМЕНЕНИЕ Для борьбы с налипанием стружки, для увеличения скорости обработки сталей и сплавов, повышения износостойкости шлифовальных кругов, при обработке металлов давлением, для увеличения скорости измельчения минералов, измельчения пластичных металлов, ускорения бурения горных пород

Литература Фридман Б.Я. Механические свойства металлов Т 2 М Машиностроение, 1974, Горюнов Ю.В., Перцов Н.В., Сумм Б.Д. Эффект Ребиндера М Наука, 1966, Вейлер С.Я., Лихтман В.Ч. Действие смазок при обработке металлов давлением М Изд-во АН СССР, 1960, Чувствительность механических свойств к действию среды // Избранные доклады на Международном симпозиуме в США (Балтимор) / Под ред. Е.Д.Щукина М Мир, 1969.

247 ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ОТ ВЛАЖНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

Вход

Влажность породы. Масса воды в породе (кг). Увеличение

Выход

Коэффициент теплопроводности (Вт/(м·К)). Увеличение

Объект — горная порода (например, песок, известняк, песчаник, мрамор, кварцит, супесь, суглинок и др.)

СУЩНОСТЬ Коэффициент теплопроводности горных пород зависит от многих факторов: влажности, температуры, давления на породу, пористости и др. При увеличении влажности коэффициент теплопроводности воды 0,58 Вт/(м·К) значительно больше коэффициента теплопроводности воздуха 0,053 Вт/(м·К) при одинаковых условиях. Коэффициент теплопроводности является сложной функцией всех компонентов составляющих породу фаз. Например, теплопроводность глины, насыщенной водой, в 6–8 раз больше, чем сухой

ПРИМЕНЕНИЕ Для контроля влажности по теплопроводности, при термическом разрушении и сушке горных пород, в регулировании теплового режима шахт и рудников

Литература Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М Недра, 1978.

248 ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД И МИНЕРАЛОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Вход

Температура (К). Увеличение

Выход

Коэффициент теплопроводности (Вт/(м·К)). Увеличение, уменьшение

Объект — горная порода, минерал (например, доломит, гранит, уголь, диабазовое стекло, сиенит и др.)

СУЩНОСТЬ Теплопроводность горных пород и минералов зависит от температуры, минерального состава, структуры, давления и других факторов. Теплопроводность минералов и горных пород с повышением температуры уменьшается. В диапазоне температур 20–200 °С теплопроводность уменьшается по экспоненциальному закону; при температуре свыше 200 °С она уменьшается практически по линейному закону. Исключения составляют минералы со стекловатой структурой (плавленый кварц и обсидиан), у которых теплопроводность повышается. При наличии агрегатных превращений твердое тело — жидкость теплопроводность пород очень резко понижается

ПРИМЕНЕНИЕ При тепловом пробое горных пород, в процессах сушки горной массы, при регулировании теплового режима шахт и рудников

Литература Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978, Дмитриев А.И., Гончаров С.А. Термодинамические процессы в горных породах. М.: Недра, 1983.

249 ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ОТ ДАВЛЕНИЯ

Вход

Давление на горную породу (Па).
Увеличение

Выход

Коэффициент теплопроводности (Вт/(м·К)). Изменение

Объект — горная порода

СУЩНОСТЬ Коэффициент теплопроводности горных пород зависит от давления, температуры, минерального состава, размера минеральных зерен, упругих свойств и других факторов; при увеличении давления на породу он изменяется

ПРИМЕНЕНИЕ Для оценки напряженного состояния массивов горных пород

Литература Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978, Дмитриев А.И., Гончаров С.А. Термодинамические процессы в горных породах. М.: Недра, 1983.

250 ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ОТ МОДУЛЯ ЮНГА ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ (на базе минерального состава)

Вход

Модуль упругости (модуль Юнга) породы перпендикулярно слоистости (Па). Увеличение

Выход

Коэффициент теплопроводности (Вт/(м·К)). Увеличение

Объект — горная порода (например, кварцит)

СУЩНОСТЬ Коэффициент теплопроводности пород зависит от упругих свойств, минерального состава, пористости, размера минеральных зерен, давления на породу, температуры и других факторов. Для железистых кварцитов (на базе минерального состава) зависимость коэффициента теплопроводности от модуля Юнга перпендикулярно слоистости имеет монотонный характер изменения: с увеличением модуля упругости наблюдается возрастание коэффициента теплопроводности

ПРИМЕНЕНИЕ Для прогнозирования взаимосвязи механических и тепловых свойств горных пород

Литература Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М. Недра, 1978, Дмитриев А.И., Гончаров С.А. Термодинамические процессы в горных породах. М. Недра, 1983.

251 ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД ОТ ДАВЛЕНИЯ

Вход

Давление на горную породу (Па).
Увеличение

Выход

Коэффициент температуропроводности ($\text{м}^2/\text{К}$). Увеличение

Объект — горный массив

СУЩНОСТЬ Температуропроводность горных пород зависит от давления, пористости, размеров минеральных зерен, структуры, температуры и других факторов. При увеличении давления на горную породу температуропроводность объектов возрастает

ПРИМЕНЕНИЕ Для оценки напряженного состояния массивов горных пород, контроля устойчивости массивов и выработок

Литература Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М. Недра, 1978, Дмитриев А.И., Гончаров С.А. Термодинамические процессы в горных породах. М. Недра, 1983

252 ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ АМОРФНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД, УГЛЕЙ И ГЛИН

Вход

Температура породы (К). Увеличение

Выход

Коэффициент температуропроводности ($\text{м}^2/\text{К}$). Увеличение

Объект — уголь, глина, аморфная порода

СУЩНОСТЬ Температуропроводность аморфных пород, углей и глин при повышении температуры увеличивается. Например, для угля при изменении температуры от 373 до 1173 К (100—900 °С) температуропроводность увеличивается в 2 раза (от 1,2 до 2,4 $\text{м}^2/\text{К}$)

ПРИМЕНЕНИЕ При определении теплового режима работы угольных шахт и др.

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978.

253 ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ ОТ ВЛАЖНОСТИ ГОРНОЙ ПОРОДЫ

Вход

Влажность породы. Масса воды в породе (кг). Увеличение

Выход

Коэффициент температуропроводности ($\text{м}^2/\text{К}$). Немонотонное изменение

Объект — горная порода (например, уголь, глина, мелкозернистый кварцевый песок и др.)

СУЩНОСТЬ Температуропроводность пород при небольшом увлажнении возрастает (преобладает влияние повышения теплопроводности пород из-за увлажнения), а при дальнейшем увеличении влажности понижается из-за влияния возрастающей теплоемкости пород. Например, для мелкозернистого кварцевого песка максимум температуропроводности ($8,2 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{К}$) соответствует объемной влажности породы (около 5 %); для глинистых почв максимальное значение температуропроводности ($4,1 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{К}$) соответствует влажности 23 %

ПРИМЕНЕНИЕ При расчетах теплового режима и проветривания глубоких шахт, при определении тепловых свойств горных пород и др.

Литература. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М. Недра, 1978.

254 ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Вход

Температура породы (К). Увеличение

Выход

Коэффициент температуропроводности ($\text{м}^2/\text{К}$). Уменьшение

Объект — кристаллическая горная порода (например, гранит, бакальский микрокварцит, доломит и др.)

СУЩНОСТЬ Температуропроводность кристаллических пород с повышением температуры в большинстве случаев уменьшается. Например, при увеличении температуры от 273 до 673 К (0–400 °С) температуропроводность бакальского микрокварцита уменьшается в 1,8 раза (от $1,56 \cdot 10^{-6}$ до $8,7 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{К}$), гранита месторождения «Ровное» — приблизительно в 2 раза (от $1,4 \cdot 10^{-6}$ до $6,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{К}$), бакальского доломита — более чем в 3 раза (от $1,54 \cdot 10^{-6}$ до $4,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{К}$).

ПРИМЕНЕНИЕ При использовании геотермальных ресурсов, при определении теплового режима работы при подземной разработке полезных ископаемых и др.

Литература. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978; Дмитриев А.И., Гончаров С.А. Термодинамические процессы в горных породах. М.: Недра, 1983

255 ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ОТ ПОРИСТОСТИ

Вход

Контроль общей пористости породы (величина безразмерная). Увеличение

Выход

Коэффициент теплопроводности ($\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$). Уменьшение

Объект — горная порода (например, песок, песчаник, гнейс, мрамор, известняк и др.)

СУЩНОСТЬ Показатель общей пористости породы — относительное объемное содержание пор. Теплопроводность пористых пород является сложной функцией всех составляющих породу фаз, для которых отношение наибольшего и наименьшего коэффициентов теплопроводности может достигать десятков тысяч. Воздух имеет очень низкую теплопроводность (коэффициент теплопроводности $0,023 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$), поэтому теплопроводность сухих пористых пород всегда ниже теплопроводности плотных пород. Например, теплопроводность песка в 6–7 раз меньше теплопроводности плотного песчаника. Исключительно большую роль играет форма пор в породе.

ПРИМЕНЕНИЕ При термическом разрушении и сушке пористых горных пород, при регулировании теплового режима шахт и рудников

Литература. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978.

256 ЗАВИСИМОСТЬ ГЛУБИНЫ ПРОНИКНОВЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ПОРОДЫ-ДИЭЛЕКТРИКИ ОТ ВЛАЖНОСТИ ПОРОДЫ

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Частота колебаний (Гц).
Вход 2. Количество влаги в породе (кг). Увеличение

Выход

Глубина проникновения электромагнитных волн (м). Уменьшение

Объект — твердая порода (например, базальт, гранит, мрамор, известняк, глина, бурый уголь, песок, песчаник и др.)

СУЩНОСТЬ Глубина проникновения электромагнитных волн (расстояние в породе, на котором амплитуда волны уменьшается в 2,7 раза) зависит от диэлектриче-

ской проницаемости, тангенса угла диэлектрических потерь, частоты колебаний, температуры и других факторов. В свою очередь диэлектрическая проницаемость и тангенс угла потерь зависят от влажности породы. В результате с увеличением влажности уменьшается глубина проникновения электромагнитных волн

ПРИМЕНЕНИЕ В методах радиоволнового разрушения горных пород

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978.

257 ЗАВИСИМОСТЬ ГЛУБИНЫ ПРОНИКНОВЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ПОРОДЫ-ПРОВОДНИКИ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ПОРОДЫ

Вход

Удельная электрическая проводимость породы (См/м). Увеличение

Выход

Глубина проникновения электромагнитных волн в породу (м). Уменьшение

Объект — горная порода-полупроводник

СУЩНОСТЬ Глубина проникновения электромагнитных волн в породы с высокой проводимостью пропорциональна квадратному корню из значения удельного электрического сопротивления (обратно пропорциональна квадратному корню из удельной электрической проводимости породы). Процесс распространения электромагнитных волн в породе связан с ее нагревом, возникающим при поглощении электромагнитной энергии. Глубина проникновения зависит также от частоты колебаний

ПРИМЕНЕНИЕ В методах радиоволнового разрушения горных пород

Литература. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М Недра, 1978.

258 ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Вход

Температура (К). Увеличение до 873 К (600 °С)

Выход

Удельная электрическая проводимость (См/м). Увеличение от 20 до 10^9 раз

Объект — горная порода (например, кварц, хромит, роговая обманка, молибденитовая руда, кальцит, диабаз и др.)

СУЩНОСТЬ При повышении температуры горной породы до 873 К (600 °С) ее электрическая проводимость возрастает от 20 до 10^9 раз. Наибольшее увеличение электрической проводимости с температурой наблюдается у пород с большим начальным сопротивлением, наименьшее — у руд. Например, у кварца и кальцита при нагревании от 293 до 873 К (от 20 до 600 °С) электрическая проводимость увеличивается соответственно в $2 \cdot 10^4$ и $5 \cdot 10^4$ раз, у хромита — в 10^7 , альбита, микролина и олигоклаза — в 10^4 , нефелина — в 10^3 , у роговой обманки и ангидрита — соответственно в $3 \cdot 10^5$ и 10^5 раз, молибденитовой руды — в 53 раза. Исключение составляет пирротин

ПРИМЕНЕНИЕ При расчете параметров разрушения пород электрическими методами

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978, Миснин Ю.М., Хоминский В.А. Разрушение горных пород электрофизическими методами Уч. пособие. Л. ЛГИ, 1984, Пархоменко Э.И., Бондаренко А.Т. Электропроводность горных пород при высоких давлениях и температурах М. Наука, 1972

259 ВЛИЯНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НА УДЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ СУГЛИНКОВ

Вход

Температура (К). Уменьшение от 273 до 251 К (от 0 до -22°C)

Выход

Удельное электрическое сопротивление (Ом·м). Увеличение

Объект — горная порода (например, суглинки, песок и др.)

СУЩНОСТЬ Влияние отрицательных температур на удельное электрическое сопротивление пород проявляется сразу же после перехода в область температур ниже 0°C (273 К) и особенно резко у рыхлых и трещиноватых пород. Например, при уменьшении температуры суглинков от -3 до -22°C (270–251 К) удельное электрическое сопротивление увеличивается почти в 100 раз; при изменении температуры влажного песка от $+0,5$ до $-0,5^{\circ}\text{C}$ его сопротивление увеличивается в десятки раз

ПРИМЕНЕНИЕ В методах электроразведки, методах контроля состояния массивов горных пород и технологических процессов

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978.

260 ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ И ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Вход

Температура (К). Увеличение до 1073 К

Выход

Удельное электрическое сопротивление (Ом·м). Изменение

Объект — каменный уголь (бурый, жирный, газовый), горючий сланец

СУЩНОСТЬ При нагревании каменных углей и сланцев до температуры 323–373 К ($50-100^{\circ}\text{C}$) электрическое сопротивление снижается, а при повышении температуры до 473 К (200°C) — возрастает. Последующий нагрев до 1073 К (800°C) характеризуется наибольшим линейным уменьшением сопротивления от 10^7-10^{10} до 10^{-1} . Дальнейшее повышение температуры приводит к увеличению удельного электрического сопротивления, что объясняется уменьшением объема содержащейся в породе влаги. После удаления из образцов всей влаги изменение электрического сопротивления в зависимости от температуры происходит по теории полупроводников

ПРИМЕНЕНИЕ В электротермических методах разрушения горных пород

Литература. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М : Недра, 1978.

261 ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ОТ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ГОРНОЙ ПОРОДЫ

Вход

Предел прочности породы (Па). Увеличение

Выход

Удельное электрическое сопротивление (Ом·м). Увеличение

Объект — массив горной породы

СУЩНОСТЬ Упрочнение пород при цементации, битуминизации, силикатизации приводит к росту их электрического сопротивления пропорционально толщине упрочненного слоя

ПРИМЕНЕНИЕ Для контроля упрочнения горных пород: при оценке качества цементации, битуминизации, силикатизации; для обнаружения зон отсутствия упрочнения массива и др.

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М.: Недра, 1978.

262 ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ МИНЕРАЛОВ-ДИЭЛЕКТРИКОВ ОТ ЧАСТОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Вход

Электрическое поле. Высокая частота колебаний (Гц). Увеличение

Выход

Удельная электрическая проводимость (См/м). Увеличение

Объект — минерал

СУЩНОСТЬ У минералов-диэлектриков с ростом частоты электрического поля удельная электрическая проводимость может значительно возрастать — на несколько порядков. Электрическая проводимость минералов и пород с электронным типом проводимости (полупроводники с относительно высокой электрической проводимостью) с повышением частоты поля меняется очень медленно

ПРИМЕНЕНИЕ В электродинамических методах разрушения минералов и горных пород

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М., Недра, 1978, Мисин Ю.М., Хоминский В.А. Разрушение горных пород электрофизическими методами: Уч. пособие. Л., ЛПИ, 1984.

263 ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ОТ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Вход

Электрическое поле. Напряженность электрического поля (В/м). Увеличение от 10^{-3} для полупроводниковых пород и минералов и от 20 В/м — для пород и минералов — диэлектриков

Выход

Удельная электрическая проводимость (См/м). Увеличение от одного до нескольких порядков

Объект — горная порода, минерал

СУЩНОСТЬ В сравнительно слабых полях электрическая проводимость минералов и горных пород постоянна. При напряженности поля свыше 20–30 В/м в диэлектрических минералах и породах и свыше 10^{-3} В/м в полупроводниковых минералах их электрическая проводимость начинает сильно увеличиваться. У минералов и пород — диэлектриков увеличение удельной электрической проводимости происходит в пределах одного порядка, затем наблюдается электрический пробой. У полупроводниковых минералов проводимость может увеличиваться на несколько порядков, после чего наступает тепловой пробой

ПРИМЕНЕНИЕ При расчете параметров разрушения пород в электрическом поле

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М., Недра, 1978, Мисин Ю.М., Хоминский В.А. Разрушение горных пород электрофизическими методами: Уч. пособие. Л., ЛПИ, 1984

264 ЗАВИСИМОСТЬ МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД — ФЕРРОМАГНЕТИКОВ ОТ ДАВЛЕНИЯ НА ПОРОДУ

Вход

Давление на горную породу (Па). Увеличение

Выход

Относительная магнитная проницаемость (величина безразмерная). Уменьшение

Объект — горная порода — ферромагнетик

СУЩНОСТЬ Магнитная проницаемость горных пород — ферромагнетиков уменьшается в направлении действия сжимающей силы

ПРИМЕНЕНИЕ Для оценки напряженного состояния массивов и целиков на железорудных месторождениях (показания датчиков не зависят от влажности породы)

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978.

265 ЗАВИСИМОСТЬ ГЛУБИНЫ ПРОНИКНОВЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ГОРНЫЕ ПОРОДЫ – ПРОВОДНИКИ ОТ ЧАСТОТЫ

Вход

Электромагнитное излучение. Частота колебаний (Гц). Увеличение

Выход

Глубина проникновения (м). Уменьшение

Объект – горная порода – проводник

СУЩНОСТЬ Глубина проникновения электромагнитных волн в породу-проводник обратно пропорциональна квадратному корню из значения частоты колебаний. Процесс распространения волн в породе связан с ее нагревом вследствие поглощения электромагнитной энергии. Глубина проникновения электромагнитных волн зависит также от электрической проводимости породы

ПРИМЕНЕНИЕ В методах радиоволнового разрушения горных пород

Литература. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М.. Недра, 1978.

266 ЗАВИСИМОСТЬ ПОГЛОЩЕНИЯ РАДИОВОЛН ГОРНЫМИ ПОРОДАМИ ОТ ЧАСТОТЫ РАДИОВОЛН

Вход

Электромагнитное излучение. Радиоволны. Частота колебаний (Гц)

Выход

Коэффициент поглощения радиоволн горной породой (величина безразмерная). Увеличение

Объект – горная выработка, массив горной породы

СУЩНОСТЬ С увеличением частоты колебаний поглощение радиоволн сильно возрастает. В случае радиосвязи через массив пород основное влияние на дальность приема оказывают два фактора: поглощение электромагнитных колебаний и эффективность излучателей, так как с повышением частоты излучающая способность антенн улучшается и увеличивается поглощение радиоволн. В конкретных условиях необходимо выбирать оптимальную частоту, которая определяет дальность радиосвязи

ПРИМЕНЕНИЕ Для радиосвязи в подземных горных выработках и через массив горных пород

Литература Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М.. Недра, 1978.

267 ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО И ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ПЛОТНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

Вход

Плотность породы ($\text{кг}/\text{м}^3$). Увеличение

Выход

Коэффициент поглощения рентгеновского и гамма-излучения (величина безразмерная). Увеличение

Объект – минерал, горная порода (например, слюда, уголь и др.)

СУЩНОСТЬ При прохождении через вещество энергия рентгеновского и гамма-излучения теряется на поглощение и рассеяние. В горных породах доля энергии, приходящейся на рассеяние, составляет около 90 % общих потерь. Чем больше плотность вещества, тем более сильное поглощение испытывает излучение

ПРИМЕНЕНИЕ В радиометрическом методе измерения напряжений, для контроля за пучащими породами, в гамма-гамма-каротаже для оценки плотности и пористости углей и пород, в рентгеновской дефектоскопии для исследования распределения золы в угле и коксе

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М.: Недра, 1978.

268 ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ОТ ДАВЛЕНИЯ НА ГОРНУЮ ПОРОДУ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Давление (Па). Увеличение

Выход

Коэффициент поглощения электромагнитных волн породой (величина безразмерная). Изменение

СУЩНОСТЬ Распространение и поглощение электромагнитных волн в породах зависит от их электрических свойств. При изменении давления на породу электрические свойства и соответственно коэффициент поглощения изменяются

ПРИМЕНЕНИЕ Для бесконтактного измерения малых деформаций горных пород при проявлениях горного давления, в радиоволновом методе контроля напряжений в породах

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М.: Недра, 1978

269 ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ОТ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

Вход

Модуль упругости (Па). Увеличение

Выход

Электрическая прочность породы (В/м). Увеличение

Объект — горная порода (например, уголь, аргиллит, роговик, парагнейс, песчаник, алевролит)

СУЩНОСТЬ Электрическая прочность горной породы — напряженность однородного электрического поля, при которой наступает электрический пробой вещества. Для большинства пород электрическая прочность возрастает с увеличением модуля упругости породы. В некоторых породах (гранит, известняк) наблюдается отклонение от этой зависимости. Электрическая прочность двухкомпонентных пород ниже, чем каждого компонента в отдельности, и вероятность пробоя породы возрастает в областях повышенной концентрации включений

ПРИМЕНЕНИЕ При электрическом пробое горных пород

Литература Мисин Ю.М., Хоминский В.А. Разрушение горных пород электрофизическими методами: Уч. пособие. Л.: ЛПИ, 1984; *Физический энциклопедический словарь* М.: Сов. энциклопедия, 1983.

270 ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ НАСЫЩЕНИИ ВОДОЙ

Вход

Влажность породы. Масса воды в породе (кг). Увеличение до насыщения

Выход

Удельное электрическое сопротивление (Ом·м). Уменьшение

Объект — горная порода (например, уголь, порфир кварцевый, сиенит, скарн, тремолит волластонитовый, песок и др.)

СУЩНОСТЬ Удельное электрическое сопротивление горных пород зависит от влажности, температуры, дефектов кристаллической решетки, пористости и др. При увеличении влажности оно может уменьшаться в миллионы раз. Например,

для скарна, тремолита волластонитового отношение значений электрической проводимости при насыщении и у сухой породы достигает $5 \cdot 10^6$, эпизодита $2,4 \cdot 10^6$, порфира кварцевого $1,7 \cdot 10^6$, сиенита $3,3 \cdot 10^2$. На электропроводность влияет не только общее содержание воды, но и степень ее минерализации

ПРИМЕНЕНИЕ В электронитроскопии для прогноза водоносных зон на угольных шахтах, в кондуктометрических влагомерах, в методах электроразведки и др.

Литература Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М. Недра, 1978

271 УМЕНЬШЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ НАСЫЩЕНИИ НЕФТЬЮ

Вход

Объемная влажность породы (величина безразмерная). Увеличение до насыщения породы

Выход

Удельная электрическая проводимость (См/м). Уменьшение

Объект — горная порода (твердое тело)

СУЩНОСТЬ Насыщение пород нефтью обычно приводит к уменьшению удельной электрической проводимости. При этом в большинстве случаев определяющим становится проводимость минерального скелета

ПРИМЕНЕНИЕ Для поиска нефти

Литература Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М. Недра, 1978

272 ЗАВИСИМОСТЬ ГЛУБИНЫ ПРОНИКНОВЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРНОЙ ПОРОДЫ

Вход

Вход 1. Электромагнитное излучение. Частота колебаний (Гц).
Вход 2. Температура горной породы (К). Увеличение

Выход

Глубина проникновения (м). Уменьшение

Объект — горная порода

СУЩНОСТЬ Глубина проникновения электромагнитных волн в горные породы зависит от температуры, влажности, диэлектрической и магнитной проницаемостей породы, частоты волн и других факторов. При повышении температуры горной породы глубина проникновения электромагнитных волн уменьшается

ПРИМЕНЕНИЕ В методах радиоволнового разрушения пород

Литература Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М. Недра, 1978.

273 ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Давление (Па). Увеличение

Выход

Поляризованность (Кл/м²). Увеличение

Объект — минерал, горная порода (например, кварц, турмалин, цинковая обманка, борацит, сфалерит, нефелин, жильный кварц, гранит и др.)

СУЩНОСТЬ Пьезоэлектрический эффект — поляризация некоторых диэлектрических кристаллов при механической деформации. При этом поляризованность пропорциональна механическому напряжению и зависит от свойств пьезоэлектрика. Известно более 1200 соединений, которым в той или иной степени присущи пьезоэлектрические свойства

ПРИМЕНЕНИЕ Для получения информации о горных породах, в геофизических методах разведки полезных ископаемых (пьезоэлектрический метод разведки при поиске и исследовании кварцевых жил и пегматитовых рудных тел)

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978; **Физический энциклопедический словарь.** М.: Сов. энциклопедия, 1983

274 ТРИБОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Вход

Скорость относительного перемещения поверхностей минералов при трении (м/с). Увеличение

Выход

Поверхностный электрический заряд (Кл). Увеличение

Объект — контакт минералов (например, алмаз — топаз, горный хрусталь — стекло и др.)

СУЩНОСТЬ Трибоэлектричество — явление возникновения электрических зарядов при трении диэлектриков, полупроводников, проводников различного или одинакового состава, но различной плотности. При этом электризуются оба вещества, их заряды равны, но противоположны по знаку. Например, при трении двух диэлектриков положительно электризуется тот диэлектрик, у которого диэлектрическая проницаемость меньше. Вещества можно расположить в трибоэлектрические ряды, в которых предыдущее тело заряжается положительно, а последующее — отрицательно. Ряд Гезехуса: (+) алмаз, топаз, горный хрусталь, стекло, слюда, кальций, сера, воск; (—) практически все минералы-диэлектрики

ПРИМЕНЕНИЕ В методах сепарации минералов

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978; **Физический энциклопедический словарь.** М.: Сов. энциклопедия, 1983.

275 ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ПОРОДЫ ОБЛУЧЕНИЕМ ОТ ПЛОЩАДИ ОБЛУЧАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Вход

Площадь облучаемой поверхности. Увеличение

Выход

Эффективность. Увеличение. Энергоемкость (Дж/см³). Уменьшение. Производительность (см³/с). Увеличение

Объект — горная порода

СУЩНОСТЬ При облучении породы потоком светового, инфракрасного, лазерного излучения происходит ее разрушение тонкими слоями в поверхностном облучаемом слое из-за возникновения термических напряжений. Увеличивая площадь облучаемой поверхности при постоянной плотности излучения, повышают производительность, уменьшают энергоемкость, в результате этого возрастает эффективность разрушения. Даже при снижении плотности излучения, но не менее 1 Вт/см² эффективность разрушения увеличивается. Эффект объясняется увеличением деформации породы в облучаемом слое за счет увеличения площади поверхности, снижения потерь энергии, сокращения упругости породы в облучаемом слое

ПРИМЕНЕНИЕ При отбойке породы от массива, при обработке поверхности крупных кусков породы

Литература. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978.

276 ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА ОТ РАЗНОСТИ ТЕМПЕРАТУР ПРИ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

Вход

Разность температур (К). Увеличение

Выход

Тепловой поток, переданный от более нагретой среды к более холодной (Дж). Увеличение

Объект — пара горная порода — горная порода, газ — горная порода и др. в контакте

СУЩНОСТЬ Теплопередача — процесс перехода теплоты через граничную поверхность из одной породы в другую, имеющую отличные от первой тепловые свойства. Количество теплоты пропорционально разности температур, площади поверхности тел, времени перехода и зависит от свойств соприкасающихся тел. Теплопередача возможна не только между породами, но и между газами, жидкостью и породой. В последнем случае имеет место теплоотдача, характеризующаяся коэффициентом теплоотдачи. Он является функцией свойств контактирующих веществ, их состояния, скорости относительного перемещения сред и т.д.

ПРИМЕНЕНИЕ При расчетах проветривания и теплового режима глубоких шахт, в процессах термобурения и др.

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М.: Недра, 1978.

277 СНИЖЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Вход

Электромагнитное излучение. Лазерное. Поток излучения (Вт). Увеличение

Выход

Предел прочности (Па). Уменьшение

Объект — горная порода (например, гранит, железистый кварцит, безрудный кварцит и др.)

СУЩНОСТЬ При облучении горных пород лазерным излучением сопротивление породы механическому разрушению уменьшается. В зависимости от параметров нагрева и свойств пород их прочность снижается в 2–50 раз в различных зонах. При облучении в породах образуются три зоны воздействия: центральная зона интенсивного испарения и разрушения вещества (кратер), более глубоко расположенная зона плавления и периферийная зона термальных изменений с широким развитием неупругих деформаций. Общий диаметр зон воздействия 1,5–6 см. Механизм разрушения лазерным лучом может быть различным

ПРИМЕНЕНИЕ Для бурения скважин и проходки подземных выработок в крепчайших породах, при добыче блочного камня, для поверхностной обработки пород, для разрушения пород в режиме плавления и термического скола (хрупкое разрушение), лазерного щелеобразования

Литература Мисин Ю.М., Хоминский В.А. Разрушение горных пород электрофизическими методами: Уч. пособие. Л.: ЛПИ, 1984.

278 ЗАВИСИМОСТЬ НОМЕРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАТЕГОРИИ ОТ СТЕПЕНИ ТРЕЩИНОВАТОСТИ СКАЛЬНЫХ И ПОЛУСКАЛЬНЫХ ПОРОД

Вход

Расстояние между трещинами в породе (м). Уменьшение до 0,2 м

Выход

Номер технологической категории (величина безразмерная). Увеличение от 1 до 5 (1,2,3,4,5)

Объект — скальные и полускальные породы (например, известняк, роговик, песчаник, алевроит, бурый уголь, гранит и др.)

СУЩНОСТЬ По степени трещиноватости скальные и полускальные породы делятся на пять категорий: 1-я категория — практически монолитные породы, видимые трещины отсутствуют, размер отдельностей превышает 1,5 м; 2-я категория — малотрещиноватые породы, среднее расстояние между трещинами и размер отдельностей до 1,5 м (граниты, плотные известняки); 3-я категория — породы, у которых среднее расстояние между трещинами и размер отдельностей около 0,5 м (известняки, роговики, песчаники); 4-я категория — сильно трещиноватые породы, размер отдельностей 0,3—0,4 м (алеврит, бурый уголь и др.); 5-я категория — чрезвычайно трещиноватые породы, средний размер отдельностей 0,2 м

ПРИМЕНЕНИЕ В паспортизации горных пород по физико-техническим параметрам

Литература. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М., Недра, 1978.

279 ЗАВИСИМОСТЬ ДИАМЕТРА ЗОНЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ОТ МОЩНОСТИ ИМПУЛЬСА ПРИ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОМ ЭФФЕКТЕ

Вход

Электрическое поле. Импульсное. Мощность импульса (Вт). Увеличение

Выход

Диаметр зоны (м). Увеличение

Объект — контакт фаз (например, горная порода — вода)

СУЩНОСТЬ При импульсном электрическом разряде в жидкости вокруг канала разряда возникает зона высокого давления, диаметр которой пропорционален мощности импульса. Гидравлическое давление по мере удаления от разряда быстро падает (примерно пропорционально квадрату расстояния). Жидкость, получив ускорение, перемещается от канала разряда во все стороны, образуя кавитационную полость и вызывая основной гидравлический удар. При смыкании полости создается второй кавитационный гидравлический удар. Цикл повторяется соответствующей частоте следования разрядов

ПРИМЕНЕНИЕ Для создания гидравлического удара

Литература: Юткин Л.Л. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Л. Машиностроение, 1986.

280 ТЕПЛОВОЙ ПРОБОЙ ГОРНЫХ ПОРОД

Вход

Электрическое поле. Высокочастотное. Напряженность электрического поля (В/м). Увеличение от 0 до 10^7 В/м

Выход

Напряжение (Па). Увеличение от нуля до значений выше предела прочности

Объект — горная порода (например, пирит, галенит, магнетит и др.)

СУЩНОСТЬ Тепловой пробой реализуется при подводе к определенному участку поверхности породы высокого напряжения: постоянного, промышленной частоты и высокочастотного. При этом в объеме породы формируется тонкий токопроводящий канал, который является внутренним источником теплоты. Тепловой пробой происходит тогда, когда тепловыделения в канале превышают отвод теплоты из канала вследствие теплопроводности. Характер разрушения породы определяется распределением термических напряжений в прилегающей к каналу зоне при неравномерном нагреве породы

ПРИМЕНЕНИЕ Для дробления негабаритных блоков железорудных и других пород, при термическом резании и др.

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978, Мисник Ю.М., Хоминский В.А. Разрушение горных пород электрофизическими методами. Уч. пособие. Л.: ЛГИ, 1984.

281 ЗАВИСИМОСТЬ КПД ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ

Вход

Вход 1. Электрическое поле. Импульсное. Напряженность электрического поля (В/м). Выше электрической прочности жидкости.

Вход 2. Плотность жидкости (кг/м^3). Увеличение

Выход

КПД (величина безразмерная).
Увеличение

Объект — пара горная порода — жидкость в контакте

СУЩНОСТЬ Электрогидравлический эффект является основой способа трансформации электрической энергии в механическую. КПД этого преобразования является определяющим фактором при решении вопросов практического использования электрогидравлических способов и устройств. При увеличении плотности рабочей жидкости он возрастает

ПРИМЕНЕНИЕ Для повышения эффективности гидравлического удара

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978, Юткин Л.Л. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Л.: Машиностроение, 1986.

282 ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ ПРИ ОБЛУЧЕНИ МОНОКРИСТАЛЛОВ УЛЬТРАЗВУКОМ

Вход

Упругие (акустические) волны.
Ультразвук. Частота колебаний (Гц). Увеличение

Выход

Температура (К). Увеличение до температуры плавления

Объект — монокристаллы

СУЩНОСТЬ Воздействие ультразвука приводит к нагреванию кристалла в целом. Для структурных дефектов реальных кристаллов характерно селективное поглощение энергии ультразвуковых колебаний. Увеличение температуры в единицу времени пропорционально частоте ультразвука, модулю Юнга, амплитуде деформации и обратно пропорционально плотности, удельной теплоемкости и добротности системы. Нагревание ультразвуком возможно до температуры плавления образцов

ПРИМЕНЕНИЕ Для учета нагревания монокристаллов в условиях ультразвукового облучения

Литература: Тяпукина Н.А. Упрочнение монокристаллов под влиянием ультразвуковых колебаний. Физика деформационного упрочнения монокристаллов/Под ред. Б.И.Старцева, В.З.Бентуса. Киев. Наук. думка, 1972.

283 КАПИЛЛЯРНАЯ КОНТРАКЦИЯ

Вход

Капиллярное давление (Па). Увеличение

Выход

Поперечный линейный размер (м). Уменьшение

Объект — высокодисперсное тело, пористое тело

СУЩНОСТЬ Отрицательное капиллярное давление может удерживать смачиваемые жидкостью частицы. Если частицы дисперсного тела не связаны прочно, то возможна его деформация под действием капиллярных сил (капиллярная контракция). Рост капиллярного давления может привести к значительному уменьшению поперечных размеров тел

ПРИМЕНЕНИЕ Усадка материалов под действием капиллярных сил

Литература: **Физическая** энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1990; **Современная теория капиллярности**/Под ред. Н.И.Русанова и Ф.И.Гудрича. М.: Наука, 1978; **Физический энциклопедический словарь**. М.: Сов. энциклопедия, 1983

284 ОСЛАБЛЕНИЕ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА МЕХАНИЧЕСКИМИ КОЛЕБАНИЯМИ

Вход

Вход 1. Упругие (акустические) волны. Частота колебаний (Гц).

Вход 2. Силовое (механическое) воздействие. Импульс давления (Па)

Выход

Предел прочности (Па). Уменьшение

Объект — угольный пласт в породе

СУЩНОСТЬ Ослабление угольного пласта достигается воздействием механических импульсов на породу. С целью повышения интенсивности ослабления на массив, предварительно приведенный в возбужденное состояние, воздействуют направленными импульсами с частотой, равной частоте собственных колебаний массива. При резонансе в угольном пласте возникают зоны напряжений, происходит раскрытие и образование трещин, снижение сил сцепления между отдельностями пласта. Успешному применению колебаний для снижения крепости угля способствуют анизотропия, наличие плоскостей скольжения, кливаж, напластования и другие особенности угольного пласта

ПРИМЕНЕНИЕ В горной промышленности для ослабления механической крепости угольных пластов

Литература. Докукин А.В. и др. Способ предварительного ослабления угольного пласта. Авт.свид-во № 317797//Бюл. изобр. 1971. № 31.

285 ПОДЗЕМНОЕ ВЫПЛАВЛЕНИЕ СЕРЫ ВЫСОКОЧАСТОТНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ

Вход

Электрическое поле. Высокочастотное. Частота (Гц)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Термическое напряжение (Па)

Объект — серная руда (известковая и глинистая)

СУЩНОСТЬ Под действием высокочастотного электрического поля в серных рудах возникают термические напряжения и выделяется теплота. В результате происходит раскрытие зерен серы и она может быть извлечена до 96—97 %, причем извлечение серы из сероносных руд практически мало зависит от структуры и текстуры минерального агрегата

ПРИМЕНЕНИЕ Для подземной бесшахтной добычи серы

Литература: Ржевский В.В. Новые физические методы разрушения минеральных сред. Л. Недра, 1970.

286 ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА МИНЕРАЛЬНЫЕ СУСПЕНЗИИ

Вход

Упругие (акустические) волны.
Ультразвук. Частота (Гц)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Термоупругие напряжения (Па). Увеличение выше предела прочности

Объект — минеральные суспензии

СУЩНОСТЬ Одним из проявлений ультразвукового воздействия на твердое тело в жидкой среде является термическое воздействие. Тепловой эффект возникает вследствие поглощения энергии при обработке жидкостей системы интенсивным ультразвуком. При озвучивании гетерогенной системы теплота появляется в результате поглощения ультразвука в дисперсной среде и дисперсной фазе, отражения и рассеивания на внутренних поверхностях раздела, непрерывного перемещения среды, трения между частицами и дисперсной средой

ПРИМЕНЕНИЕ В горнодобывающей промышленности для измельчения твердых частиц в водных минеральных суспензиях

Литература Ржевский В.В. Новые физические методы разрушения минеральных сред Л Недра, 1970

287 ПОВЫШЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ГАЗОВ ПРИ РАЗЛОЖЕНИИ ГИДРАТОВ НАГРЕВАНИЕМ

Вход

Температура (К). Увеличение

Выход

Давление газа (Па). Увеличение

Объект — газовый гидрат (например, гидрат этана и др.)

СУЩНОСТЬ Газовые гидраты (клатраты) — продукты присоединения молекул воды к молекулам, атомам или ионам вещества. Газовые гидраты состоят из молекул газов или легкокипящих жидкостей и молекул воды, образующих кристаллический каркас. При переходе воды в гидратное состояние ее удельный объем увеличивается на 26—32 %. При разложении гидратов путем подогрева в замкнутом объеме давление газа значительно повышается. При разложении гидрата этана, полученного, например, при $5,2 \cdot 10^5$ Па и 273 К и нагретого в замкнутом объеме до 370 К, давление газа можно повысить до $4 \cdot 10^8$ Па.

ПРИМЕНЕНИЕ На газопромыслах в технической системе стабилизации и транспорта конденсата и т.д.

Литература Бык С.Ш., Макогон Ю.Ф., Фомина В.И. Газовые гидраты. М Химия, 1980; Химическая энциклопедия Т.1 М Сов энциклопедия, 1988

288 ЭФФЕКТ ВИБРОПОЛЗУЧЕСТИ

Вход

Вход 1. Силовое (механическое) воздействие. Постоянное. Напряжение (Па). Выход 2. Силовое (механическое) воздействие. Переменное. Сила (Н)

Выход

Относительная деформация (безразмерная величина). Увеличение

Объект — макроскопически однородное твердое тело, находящееся в напряженном состоянии

СУЩНОСТЬ Под ползучестью понимают увеличение деформации с течением времени при постоянном уровне напряжений. Эффект виброползучести состоит в су-

щественном ускорении процесса ползучести при наложении дополнительных знакопеременных напряжений относительно небольшой амплитуды: определенный уровень деформации достигается значительно раньше, чем при постоянном напряжении. Наиболее часто эффект виброползучести объясняют изменением свойств материалов под влиянием вибрации

ПРИМЕНЕНИЕ Для уменьшения нагрузок, приводящих к деформированию материалов, и для увеличения скорости деформирования

Литература: Баренблатт Г.И., Козырев Ю.И., Малинин Н.И. и др. О виброползучести полимерных материалов // Журн. прикладной механики и тех. физики. 1965 № 5.

289 ЭФФЕКТ ВИБРАЦИОННОГО РАЗРЫХЛЕНИЯ

Вход

Вход 1. Поток вещества. Газ. Массовый расход (кг/м). Вход 2. Силовое (механическое) воздействие. Переменное (вибрация). Сила (Н)

Выход

Концентрация (м^{-3}). Уменьшение

Объект — сыпучие материалы

СУЩНОСТЬ Вибрационное воздействие амплитудой $A \gg gW$ (g — ускорение свободного падения, W — частота вибрации) на сосуды с сыпучей смесью приводит к интенсификации процесса разрыхления сыпучей смеси вследствие возникновения процесса беспорядочного движения частиц с соударениями. Интенсификация процессов выражается как в ускорении их протекания, так и в более полном использовании взаимодействующих веществ. При рациональном выборе аппаратуры и технологии достигаются значительное повышение качества продукции, снижение ее себестоимости

ПРИМЕНЕНИЕ Для интенсификации тепло-, массообменных и химических реакций в виброкипящем слое, для интенсификации процессов охлаждения, нагрева и сушки

Литература: Блехман И.И., Джанелидзе Г.Ю. Вибрационные перемещения. М.: Наука, 1964.

290 ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕЩИНОВАТОСТИ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ

Вход

Длина (м)

Выход

Поток вещества. Газ. Объемный расход ($\text{м}^3/\text{с}$)

Объект — призабойная часть угольного пласта

СУЩНОСТЬ Распределение трещиноватости угольного пласта впереди очистного забоя наиболее достоверно можно оценить по распределению начальной скорости газовыделения на различном расстоянии от груди забоя. Диапазону, в котором происходит интенсивное газовыделение (с максимумом начальной скорости газовыделения в этом диапазоне), соответствует зона нарушенных пород

ПРИМЕНЕНИЕ Для оценки трещиноватости угольного пласта

Литература. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа М.. Недра, 1977.

291 ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ПУТЕМ ЦИКЛИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСОВ СЖАТОГО ВОЗДУХА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Вход

Вход 1. Поток вещества. Жидкость — выщелачивающий раствор. Объемный расход ($\text{м}^3/\text{с}$).
Вход 2. Поток вещества. Газ (сжатый воздух). Циклические импульсы. Давление (Па). Высокое. Энергия (Дж)

Выход

Скорость выщелачивания. Увеличение

Объект — скальные руды

СУЩНОСТЬ При орошении отбитой горной массы полезного ископаемого выщелачивающими растворами и откачке продуктивных растворов с целью повышения безопасности работ по интенсификации процесса выщелачивания перемещение трещинных заполнителей и разрушение глинистых пленок в массиве отбитого полезного ископаемого производят путем циклического воздействия на указанный массив импульсами сжатого воздуха высокого давления. Импульсы формируются пневмоимпульсными устройствами, при этом цикл подачи сжатого воздуха в массив осуществляется последовательно, начиная с нижней части камеры, вверх и обратно, с продолжением орошения в течение всего цикла

ПРИМЕНЕНИЕ Для интенсификации подземного выщелачивания полезных ископаемых при разработке месторождений скальных руд

Литература. Лобанов Д.П. и др. Способ подземного выщелачивания полезных ископаемых: Авт свид-во № 819311/Бюл. изобр. 1981. № 13.

292 УЛЬТРАЗВУКОВОЕ СНЯТИЕ РЕАГЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ПЛЕНОК С ПОВЕРХНОСТИ МИНЕРАЛОВ

Вход

Упругие (акустические) волны. Ультразвук. Частота (Гц). Интенсивность ($\text{Вт}/\text{м}^2$)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Выше предела прочности

Объект — минералы (например, полевой шпат, кварцевый песок, железная руда в водной среде или в водных растворах поверхностно-активных веществ)

СУЩНОСТЬ Ультразвук, действуя на минералы, приводит к удалению с их поверхности различных покрытий и вторичных минеральных пленок. Для очистки обычно применяют низкочастотные ультразвуковые колебания (15–25 кГц) при интенсивности не менее $2 \text{ Вт}/\text{см}^2$; продолжительность воздействия ультразвука 1–15 мин. «Озвучивание» материалов осуществляется как в водной среде, так и в водных растворах поверхностно-активных веществ, способных растворять удаляемые с поверхности частицы вещества. Продолжительность процесса очистки с использованием «озвучивания» в 10–15 раз меньше, чем при механической оттирке, а качество очистки значительно выше

ПРИМЕНЕНИЕ В методах разрушения реагентных покрытий на минеральных частицах

Литература. Агранат Б.А., Дубровин М.Н. и др. Основы физики и техники ультразвука М : Высш. шк, 1987

293 УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Вход

Упругие (акустические) волны.
Ультразвук. Частота (Гц). Интенсивность ($\text{Вт}/\text{м}^2$)

Выход

Скорость выщелачивания. Увеличение

Объект — минеральная суспензия (например, руда) в выщелачивающем растворе

СУЩНОСТЬ Под действием мощного ультразвука интенсифицируются массообменные процессы между частицами твердого вещества и жидкостью в суспензии. Это приводит к увеличению градиента и концентрации реагирующих веществ на границе раздела фаз и, следовательно, к росту скорости диффузии, которая определяет скорость выщелачивания. Для интенсификации процесса выщелачивания наиболее эффективны колебания низкой частоты (около 20 кГц) при интенсивности $1-5 \text{ Вт}/\text{см}^2$, что связано с максимальным развитием акустической кавитации в этих условиях. Применение ультразвуковых колебаний при выщелачивании позволяет получить продукт выщелачивания, содержащий до 99,5 % основного компонента, и сократить продолжительность обработки исходного сырья до 10–15 мин вместо нескольких часов, а также повысить степень очистки обрабатываемого продукта

ПРИМЕНЕНИЕ Для интенсификации выщелачивания руд

Литература. Агранат Б.А., Дубровин М.Н. и др. Основы физики и техники ультразвука. М., Высш. шк., 1987.

294 ЭФФЕКТ ВИБРОПЛАСТИЧНОСТИ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Переменное (высокочастотная вибрация). Сила (Н)

Выход

Предел пластичности. Уменьшение

Объект — твердое тело

СУЩНОСТЬ При наложении на материалы высокочастотной (в частности, ультразвуковой) вибрации происходит снижение предела пластичности материала

ПРИМЕНЕНИЕ Для уменьшения напряжений, необходимых для разрушения материала

Литература. Пановка Я.Г. Внутреннее трение при колебаниях упругих систем. М., Физматгиз, 1960; Ильюшин А.А., Победра Б.Е. Основы математической теории термовязкоупругости. М., Наука, 1976

295 ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Вход

Электрическое поле. Импульсное. Напряженность электрического поля ($\text{В}/\text{м}$). Увеличение от нуля до электрической прочности жидкости

Выход

Гидравлическое давление (Па). Увеличение от нуля до значений больше предела прочности горной породы

Объект — контакт горная порода — жидкость

СУЩНОСТЬ Электрогидравлический эффект — возникновение сверхвысокого гидравлического давления в жидкости при осуществлении внутри ее объема специально сформированного импульсного электрического разряда. Основные факторы, определяющие возникновение эффекта: длительность, форма, крутизна формы импульса и амплитуда ударного действия. При электрогидравлическом эффекте воз-

никают ударные волны, мощные кавитационные и другие процессы. Ударные волны способны разрушать материалы и вызывать пластическое деформирование объектов. Для осуществления эффекта в горной породе бурится неглубокий шпур, заполняющийся водой, в который помещается электрогидравлический взрыватель

ПРИМЕНЕНИЕ Для дробления различных материалов (угля, асбеста, слюды, соли и др.), для выделения алмазов из кимберлитов, для бесшахтной добычи полезных ископаемых, гидравлических разрывов пластов

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород М.: Недра, 1978; Юткин Л.Л. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. Л.: Машиностроение, 1986.

296 ОТТАИВАНИЕ МЕРЗЛЫХ ПОРОД СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЕМ

Вход

Электромагнитное излучение. Радиоволны СВЧ-диапазона. Длина волны (м). Увеличение от 0 до 0,7 м

Выход

Толщина талого слоя породы (м) при однократном воздействии. Увеличение от нуля до определенного значения

Объект — массив мерзлой породы (например, песчаник и др.)

СУЩНОСТЬ По сравнению с традиционными способами (гидрооттайка, нагрев электрическим током промышленной частоты) оттаивание мерзлых пород СВЧ-излучением имеет более высокую производительность, возможность управления зоной оттаивания в плоскости забоя и по глубине; не требует бурового оборудования. При СВЧ-облучении талое состояние сначала возникает на границе массива, а затем по мере накопления энергии, достаточной для фазового перехода, — в более глубоких слоях. С ростом длины волны глубина талого слоя увеличивается до предельного значения

ПРИМЕНЕНИЕ Для предварительного оттаивания мерзлого грунта при проходке выработок большого сечения (система талых зон) и для полного оттаивания грунта

Литература: Миснин Ю.М., Хоминский В.А. Разрушение горных пород электрофизическими методами: Уч. пособие. Л.: ЛПИ, 1984

297 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД РАДИОВОЛНАМИ

Вход

Электромагнитное излучение. Радиоволны СВЧ-диапазона. Интенсивность излучения ($\text{Вт}/\text{м}^2$)

Выход

Напряжение (Па). Увеличение до значений выше предела прочности

Объект — горная порода (например, железный кварцит, песчаник и др.)

СУЩНОСТЬ При СВЧ-облучении передача энергии от генератора к породе осуществляется по металлическим трубам-волноводам, которые допускают всевозможные изгибы, скрутки, ответвления, а также могут выполняться в виде гибких соединений (сильдинов). Характер разрушения крепких пород под воздействием СВЧ-излучения зависит от способа нагрева породы и ее свойств. В большинстве пород перед отделением от массива крупных кусков наблюдается шелушение поверхностного слоя. При воздействии на породу сфокусированного излучения или при наличии в породе включений с более высоким поглощением излучения происходит «взламывание» поверхности породы

ПРИМЕНЕНИЕ Для проходки выработок бурения взрывных скважин в крепчайших породах (18–20), при оттаивании мерзлых грунтов и др.

Литература: Миснин Ю.М., Хоминский В.А. Разрушение горных пород электрофизическими методами: Уч. пособие. Л.: ЛПИ, 1984.

298 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ИСКРОЙ

Вход

Электрическое поле. Импульсное. Напряженность электрического поля (В/м). Увеличение от нуля до электрической прочности породы

Выход

Напряжение (Па). Увеличение от нуля до значений больше предела прочности

Объект — горная порода (например, мрамор, асбест, известняк, слюда и др.)

СУЩНОСТЬ При электроискровом способе разрушения энергетический разряд инициируется непосредственно в объеме породы. Для пробоя необходимы значительные импульсные напряжения, уровень которых зависит от электрической прочности разрушаемых пород. Электрическая прочность мрамора, например, равна 10^6 В/м, мусковита $2 \cdot 10^8$ В/м, у асбеста она изменяется в зависимости от разновидности от 10^6 до $3,5 \cdot 10^5$ В/м, у кварца — от $2 \cdot 10^7$ до $4,7 \cdot 10^7$ В/м. Электрическая прочность пород и минералов зависит от модуля объемного сжатия, микротвердости, влажности, пористости, давления на породу

ПРИМЕНЕНИЕ Для направленной отбойки горных пород, раскалывания кусков пород, осуществления избирательного изменения материалов, регулирования granulометрического состава взорванной породы и т.д.

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978; Мисник Ю.М., Хоминский В.А. Разрушение горных пород электрофизическими методами: Уч. пособие. Л.: ЛПИ, 1984.

299 КРИОИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ

Вход

Вход 1. Температура (К). Уменьшение до 77 К. Вход 2. Механический импульс большой мощности (Вт). Увеличение

Выход

Размер частиц (м). Уменьшение

Объект — пластичные материалы (например, полиэтилен, поливинилхлорид, резина, каучук, пластик, битум, металл и др.)

СУЩНОСТЬ Одной из наиболее распространенных технологических операций, связанных с механическим воздействием на твердое тело, является измельчение минерального сырья и материалов. Передаваемая телу энергия расходуется на увеличение поверхностной (измельчение) и объемной (активация) энергии. Особенности поведения твердых веществ при охлаждении (переход из пластического состояния в хрупкое) дают возможность получить в мелкодисперсном состоянии материалы, не подвергающиеся измельчению при комнатной температуре. При пониженной ($T < 200$ К) и низкой ($T < 77$ К) температурах для образования зародыша трещин необходимы значительные импульсные нагрузки

ПРИМЕНЕНИЕ В технологии измельчения полимеров (полиэтилен, поливинилхлорид), пластиков, резины, битумов, продуктов фармацевтической промышленности, при утилизации отходов производства (металлическая стружка, лом), в низкотемпературной механохимии

Литература Аввакумов Е.Г. Механически методы активации химических процессов. Новосибирск: Наука, 1986; Третьяков Ю.Д., Олейников Н.М., Можав А.П. Основы криохимической технологии. Уч. пособие для вузов. М.: Высш. шк., 1987; Сиденко П.И. Измельчение в химической промышленности 2-е изд., доп. Новосибирск. Наука, 1986.

300 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ

Вход

Поток электронов. Плотность потока частиц. Увеличение

Выход

Напряжение (Па). Увеличение до значений больше предела прочности породы

Объект — горная порода (например, гранит и др.)

СУЩНОСТЬ При бомбардировании горной породы пучком электронов происходит ее нагревание. Практически вся энергия пучка выделяется в тонком (0,1–0,2 мм) поверхностном слое породы. Концентрация подводимой энергии за счет тонкой фокусировки луча при непрерывном режиме облучения может достигать $10^{13} - 10^{14}$ Вт/м². Этой энергии достаточно для плавления или испарения породы

ПРИМЕНЕНИЕ При резании гранита (вырезание больших блоков породы), при прокладывании туннелей

Литература: Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978; Миснин Ю.М., Хоминский В.А. Разрушение горных пород электрофизическими методами: Уч. пособие. Л.: ЛПИ, 1984

301 ЗАВИСИМОСТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИХ СПОСОБОВ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ОТ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Вход

Удельное электрическое сопротивление (Ом·м). Увеличение

Выход

Производительность разрушения (м³/ч). Немонотонное изменение

Объект — горная порода

СУЩНОСТЬ При электротермических способах разрушения (низко- и высокочастотный пробой, диэлектрический, сверхвысокочастотный и инфракрасный нагрев) удельное электрическое сопротивление пород является основным фактором, влияющим на производительность разрушения. При определенном значении этого параметра каждый из электротермических методов имеет максимум производительности. С увеличением частоты электромагнитного поля острота максимумов сглаживается, что указывает на расширение области применения электротермического способа с максимальной производительностью разрушения. Электротермические способы могут сочетаться с другими способами воздействия

ПРИМЕНЕНИЕ Для выбора оптимального электротермического способа разрушения горных пород

Литература. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, 1978; Миснин Ю.М., Хоминский В.А. Разрушение горных пород электрофизическими методами. Уч. пособие. Л.: ЛПИ, 1984.

302 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД И УГЛЕЙ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ РАСТЯЖЕНИИ

Вход

Электрический ток. Импульсный. Сила электрического тока (А). Увеличение

Выход

Растягивающие импульсные напряжения (Па). Увеличение до значений больше предела прочности

Объект — образцы горной породы и угля

СУЩНОСТЬ При пропускании импульсных токов по двум параллельным проводникам, один из которых жестко закреплен на образце, а другой жестко соединен с корпусом генератора, в породе возникают импульсные растягивающие напряже-

ния. Если напряжения превышают предел прочности, происходит разрушение горной породы. С целью уменьшения потерь энергии при разрушении электрические токи в проводниках пропускают в одном направлении

ПРИМЕНЕНИЕ В горном деле для уменьшения потерь энергии при разрушении горных пород и углей, в машиностроении и строительстве для исследования твердых материалов при импульсном растяжении

Литература: Финкель В.И. и др. Особенности разрушения стержней продольными волнами напряжений // Проблемы прочности. 1977. № 4.

303 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД С ПОМОЩЬЮ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Вход

Вход 1. Намагниченность ферромагнитной жидкости (А/м).

Вход 2. Магнитное поле. Постоянное, переменное. Неоднородное. Градиент напряженности магнитного поля (А/м²)

Выход

Предел прочности (Па). Уменьшение до нуля

Объект — массив горной породы (например, угля и др.)

СУЩНОСТЬ В горную породу через пробуренные скважины нагнетается под давлением ферромагнитная жидкость (смесь машинного масла, воды, силикатов, ферромагнитных частиц и др.), которая заполняет поры и трещины в породе. При воздействии на нее магнитным полем соленоида (переменным или постоянным) возникают растягивающие усилия, обусловленные взаимодействием магнитного поля и ферромагнитных частиц, которые при критических значениях приводят к разрушению массива. При данном способе разрушения практически вся подводимая энергия расходуется на создание растягивающих усилий

ПРИМЕНЕНИЕ В горной промышленности для уменьшения энергоемкости разрушения массивов горных пород при проведении горных выработок и добыче полезных ископаемых (угля и др.)

Литература Физическая энциклопедия. М.: Сов энциклопедия, 1990; Афанасьев В.В. Способ разрушения горных пород: Авт.свид-во № 933927 // Бюл. изобр. 1982. № 21; Кожевников А.А. и др. Способ бурения горных пород. Авт.свид-во № 594287 // Бюл. изобр. 1978. № 7; Москалев А.П. и др. Устройство для электромеханического разрушения горных пород. Авт.свид-во № 337515 // Бюл. изобр. 1972. № 15.

304 ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

Вход

Поток вещества. Сверхзвуковая высокотемпературная газовая струя. Скорость (м/с)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Термоупругое напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — негабарит горной породы (объем 1–1,5 м³)

СУЩНОСТЬ Негабарит горных пород разрушается в результате воздействия на него сверхзвуковой высокотемпературной струи газовой горелки. Процесс дробления негабарита тепловым потоком делится на два этапа: бурение шпура и прогрев негабарита до растрескивания его на отдельные куски

ПРИМЕНЕНИЕ Для бурения, обработки и резки крепких горных пород (гранит, кварцит)

Литература: Ржевский В.В. Новые физические методы разрушения минеральных сред. Л.: Недра. 1970

305 ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

Вход

Вход 1. Поток вещества. Высокоскоростной, высокотемпературный, газовый. Скорость (м/с).
Вход 2. Поток вещества. Твердые частицы с высокой кинетической энергией. Энергия (Дж)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности горной породы

Объект — крепкая горная порода (например, кварцит, гранит и др.)

СУЩНОСТЬ На поверхностном слое горной породы высокоскоростным высокотемпературным газовым потоком создаются термоупругие напряжения и одновременно производится воздействие на напряженный слой породы твердыми частицами, обладающими высокой кинетической энергией. Это приводит к разрушению горной породы

ПРИМЕНЕНИЕ В горнодобывающей промышленности для разрушения крепких горных пород (гранитов, кварцитов)

Литература: Ржевский В.В. Новые физические методы разрушения минеральных сред. Л.: Недра, 1970.

306 УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ДИСПЕРГИРОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ СУСПЕНЗИЙ

Вход

Упругие (акустические) волны.
Ультразвук. Частота звука (Гц)

Выход

Размер твердых частиц (м).
Уменьшение

Объект — минеральная суспензия

СУЩНОСТЬ При облучении твердых частиц интенсивным ультразвуком происходит процесс ультразвукового диспергирования твердых частиц. Для каждой минеральной суспензии существует оптимальная частота, соответствующая оптимальной дисперсии. С увеличением размера частиц оптимальная частота ультразвука смещается в сторону низких значений. Диспергирование также сильно зависит от формы кристаллов вещества

ПРИМЕНЕНИЕ В горнодобывающей промышленности для измельчения твердых частиц в водных минеральных суспензиях

Литература: Ржевский В.В. Новые физические методы разрушения минеральных сред. Л.: Недра, 1970.

307 ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ НАГРЕВЕ

Вход

Электрическое поле. Переменное. Неоднородное. Высокочастотное. Частота (Гц). От 2 до 30 МГц. Напряженность электрического поля (В/м)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Выше предела прочности

Объект — диэлектрическая горная порода (например, гранит, песчаник, сланец, известняк)

СУЩНОСТЬ Изучение поведения диэлектрических горных пород в электрических полях высокой частоты под плоскими электродами показало, что в породе возникают локальные температурные напряжения, приводящие к расколу крупных кус-

ков. Определенным образом сформированное электрическое поле обеспечивает направленный строго по заданной линии раскол крупных блоков

ПРИМЕНЕНИЕ В горнодобывающей промышленности для откола породы от массива или раскола крупных кусков горной породы

Литература: Ржевский В.В. Новые физические методы разрушения минеральных сред. Л.: Недра, 1970.

308 ХИМИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ В ЖИДКОСТИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

Вход

Упругие (акустические) волны.
Ультразвук. Частота (Гц). Выше
пороговой для данного вещества

Выход

Предел прочности (Па). Уменьшение

Объект — минеральная суспензия (твердые частицы горной породы в воде)

СУЩНОСТЬ При воздействии ультразвука на минеральную суспензию в ней возможны химические изменения, приводящие к разрушению поверхности твердых частиц. Химические процессы в озвучиваемой минеральной суспензии возникают при частоте ультразвука выше пороговой для данного вещества. При этом в веществе появляются кавитационные полости. Образующиеся в них возбужденные ионы и молекулы вступают во взаимодействие, что приводит к химическим изменениям в веществе и понижению предела прочности

ПРИМЕНЕНИЕ В горнодобывающей промышленности для измельчения твердых частиц в водных минеральных суспензиях

Литература: Ржевский В.В. Новые физические методы разрушения минеральных сред. Л.: Недра, 1970.

309 ЭФФЕКТ ДЕТОНАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ

Вход

Поток вещества. Плазма. Сверхзвуковая струя. Скорость (м/с)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Выше предела прочности

Объект — крепкая горная порода (гранит, кварцит и др.)

СУЩНОСТЬ Под воздействием сверхзвуковой струи горелки происходит разрушение горной породы. С увеличением ударного импульса струи процесс разрушения ускоряется, а вероятность оплавления забоя уменьшается. Этого можно достичь, используя явление детонации. Более полное действие детонационных импульсов по разрушению горной породы наблюдается при наличии отражающего экрана в форме параболоида вращения, направляющего ударные волны на поверхность забоя. Для возникновения эффекта детонационного горения необходимо, чтобы факел горелки имел сверхзвуковое истечение и избыток одного из химических компонентов

ПРИМЕНЕНИЕ Для термического бурения крепких горных пород

Литература: Ржевский В.В. Новые физические методы разрушения минеральных сред. Л.: Недра, 1970.

310 УЛЬТРАЗВУКОВОЕ РАЗРУШЕНИЕ ПОРИСТЫХ ТВЕРДЫХ ТЕЛ В ЖИДКОСТИ

Вход

Упругие (акустические) волны.
Ультразвук. Интенсивность. Частота (Гц)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Разность давления (Па)

Объект — пористое твердое тело в жидкости (водная минеральная суспензия)

СУЩНОСТЬ При ультразвуковой обработке пористых твердых тел в жидкости в полупериоды сжатия жидкость вдавливается в микротрещины и щели на их поверхности, откуда она вытесняется при понижении давления под большой разностью давлений внутри и вне микротрещины (до 10^3 атм), что вызывает разрушение поверхности твердого тела. Эффективность разрушающего действия ультразвука на твердые частицы существенно зависит от пористости, однородности и чистоты твердых тел, а также от свойств жидкости и частоты ультразвука

ПРИМЕНЕНИЕ В горнодобывающей промышленности, в обогащении руд

Литература. Ржевский В.В. Новые физические методы разрушения минеральных сред. Л. Недра, 1970

311 МЕХАНИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ В ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЯХ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКА

Вход

Упругие (акустические) волны.
Ультразвук. Частота (Гц). Около
25 кГц

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Выше предела прочности

Объект — водная минеральная суспензия

СУЩНОСТЬ Механическое разрушение твердых частиц в водных суспензиях является следствием кавитации, возникающей в жидкости, подвергнутой облучению интенсивным ультразвуковым полем. В результате схлопывания кавитационных пузырей, сопровождающегося сильными кратковременными ударами, происходит локальное мгновенное повышение давления до 10^3 — 10^4 атм. Разрушению рудных частиц в водных суспензиях способствуют и большие ускорения, обусловленные действием ультразвука. Звуковая волна, обтекая частицу минерала, вызывает в ее различных точках разные по модулю и знаку ускорения, что приводит к возникновению сил, стремящихся ее разорвать.

ПРИМЕНЕНИЕ Для измельчения рудных частиц в водных минеральных суспензиях.

Литература. Ржевский В.В. Новые физические методы разрушения минеральных сред. Л. Недра, 1970

312 РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ВЫСОКОЧАСТОТНЫМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Вход

Вход 1. Электрическое поле.
Высокочастотное. Частота (Гц).
Вход 2. Магнитное поле. Высоко-
частотное. Частота (Гц)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Выше предела прочности

Объект — диэлектрическая горная порода (например, гранит, слюда)

СУЩНОСТЬ Высокочастотное электромагнитное поле избирательно действует на минералы, составляющие горную породу. Способность среды поглощать энергию электромагнитного поля характеризуется тангенсом угла диэлектрических потерь, значения которого различны для разных горных пород. Избирательное поглощение энергии отдельными минералами приводит к нагреву зерен этого минерала, к химическим, фазовым и другим превращениям: расплавлению, испарению, окислению. Превращения могут привести к ослаблению прочности вплоть до полного разрушения зерен минерала или к ослаблению межкристаллических прочностных связей

ПРИМЕНЕНИЕ Для разрушения горных пород и улучшения качества концентрата

Литература. Ржевский В.В. Новые физические методы разрушения минеральных сред. Л. Недра, 1970

313 ЭФФЕКТ ВИБРАЦИОННОГО РЕЗАНИЯ

Вход

Вход 1. Силовое (механическое) воздействие. Постоянное. Сила (Н).
Вход 2. Силовое (механическое) воздействие. Переменное (высоко-частотная вибрация). Сила (Н)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение выше предела прочности

Объект — твердое тело (обрабатываемая деталь)

СУЩНОСТЬ На кинетическую силу дополнительно накладывается направленное вибрационное движение инструмента (с частотой от 50 Гц до десятков килогерц) относительно породы, что существенно улучшает качество обрабатываемой поверхности. Для повышения эффективности вибрационного воздействия необходимо, чтобы скорость резания не превышала амплитудного значения скорости вибрации $A\omega$, где A — амплитуда вибрации, ω — ее частота. Чаще всего используют вибрацию, направленную по главной составляющей силы резания. Кроме того, при виброрезании основное усилие резания может быть снижено в несколько раз, хотя общие энергозатраты могут быть даже выше, чем при обычном резании

ПРИМЕНЕНИЕ При обработке твердых и хрупких пород, а также для улучшения качества обрабатываемой поверхности

Литература: Бабичев А.Я. Вибрационная обработка деталей. М.: Машиностроение, 1974; Куамбе Д. Вибрационное резание/Пер. с япон. М.: Машиностроение, 1985, Вибрации в технике: Справочник в 6-ти т. Т.4. М. Машиностроение, 1978 — 1981.

314 ЭФФЕКТ ВИБРАЦИОННОГО ПОГРУЖЕНИЯ

Вход

Вход 1. Силовое (механическое) воздействие. Постоянное. Сила (Н). Выход 2. Силовое (механическое) воздействие. Переменное (вибрационное). Сила (Н)

Выход

Глубина погружения твердого тела

Объект — твердое тело в контакте с сопротивляющейся твердой средой

СУЩНОСТЬ Под вибрационным погружением принято понимать внедрение твердого тела в сопротивляющуюся среду под одновременным действием постоянной и знакопеременной составляющих силы. Введение знакопеременной составляющей силы может существенно снизить постоянную составляющую силы, необходимую для эффективного погружения твердого тела. Это дает возможность с помощью вибрационных машин с относительно небольшой массой погружать в песчаные и глинистые грунты твердое тело, элементы сопротивления внедрению которых во много раз превосходят силу тяжести вибрирующей системы. В случаях значительного изменения свойств грунта под действием вибрации можно добиться снижения энергии для погружения

ПРИМЕНЕНИЕ В вибрационных машинах для погружения свай, шпунта, труб и других элементов

Литература. Савинов О.А., Лускин А.Я. Вибрационный метод погружения свай и его применение в строительстве М., Л.: Госстройиздат, 1960, Быховский И.И. Основы теории вибрационной техники. М.: Машиностроение, 1969.

315 ОСЛАБЛЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД РАСТВОРОМ

Вход

Относительная концентрация компонента (%)

Выход

Предел прочности (Па). Уменьшение на 59–66 %

Объект — горная порода (преимущественно песчаник с коэффициентом прочности 4–15 по шкале Протодяконова) в контакте с раствором

СУЩНОСТЬ Под действием раствора, включающего воду и анионоактивное поверхностно-активное вещество, происходит ослабление горных пород. В качестве анионоактивного поверхностно-активного вещества выступает адипат натрия при следующем соотношении компонентов: адипат натрия 0,01–0,05 %, вода — остальное. Увеличение концентрации адипата натрия выше верхнего предела (0,05 %) не обеспечивает эффективного снижения прочности породы. Конкретное соотношение компонентов в указанных пределах назначают в зависимости от свойств ослабляемых пород. Использование раствора позволяет добиться снижения прочности песчаников на 59–66 %, повысить производительность проходческого оборудования, снизить энергозатраты и износ инструмента

ПРИМЕНЕНИЕ Для химического понижения прочности горных пород с коэффициентом прочности 4–15 по шкале Протодяконова

Литература: Педан В.П. и др. Раствор для ослабления горных пород. Авт.свид-во № 968413//Бюл изобр. 1982. № 39.

316 АКТИВИЗАЦИЯ РАЗРУШЕНИЯ ПРИЗАБОЙНОГО МАССИВА ОЧИСТНОЙ ВЫРАБОТКИ СЛАБЫМИ ЦИКЛИЧЕСКИМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ (1)

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Циклическое. Слабое. Давление (Па). В каждом цикле начальный распор крепи изменяется от 2 до 0–0,1 МПа (изменение давления в гидросистеме крепи от 20 до 0–0,2 МПа), а затем восстанавливается до первоначального значения

Выход

Поток вещества. Газ. Объемный расход ($\text{м}^3/\text{с}$). Увеличение

Объект — призабойная часть угольного пласта

СУЩНОСТЬ При слабых циклических воздействиях (на один-два порядка меньше предела прочности пород при одноосном сжатии), например, искусственно генерируемых в массиве горных пород вблизи забоя очистной выработки механизированной крепи, разгрузка и распор которой вызывают через боковые породы возмущение напряженного состояния призабойной части пласта, интенсивное трещинообразование вблизи контура очистной выработки, обусловленное циклическими воздействиями, способствует резкому увеличению (в 2,5 раза) количества газа, выделившегося из пласта

ПРИМЕНЕНИЕ Для активизации разрушения массива горных пород

Литература: Зорин А.Н., Виноградов П.П., Булат А.Ф. О природе влияния слабых возмущений на состояние горного массива//Уголь Украины. 1985. № 1

317 АКТИВИЗАЦИЯ РАЗРУШЕНИЯ ПРИЗАБОЙНОГО МАССИВА ОЧИСТНОЙ ВЫРАБОТКИ СЛАБЫМИ ЦИКЛИЧЕСКИМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ (2)

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Циклическое. Слабое. Давление (Па). В каждом цикле начальный распор крепи изменяется от 2 до 0–0,1 МПа (изменение давления в гидросистеме крепи от 20 до 0–2 МПа), а затем восстанавливается до первоначального значения

Выход

Удельное электрическое сопротивление (Ом·м)

Объект — призабойная часть угольного пласта

СУЩНОСТЬ Измерения электрического сопротивления угля на различных расстояниях от забоя через некоторый промежуток времени после обработки слабыми циклическими воздействиями (на один-два порядка меньше предела прочности пород при одноосном сжатии) свидетельствуют о смещении максимума концентрации напряжений в глубь массива на 0,7–0,9 м. Таким образом слабые воздействия вызывают активизацию процесса разрушения угольного пласта за счет накопленной в горном массиве потенциальной энергии. Слабые циклические воздействия снижают несущую способность нарушенных пород только в зоне разрыхления, тем не менее такие воздействия вызывают нарушение равновесного состояния приконтурных пород и приводят к активизации разрушения

ПРИМЕНЕНИЕ Для активизации разрушения массива горных пород, контроля механизма разрушения

Литература: Зорин А.Н., Виноградов П.П., Булат А.Ф. О природе влияния слабых возмущений на состояние горного массива // Уголь Украины, 1985. № 1.

318 АКТИВИЗАЦИЯ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД СЛАБЫМИ ВИБРОВОЗДЕЙСТВИЯМИ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Переменное (вибровоздействие). Слабое (на 1–2 порядка меньше предела прочности при одноосном сжатии). Давление (Па)

Выход

Поток вещества. Газ. Объемный расход ($\text{м}^3/\text{с}$). Увеличение в 2–5 раз

Объект — горный массив угля

СУЩНОСТЬ Если через породную пробку на различных расстояниях от вибратора, установленного в угольном пласте, пробурить ряд скважин, в которых производить замеры скорости газовыделения, то оказывается, что до вибровоздействия скорость газовыделения незначительна, а максимум ее находится вблизи забоя. После вибровоздействия газовыделение возрастает в 2–5 раз, а его максимум перемещается в глубину массива. Это свидетельствует об увеличении трещиноватости в зоне вибровоздействия и росте размеров разрыхления. Угольный пласт в призабойной области весьма чувствителен к непродолжительному вибровоздействию

ПРИМЕНЕНИЕ Для активизации процесса разрушения, для разработки способов снижения выбросоопасности при проведении подготовительных выработок

Литература: Зорин А.Н., Виноградов П.П., Булат А.Ф. О природе влияния слабых возмущений на состояние горного массива // Уголь Украины, 1985. № 1; Зорин А.Н., Николин В.И. Способ предотвращения внезапных выбросов угля и газа. Авт.свид-во № 1645550 // Бюл. изобр. 1991. № 16.

319 ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ТРУДНОИЗМЕЛЬЧАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ ЧЕРЕДОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ СУСПЕНЗИИ И МЕХАНИЧЕСКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Вход

Вход 1. Упругие (акустические) волны. Ультразвук. Частота (Гц). Интенсивность ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Выход 2. Силовое (механическое) воздействие. Давление (Па). Выше предела прочности

Выход

Размер частиц (м). Уменьшение

Объект — минеральная суспензия

СУЩНОСТЬ Для диспергирования некоторых труднорастворимых материалов возможно чередование ультразвуковой дезинтеграции и механического измельчения на коллоидальной или вибрационной мельнице. Такой комбинированный метод в 2–3 раза сокращает продолжительность диспергирования трудноизмельчаемых материалов до заданного размера, при этом в 1,5–2 раза уменьшаются энергетические затраты и в 4–5 раз — минимальный размер измельченных частиц

ПРИМЕНЕНИЕ В методах измельчения материалов

Литература. Агранат Б.А., Дубровин М.Н. и др. Основы физики и техники ультразвука М. Высш. шк., 1987.

320 ЯВЛЕНИЕ УСТАЛОСТИ (ФРЕТТИНГ-ЭФФЕКТ)

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Переменное. Сила (Н)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Увеличение

Объект — твердое тело

СУЩНОСТЬ Воздействие вибрации на материал приводит к явлению усталости, которое состоит в том, что разрушение образца в случае законопеременных напряжений происходит при значительно меньших средних уровнях напряжений, чем в случае напряжений, неизменных во времени. Это явление объясняется тем, что в местах концентрации напряжений у хрупких материалов часть рассеянной в материале энергии расходуется на развитие микротрещин, которые становятся новыми концентраторами напряжений. В результате этого происходит разрушение тела при напряжениях, значительно меньших, чем предел прочности, часто ниже предела упругости

ПРИМЕНЕНИЕ Для уменьшения напряжений, необходимых для разрушения материалов

Литература. Уотерхауз Р.Б. Фреттинг-коррозия/Пер. с англ. М.. Машиностроение, 1976.

321 ЭФФЕКТ ВИБРАЦИОННОГО ДРОБЛЕНИЯ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Переменное (вибрационное) воздействие. Сила (Н)

Выход

Размер частиц дробления (м). Уменьшение

Объект — твердое тело

СУЩНОСТЬ При приложении к камере с обрабатываемым материалом вибрационного воздействия увеличивается усилие дробления (что особенно важно при разрушении очень прочных материалов), обеспечивается более высокая степень дроб-

ления (в несколько раз превышающая достижимую в обычных дробильных машинах). Вибрация сообщается с ускорением, в несколько раз превышающим ускорение свободного падения g ($A\omega \gg g$, где A — амплитуда вибрационного воздействия; ω — его частота)

ПРИМЕНЕНИЕ В вибромельницах и вибродробилках для улучшения процессов дробления материала

Литература: Блехман И.И. Синхронизация динамических систем. М.: Наука, 1971.

322 УКРЕПЛЕНИЕ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ С ПОМОЩЬЮ БЫСТРОТВЕРДЕЮЩЕЙ САМОРАСШИРЯЮЩЕЙСЯ СМЕСИ

Вход

Поток вещества. Быстротвердеющая саморасширяющаяся смесь. Давление (Па)

Выход

Предел прочности (Па). Увеличение

Объект — массив горной породы с горной выработкой

СУЩНОСТЬ На глубину толщины зоны упрочнения бурят шпурь, веером направленные к контуру горной выработки. По контуру горной выработки шпурь распределяют равномерно, угол между ними определяют из выражения $\alpha = 2\arcsin[bhl^2/(2pd)]$, где d — диаметр, l — расстояние между соседними шпурами, h — толщина зоны упрочнения, p — разница между горным давлением и давлением, развиваемым саморасширяющейся смесью, b — средняя плотность горных пород. В пробуренные шпурь размещают саморасширяющуюся смесь и вводят анкер. В результате реакции гидратации смесь расширяется и в скважине развиваются большие продольно-распорные усилия (до 1000 кг/см²), действующие на стенки шпура и закрепляющие анкер с породами горной выработки

ПРИМЕНЕНИЕ Для крепления и охраны подземных горных выработок, для повышения несущей способности приконтурной зоны выработки

Литература: Агеев В.Г. Способ поддержания горных выработок. Авт.свид-во № 1627708//Бюл. изобр. 1991. № 6

323 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ГОРНЫХ УДАРОВ ПУТЕМ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОГО ОСЛАБЛЕНИЯ МАССИВА ТОКОПРОВОДЯЩИХ ГОРНЫХ ПОРОД И РУД

Вход

Электрическое поле. Пробойное электрическое напряжение (В)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Уменьшение.

Объект — горный массив с горной выработкой

СУЩНОСТЬ В стенках горной выработки бурят продольные ряды скважин, в которые помещают электроды. На электроды подают пробойное электрическое напряжение, создавая в массиве горных пород между смежными скважинами зону трещиноватости; интенсивность трещин и их высоту регулируют, изменяя количество подводимой электроэнергии после каждого шага перемещения электродов от забоев к устью. При выходе на контур горной выработки первых визуально видимых трещин подачу электроэнергии прекращают и электроды устанавливают в следующей по ходу работы скважине. Оптимальная глубина зоны трещиноватости должна составлять 1/2 ширины горной выработки, а максимальная высота зоны трещин — 1/4 ее глубины. При этом предотвращаются горные удары и не ослабляется контур горной выработки за счет создания упорядоченной зоны разгрузки вокруг нее, а также уменьшается расход электроэнергии и отсутствуют дополнительные затраты на крепление горных выработок

ПРИМЕНЕНИЕ Для предотвращения горных ударов и повышения устойчивости горной выработки, для снижения затрат на эти мероприятия

Литература: Хрущев Г.Н. и др. Способ предупреждения горных ударов. Авт.свид-во № 675191// Бюл. изобр. 1979. № 27.

324 УПРОЧНЕНИЕ ТРЕЩИНОВАТЫХ ПОРОД РАСТВОРОМ С ОДНОВРЕМЕННЫМ ДЕЙСТВИЕМ ВИБРАЦИИ

Вход

Вход 1. Поток вещества. Жидкость (упрочняющий раствор). Давление (Па). Вход 2. Упругие (акустические) волны. Ультразвук. Частота (Гц)

Выход

Предел прочности (Па). Увеличение

Объект — трещиноватая горная порода

СУЩНОСТЬ По контуру выработок бурят шпуров в боках и кровле и нагнетают упрочняющий раствор сначала в боковые скважины до истечения раствора из скважин в кровле выработки, затем — в скважины в кровле. Одновременно с этим создают вибрацию упрочняемых пород колебаниями ультразвукового диапазона. При воздействии ультразвуковых волн скорость растекания, капиллярного поднятия, проникновения в зазоры растворов, суспензий и др. больше в десятки раз чем при обычном, безвибрационном пропитывании. Кроме того, устраняется эффект заклинивания твердых частиц раствора в трещинах. Это позволяет увеличить степень заполнения раствором пустот и повысить эффективность упрочнения, а также достичь экономии упрочняющих веществ

ПРИМЕНЕНИЕ Для упрочнения трещиноватых горных пород

Литература: Зборщик М.П. и др. Способ упрочнения трещиноватых пород: Авт.свид-во № 960441/ Б.И. 1982. № 35; Бакулин В.Н., Бакулин А.В. Способ крепления горных выработок: Авт.свид-во № 1587199// Бюл. изобр. 1990. № 31.

325 ВЗРЫВНАЯ РАЗГРУЗКА С ПОСЛЕДУЮЩИМ УПРОЧНЕНИЕМ ПОРОД ПОЧВЫ

Вход

Вход 1. Силовое (механическое) воздействие. Взрыв. Давление (Па). Вход 2. Поток вещества. Жидкость (скрепляющий раствор). Давление (Па)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Уменьшение

Объект — массив горной породы с выработкой

СУЩНОСТЬ В горной выработке с пучащей почвой одновременно бурят разгрузочные и тампонажные шпуров чередующимися сечениями по длине выработки. Тампонажные шпуров бурят глубиной более длины предполагаемой герметизации и вставляют ограничительные штанги. В разгрузочные шпуров досылают камуфлетные заряды взрывчатого вещества и взрывают их, создавая в почве зону разгрузки с интесивной трещиноватостью. После этого из тампонажных шпуров извлекают ограничительные штанги и через инжекторы нагнетают в них скрепляющий раствор. В результате в почве выработки образуется упрочненная зона в виде мощной грузонесущей конструкции обратного свода из разгруженных от напряжения и упрочненных пород

ПРИМЕНЕНИЕ Для крепления и охраны горных выработок, где проявляются смещения пород в виде выдавливания и пучения почвы

Литература: Литвинский и др. Способ взрывной разработки и последующего упрочнения пород почвы: Авт.свид-во № 1446304// Бюл. изобр. 1988. № 47.

326 РАЗГРУЗКА ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ ПРИ МОМОЩИ РАЗГРУЖЕННЫХ СКВАЖИН

Вход

В х о д 1. Угол наклона разгрузочных скважин к продольной оси выработки (град). В х о д 2. Угол наклона дополнительных скважин к основным смещениям (град). 90°

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Уменьшение

Объект — горный массив с выработкой

СУЩНОСТЬ В направлении подготовительного забоя бурят веерные комплексы опережающих разгрузочных скважин, располагая их под углом к продольной оси выработки. Устья скважин закрепляют обсадными трубами. Затем по контуру выработки пробуривают измерительные скважины и размещают в них датчики давления. При достижении в горном массиве напряжения, предельно допустимого для данного типа пород, производят второй этап бурения. При этом через обсаженные устья скважин бурят дополнительные скважины, совпадающие с последними по направлению, а затем изменяющие направление на перпендикулярное направлению основных смещений. При одновременном применении наклонных скважин и скважин, расположенных перпендикулярно основным смещениям, касательные напряжения на контуре выработки равны нулю, а растягивающие напряжения незначительны (равны 0,062 МПа)

ПРИМЕНЕНИЕ Для охраны горной выработки

Литература: Пономаренко П.И. и др. Способ охраны горной выработки: Авт.свид-во № 1461976// Бюл. изобр. 1989. № 8.

327 РАЗГРУЗКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННЫХ СОСТОЯНИЙ ГОРНЫХ ПОРОД ЛОКАЛЬНЫМ СПОСОБОМ НИЗКОНАПОРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

Вход

Поток вещества. Жидкость (вода).
Давление (Па). Низкое

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Остаточное напряжение в породе вокруг выработки (Па).
Уменьшение

Объект — горная порода (например, уголь и др.)

СУЩНОСТЬ Горные удары и выбросы обусловлены повышенной напряженностью пород. Один из способов разгрузки пород связан с низконапорным увлажнением, которое снижает прочность и модуль упругости и повышает способность к пластическим деформациям. В массиве при этом происходит перераспределение напряжений — максимум опорных нагрузок перемещается в глубь массива, разгружая краевую часть выработки. Низконапорное увлажнение осуществляется через передовую или барьерные скважины, в которые нагнетается вода, после чего скважины герметизируются. Способ эффективен при условии равномерного увлажнения пород

ПРИМЕНЕНИЕ При вскрытии выбросоопасных угольных пластов в проведении подготовительных выработок в мощных пластах, при ведении очистных работ с различными схемами увлажнения: скважины параллельно очистному забою, перпендикулярно, комбинированные схемы и т.д.

Литература: Петухов И.М., Линьков А.М. Механика горных ударов и выбросов. М.: Недра, 1988, Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1989.

328 РАЗГРУЗКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ЛОКАЛЬНЫМ СПОСОБОМ ГИДРОВЫМЫВАНИЯ

Вход

Поток вещества. Жидкость (вода). Давление (Па). Высокое. Увеличение от 0 до $(19,62 - 39,24)10^6$ Па для крутых угольных пластов и от 0 до $(4,91 - 10,79)10^6$ Па для подготовительных выработок

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Остаточные напряжения вокруг выработки (Па). Уменьшение

Объект — крутопадающий угольный пласт, подготовительная выработка

СУЩНОСТЬ Способ гидровымывания — один из локальных способов снижения опасных напряжений вокруг выработок. При вскрытии крутых пластов в выбросоопасном пласте бурят попарно скважины, в одну из которых нагнетается вода с расходом около $(1,4 - 2,8)10^{-3}$ м³/с, по другой фиксируется изменение давления воды и выводится угольная пульпа. При достижении критического давления происходят разрыв пласта, вынос угля и сжатого газа потоком воды. В зоне размывания наблюдаются разгрузка от напряжений и значительная дегазация. Гидровымывание опережающих полостей при проведении подготовительных выработок имеет место при массовом расходе воды $(0,25 - 5,0)10^{-3}$ м³/с

ПРИМЕНЕНИЕ Для предотвращения внезапных выбросов (разгрузка от опасных напряжений, дегазация) при вскрытии крутых угольных пластов, содержащих мягкие пачки угля (коэффициент крепости менее 1), при проходке штреков по выбросоопасным песчаникам и др.

Литература. Петухов И.М., Линьков А.М. Механика горных ударов и выбросов. М.: Недра, 1988; Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1989.

329 РАЗГРУЗКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИКОНТУРНОГО МАССИВА СПОСОБОМ ОХЛАЖДЕНИЯ

Вход

Поток вещества. Криогенная жидкость. Объемный расход (м³/с)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Остаточные напряжения вокруг выработок (Па). Уменьшение

Объект — горная порода в призабойной зоне массива

СУЩНОСТЬ В локальном способе разгрузки приконтурного массива охлаждением температура снижается при нагнетании криогенной жидкости (жидкого азота и др.) в массив через опережающие скважины. При этом уменьшение остаточных напряжений пропорционально коэффициенту линейного расширения пород вокруг выработки, модулю Юнга и перепаду температур при охлаждении массива. Кроме того, с понижением температуры происходит уменьшение давления газа, обусловленное увеличением сорбции. Для реализации данного способа разгрузки требуется наличие специальных охлаждающих средств и соответствующей криогенной аппаратуры

ПРИМЕНЕНИЕ Для снижения напряжений и выбросоопасности в призабойной зоне массива подготовительных и очистных выработок

Литература: Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1989.

330 СНИЖЕНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЧАСТИ МАССИВА ЛОКАЛЬНЫМ СПОСОБОМ БУРЕНИЯ ОПЕРЕЖАЮЩИХ СКВАЖИН

Вход

Размер трещин вокруг пробуренных скважин (м). Увеличение

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Остаточные напряжения в призабойной зоне массива после бурения опережающих скважин (Па). Уменьшение

Объект — массив горной породы вокруг подготовительных и очистных выработок

СУЩНОСТЬ Скважины бурят перпендикулярно забою выработки, пересекая ими зону повышенных напряжений. При этом вокруг скважины возникают области предельно напряженного состояния. Если скважины пробурены достаточно часто, эти области взаимно перекрываются, в результате чего призабойный массив растрескивается и разрушается. Одновременно через скважины происходит интенсивная дегазация, и зона повышенных концентраций напряжений перемещается в глубь массива. Эффект зависит от того, в каких пачках пласта они пробурены: чем опаснее по внезапным выбросам пласт, тем больше эффект. Способ наиболее эффективен в подготовительных выработках

ПРИМЕНЕНИЕ Для уменьшения напряженности пород, особенно при подходе фронта горных работ к зонам тектонических нарушений, где резко увеличиваются неравномерность напряженного состояния пород, опасность и возможная сила горных ударов и выбросов

Литература: Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1989.

331 УМЕНЬШЕНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЧАСТИ МАССИВА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Вход

В х о д 1. Поток вещества. Биологически активная суспензия. Давление (Па). В х о д 2. Поток вещества. Газ (кислород). Давление (Па)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Остаточные напряжения вокруг выработки (Па). Уменьшение

Объект — горная порода

СУЩНОСТЬ Локальный способ микробиологического воздействия основан на эффекте снижения метаноносности за счет разрушения метана микроорганизмами. При этом способе в призабойную зону массива через скважины нагнетается биологически активная суспензия и одновременно проводится пневматическая обработка массива для обеспечения кислородом. В процессе окисления с участием бактерий происходит разрушение метана, образуется углекислый газ, частично выносимый из массива фильтрующимся воздухом. (Способ находится в стадии экспериментальной проработки.)

ПРИМЕНЕНИЕ Для снижения напряженности в дегазации призабойной зоны массива в метаноносных породах

Литература: Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1989.

332 УПРОЧНЕНИЕ УГОЛЬНОГО МАССИВА ЗАМОРАЖИВАНИЕМ ПРИ НАСЫЩЕНИИ ВОДОЙ

Вход

Вход 1. Поток вещества. Жидкость (вода). Давление (Па).

Вход 2. Температура ($^{\circ}\text{C}$).
Уменьшение до $-4\dots -6^{\circ}\text{C}$

Выход

Предел прочности (Па). Увеличение

Объект — угольный массив

СУЩНОСТЬ В забое вскрывающей выработки за 5–10 м до вскрываемого пласта по периметру выработки бурят две группы скважин с некоторым отклонением от оси выработки в сторону массива. Через скважины первой группы нагнетают воду в пласт под высоким давлением, например 150–200 атм, до полного насыщения угля водой. Через другую группу скважин охлаждают пропитанный водой массив до температуры $-4\dots -6^{\circ}\text{C}$. Продолжительность охлаждения массива выбирают такой, чтобы толщина образующегося ледопородного барьера в 3–4 раза превышала мощность пересекаемого пласта. Вокруг вскрываемой выработки создается зона из упрочненного угля, способная противостоять как горному, так и газовому давлению

ПРИМЕНЕНИЕ Для предотвращения внезапных выбросов угля и газа, для упрочнения угольного массива

Литература: Гамсахурдия Т.Г., Киселев В.Г. Способ борьбы с внезапными выбросами угля и газа: Авт.свид-во № 620525 // Бюл. изобр. 1978 № 31.

333 УПРОЧНЕНИЕ ВЫБРОСООПАСНОГО УГОЛЬНОГО ПЛАСТА ЗА СЧЕТ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ УГЛЯ

Вход

Разность температур (К). Уменьшение до нуля

Выход

Предел прочности (Па). Увеличение

Объект — выбросоопасный угольный массив

СУЩНОСТЬ Известно, что прочность ископаемых углей резко понижается при конденсации в них насыщающих уголь газов. Для предотвращения конденсации газов применяют следующий способ. Над пластом угля проводят профилактическую выработку параллельно осевой линии этажа, из которой бурят веера скважин в породы кровли и пласт до пересечения с почвой пласта впереди очистного забоя. Если при измерении температуры пласта обнаружен участок пласта с температурой ниже естественной на 1 К и более, в скважины вводят циркулирующий теплоноситель. Нагревание участка пласта осуществляют до выравнивания температуры этого участка с естественной температурой пласта

ПРИМЕНЕНИЕ Для предупреждения внезапных выбросов угля, породы и газа для повышения эффективности и безопасности работ в очистных выработках выбросоопасных пластов

Литература. Астахов А.В. и др. Способ предупреждения внезапных выбросов угля, породы и газа. Авт.свид-во № 1408086 // Бюл. изобр. 1988. № 25.

334 УСТРАНЕНИЕ НАКОПЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В ГОРНЫХ МАССИВАХ С ПОМОЩЬЮ ИЗОЛИРУЮЩЕГО СЛОЯ

Вход

Поток вещества. Жидкость. Массовый расход (кг/с)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Уменьшение

Объект — прочные монолитные породы

СУЩНОСТЬ Установлено, что влага из рудничной атмосферы, конденсируясь в трещинах горных пород, уплотняется в диссипативные структуры, вследствие чего давление в них резко увеличивается — до десятков мегапаскалей. Для предотвращения этого предложен следующий способ. По контуру выработки по всей площади ее поверхности создают изолирующий водогазонепроницаемый слой за счет использования вяжущих веществ, отверждаемых полимерных композиций, смол, битума, гудрона в смеси с отвердителем, формалином и катализатором — раствором щелочи

ПРИМЕНЕНИЕ Для предотвращения горных ударов

Литература: Васильченко А.А. Способ предотвращения горных ударов: Авт.свид-во № 1465600// Бюл. изобр. 1989. № 10.

335 РАЗГРУЗКА ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ ОТ ТЕРМОНАПРЯЖЕНИЙ

Вход

Поток вещества. Газ (воздух). Температура воздушного потока (К). Изменение

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Термонапряжения (Па). Уменьшение

Объект — удароопасный горный массив

СУЩНОСТЬ В удароопасном горном массиве образуют выработку и осуществляют ее проветривание движущимся потоком воздуха. Защиту выработки от сжимающих механических напряжений проводят путем разгрузки или крепления выработки известным методом. С целью повышения эффективности разгрузки за счет снижения возникающих в горном массиве и на контуре выработки напряжений непрерывно измеряют температуру окружающего горного массива и температуру движущегося по выработке воздушного потока. При различии указанных температур изменяют температуру потока до температуры окружающего горного массива. Температуру потока регулируют в течение всего периода эксплуатации выработки

ПРИМЕНЕНИЕ Для уменьшения напряжений в горном массиве и на контуре выработки, для защиты выработок от разрушения на глубоких горизонтах

Литература: Лялько В.С. и др. Способ разгрузки горной выработки от напряжений. Авт.свид-во № 1511431// Бюл. изобр. 1989. № 36.

336 РАЗГРУЗКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ВОКРУГ ВЫРАБОТОК СПОСОБОМ ТАМПОНИРОВАНИЯ

Вход

Поток вещества. Жидкость. Объемный расход ($\text{м}^3/\text{с}$)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Остаточные напряжения в породе вокруг выработки (Па). Уменьшение

Объект — горные породы в призабойной части массива

СУЩНОСТЬ Региональный способ разгрузки напряженно-деформированного состояния массива вокруг выработки предусматривает нагнетание в призабойную часть массива растворов некоторых органических высокомолекулярных соедине-

ний (например, мочевиноформальдегидных смол), способных к быстрой полимеризации и отверждению в присутствии катализаторов. В этом случае свободный метан оказывается включенным во вновь образованную структуру как наполнитель и утрачивает способность лавинообразного выделения

ПРИМЕНЕНИЕ Способ перспективен для предотвращения внезапных высыпаний за счет повышения устойчивости обнажений

Литература: Турмачинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1989.

337 ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА ВИБРОВОЗДЕЙСТВИЯМИ РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТОТ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Колебания. Сила (Н). Частота колебаний (Гц). Увеличение от частоты ниже резонансной частоты массива до резонансной

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Уменьшение

Объект — массив горных пород (например, крутопадающий выбросоопасный угольный пласт)

СУЩНОСТЬ Для выбросоопасного угольного пласта определяют эффективный радиус зоны разгрузки и резонансную частоту колебаний. Производят виброобработку пласта знакопеременными нагрузками при частоте ниже резонансной (150—200 Гц) и амплитуде динамических напряжений 2 МПа до образования разгрузочной зоны радиусом 1 м. Затем осуществляют вибровоздействие на резонансной с обрабатываемым массивом частоте (600—1200 Гц). Воздействие продолжают до тех пор, пока давление газа в контрольных шпурах не станет менее 1 МПа, что является критерием получения зоны разгрузки эффективного радиуса

ПРИМЕНЕНИЕ Для предотвращения внезапных выбросов угля и газа, для повышения эффективности вибрационного воздействия

Литература: Зорин А.Н., Николин В.И. Способ предотвращения внезапных выбросов угля и газа: Авт.свид-во № 164550//Бюл. изобр. 1991. № 16.

338 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ГОРНЫХ УДАРОВ ПОСРЕДСТВОМ НАГРЕВА

Вход

Температура (К). Периодическое увеличение до определенного значения

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Уменьшение

Объект — массив горной породы

СУЩНОСТЬ В массиве горных пород бурят скважины в плоскости, перпендикулярной направлению действия максимальных сжимающих напряжений. Через скважины периодически нагревают горные породы нагревателем до температуры $T = KO(1 - 2V)(bE)^{-1}$, где K — коэффициент, учитывающий действующие в горном массиве напряжения, O — предел прочности горных пород, V — коэффициент Пуассона, b — коэффициент линейного расширения, E — модуль Юнга. В процессе нагрева определяют амплитуду акустических колебаний, поступающих из зоны нагрева, и по максимальному значению этой амплитуды устанавливают создание разгрузочной зоны

ПРИМЕНЕНИЕ Для предотвращения горных ударов, для повышения безопасности горных работ

Литература: Петухов И.М. и др. Предотвращение горных ударов на рудниках. М.: Недра, 1984; Протасов Ю.И. Способ предупреждения горных ударов и устройство для его осуществления: Авт.свид-во № 1596119//Бюл. изобр. 1990. № 36.

339 САМОПРОИЗВОЛЬНОЕ РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД (ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ)

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Горное давление (Па)

Выход

Скорость смещения разрушенной массы (м/с). От долей миллиметра в сутки до нескольких метров в секунду

Объект — горная порода

СУЩНОСТЬ Самопроизвольное разрушение происходит в результате достижения предельных состояний при перераспределении естественного поля напряжений в массиве вблизи выработки и может протекать в различных формах: от медленного (постепенного) до бурного (внезапного) разрушения приконтурных пород со скоростью смещения разрушенной массы от долей миллиметра в сутки до нескольких метров в секунду. Массив горной породы при появлении возможности самопроизвольного разрушения в нем становится активной системой. С увеличением глубины добычи полезных ископаемых активность массива возрастает

ПРИМЕНЕНИЕ Для проведения мероприятий по «управлению горным давлением»: снижения интенсивности или останова развития разрушения, для активизации самопроизвольного разрушения, приводящей к повышению темпов горных работ, производительности труда и др.

Литература. Петухов И.М., Линьков А.М. Механика горных ударов и выбросов. М.: Недра, 1988; Бакалов И.В., Картозия Б.А. Механические процессы в породных массивах. М.: Недра, 1986.

340 РАЗГРУЗКА ОТ НАПРЯЖЕНИЙ ВЫБРОСООПАСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ДЕГАЗАЦИЕЙ

Вход

Давление газа в выбросоопасной породе (Па). Уменьшение

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Остаточные напряжения (Па). Уменьшение

Объект — горная порода, насыщенная газом

СУЩНОСТЬ Региональные мероприятия по дегазации выбросоопасных пород в ряде случаев оказываются эффективными и позволяют полностью устранить внезапные выбросы. Это меры осуществляются в пределах значительных участков за 3, 6 или 12 месяцев до прохода очистных работ. В некоторых случаях дегазацию применяют одновременно с под- или надработкой пласта, в других случаях дегазации подвергают участки полезного ископаемого, не находящиеся в области влияния сдвижения пород. В первом случае дегазация происходит значительно быстрее. Например, при разгрузке угольных пластов от напряжений их газопроницаемость увеличивается в сотни раз, соответственно возрастают скорость движения газа и его выделение

ПРИМЕНЕНИЕ Для снятия напряженного состояния массивов, для предупреждения внезапных выбросов (особенно при использовании механизированных крепей и добычных механизированных комплексов, когда применение локальных мер защиты затруднено)

Литература. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1989.

341 СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСООПАСНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ПУТЕМ ОБРАЗОВАНИЯ СИСТЕМ ТРЕЩИН

Вход

Вход 1. Поток вещества. Жидкость (вода). Давление (Па).

Вход 2. Силовое (механическое) воздействие. Колебания. Сила (Н). Периодическое изменение

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Уменьшение

Объект — горный массив

СУЩНОСТЬ В горном массиве бурят скважины и размещают в них источники колебаний, ориентируя их по направлению действия максимального главного напряжения. Затем скважины заливают водой и подают в них воздух под давлением. Производят воздействие на горный массив колебаниями одновременно в нескольких скважинах: вначале на частоте 60—1500 Гц, а затем на частоте, равной частоте собственных колебаний массива. Воздействие колебаниями осуществляют до установления в горном массиве напряжений, равных 0,7 разрывных напряжений. В результате снижается выбросоопасность пластов за счет образования в них системы трещин в плоскости действия максимальных главных напряжений

ПРИМЕНЕНИЕ Для снижения ударо- и выбросоопасности горных пород

Литература: Бакулин А.В., Бакулин В.Н. Способ предотвращения внезапных выбросов угля, породы, газа: Авт. свид.-во № 1599563 // Бюл. изобр. 1990. № 38

342 ЗАВИСИМОСТЬ НАПРЯЖЕНИЙ ОТ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ СОСЕДНИМИ ВЫРАБОТКАМИ

Вход

Расстояние между выработками (м). Увеличение

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Остаточные напряжения вокруг взаимовлияющих выработок (Па). Уменьшение

Объект — горная порода

СУЩНОСТЬ На современных горных предприятиях большую часть выработок проводят на небольших расстояниях друг от друга, что существенно изменяет напряженное состояние пород. Напряжения вокруг взаимовлияющих выработок зависят от расстояния, размеров, конфигурации, пространственного расположения и числа сближенных выработок, целиков между ними, а также от параметров начального поля напряжений. Область влияния одиночной выработки кругового сечения, например, в условиях гидростатических напряжений простирается на расстояние около 1,5 диаметра выработки, а взаимное влияние выработок начинает сказываться, когда расстояние между их контурами меньше 3 диаметров

ПРИМЕНЕНИЕ Для выбора оптимального режима при проведении горных работ и др.

Литература. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарян Э.В. Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1989; Савин Г.Н. Распределение напряжений около отверстий. Киев: Наук. думка, 1968; Зборщик М.П. и др. Способ разгрузки от напряжений параллельно проводимых выработок: Авт. свид.-во № 1469153 // Бюл. изобр. 1989. № 12.

343 УПРОЧНЕНИЕ ЦЕЛИКОВ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК С ПОМОЩЬЮ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Вход

Поток вещества. Жидкость в смеси с твердым веществом. Давление (Па)

Выход

Предел прочности (Па). Увеличение

Объект — массив горной породы

СУЩНОСТЬ Бурят два ряда скважин со смещением их по горизонтали. Скважины под давлением заполняют химическим веществом, например раствором борной кислоты с мелкоизмельченной карбонатной породой, которая по трещинам и макропорам насыщает горный массив целика. При реакции раствора борной кислоты с карбонатной породой получаются нерастворимая соль борнокислого кальция и углекислый газ. Они закупоривают трещины и макропоры целика и препятствуют проникновению шахтной воды в массив целика. Это в свою очередь исключает молекулярную гидратацию массива целика и его разупрочнение, что дает возможность уменьшить размеры целиков и повысить коэффициент извлечения полезного ископаемого. После заполнения скважин в них размещают крепежные элементы обычным способом

ПРИМЕНЕНИЕ Для повышения устойчивости массива горных пород целика

Литература: Симонов В.М. Способ упрочнения целиков горных выработок. Авт.свид-во № 1615372// Бюл. изобр. 1990. № 47.

344 ОХРАНА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ ПОМОЩИ ПОДАТЛИВОГО МАТЕРИАЛА

Вход

Поток вещества. Газ (сжатый воздух). Давление (Па). Высокое

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Уменьшение

Объект — массив горных пород, в котором проводится выработка

СУЩНОСТЬ В массиве горных пород, в котором проводится выработка, определяются параметры естественного поля напряжений и направление действия главных напряжений. Из выработки бурят разгрузочные скважины, которые направлены под прямым углом к направлению действия главных напряжений. После этого в разгрузочной скважине размещают податливый материал с постоянным сопротивлением податливости, например пневматический баллон из эластичного материала, который наполняют сжатым воздухом для создания отпора горным породам. При погашении выработки баллон вынимают и используют вторично

ПРИМЕНЕНИЕ Для поддержания магистральных и подготовительных выработок в зонах высокого горного давления

Литература: Колоколов О.В. и др. Способ охраны горных выработок: Авт.свид-во № 1411493// Бюл. изобр. 1988. № 27.

345 КРЕПЛЕНИЕ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ ПУТЕМ ОБЖАТИЯ БАЛЛОНА С ТВЕРДЕЮЩЕЙ СМЕСЬЮ

Вход

Вход 1. Поток вещества. Газ (сжатый воздух). Давление (Па). Высокое. Вход 2. Поток вещества. Жидкость (твердеющая смесь). Давление (Па)

Выход

Предел прочности (Па). Увеличение

Объект — массив горных пород с подготовительной выработкой

СУЩНОСТЬ Способ крепления горной выработки обеспечивает направленную концентрацию смеси в местах повышенного проявления горного давления путем обжатия баллона с твердеющей смесью. Боковые стенки выработки обтягивают затяжкой, а в зазоры между рамами крепи помещают эластичные баллоны с твердеющей смесью, которые предварительно вымачивают в воде. С обеих сторон от эластичных баллонов с зазором размещают желобчатые фиксаторы, а между ними и эластичными баллонами устанавливают эластичные емкости, которые заполняют сжатым воздухом. По мере поступления воздуха эластичные емкости расширяются и своими внешними поверхностями примыкают к желобчатым фиксаторам и эластичным баллонам. После твердения материала эластичных баллонов эластичные емкости снимают вместе с желобчатыми фиксаторами

ПРИМЕНЕНИЕ Для крепления горных выработок

Литература: Волжонин М.А. Способ крепления горной выработки: Авт.свид-во № 1461963//Бюл. изобр. 1989. № 8.

346 ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА УВЛАЖНЕНИЕМ И ВИБРООБРАБОТКОЙ

Вход

Вход 1. Поток вещества. Жидкость, пар. Давление (Па). Не выше 20 МПа. Вход 2. Силовое (механическое) воздействие. Колебания. Сила (Н). Частота колебаний (Гц). 5–150 Гц

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Уменьшение

Объект — массив горных пород (например, угольный массив)

СУЩНОСТЬ В угольном пласте впереди забоя лавы определяют фазы и нулевые точки волны давления. По ним устанавливают зоны повышенных и пониженных напряжений. В указанных зонах бурят скважины на полную высоту этажа. Через часть скважин, находящихся в зонах пониженных напряжений, проводят увлажнение жидкостью или паром, время конденсации которого превышает время десорбции газа. Одновременно с увлажнением производят виброобработку массива в скважинах, находящихся в зонах повышенных напряжений, с помощью пневматических вибраторов. Контроль за эффективностью обработки осуществляют по значению влажности угля и по количеству выделившегося газа

ПРИМЕНЕНИЕ Для предотвращения выбросов угля и газа, для дегазации и снижения пылеобразования при очистных работах

Литература: Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа. М.: Недра, 1977; Зорин А.Н. и др. Способ предотвращения выбросов угля и газа: Авт.свид-во № 1654591//Бюл. изобр. 1991. № 21.

347 ЗАЩИТА ОТ ГОРНЫХ УДАРОВ ЛОКАЛЬНЫМ СПОСОБОМ ВОЗВЕДЕНИЯ БУТОВЫХ ПОЛОС

Вход

Ширина раскоски проходки в одну сторону (м). Увеличение от 0 до 3–6 толщин пласта

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Сила горного удара, приходящегося на выработку (Н). Уменьшение

Объект — пласт или слой горной породы (например, угля и др.)

СУЩНОСТЬ Способ буттовых полос для борьбы с проявлением горного давления широко применяется при проведении выработок в условиях, опасных по горным

ударам. При этом способе проходка ведется широким ходом с раскоской, которую заполняют породой (бутом). Ширина раскоски в каждую сторону равна 3–6-кратной толщине обрабатываемого пласта или слоя. Способ возведения буттовых полос предусматривает не предотвращение горных ударов, а защиту на случай удара, так как создаваемая породная подушка гасит силу удара и предохраняет выработку от разрушения

ПРИМЕНЕНИЕ Для эффективной защиты людей и оборудования при проходке выработок в условиях, опасных по горным ударам, для сохранения выработок позади очистного забоя и т.д.

Литература: Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1989; Айруни А.Т. и др. Совершенствование способов и средств борьбы с внезапными выбросами газа, угля и породы. М.: ЦНИЭуголь, 1981.

348 ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОХЛАЖДЕННОЙ ЭМУЛЬСИИ

Вход

Поток вещества. Импульсный. Водокристаллогидратная эмульсия. Давление (Па)

Выход

Давление газа (Па). Резкое снижение

Объект — метанообильный угольный пласт

СУЩНОСТЬ В угольном пласте бурят ряд скважин и в ударно-пульсирующем режиме нагнетают через них в пласт водокристаллогидратную эмульсию (охлажденная смесь воды, органического растворителя, поверхностно-активного вещества, метана). Метан и другие сопутствующие газы, находящиеся в порах, каналах и естественных полостях пласта, интенсивно перемешиваются с поступающей холодной эмульсией и быстро переходят в кристаллогидратное состояние с образованием устойчивых двойных гидратов. При этом давление газа в пласте резко снижается, что позволяет исключить газодинамические явления при обработке пластов. Если пласт имеет первоначально высокую температуру, то его охлаждают холодным воздухом или жидким азотом

ПРИМЕНЕНИЕ Для предотвращения внезапных выбросов угля, породы и газа при обработке метанообильных угольных пластов

Литература: Лапин В.А. и др. Способ предотвращения газодинамических явлений при обработке метанообильных угольных пластов: Авт.свид-во № 1559204//Бюл. изобр. 1990. № 15; Валуковис Г.Ю. Способ снижения выбросоопасности угольных пластов: Авт.свид-во № 1350366//Бюл. изобр. 1987. № 41.

349 РАЗГРУЗКА КОНТУРА ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ ОТ НАПРЯЖЕНИЙ ВЗРЫВОМ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Взрыв. Давление (Па)

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжение (Па). Уменьшение

Объект — массив горной породы

СУЩНОСТЬ В породном массиве бурят скважины, размещают в них заряды взрывчатого вещества, взрывают, в результате чего образуются зоны разгрузки в виде чередующихся параллельных слоев из разрушенной взрывом и ненарушенной породы. Слои ориентируют перпендикулярно плоскости действия максимального напряжения горного давления. Первый разрушенный слой располагают от контура выработки на минимально возможном расстоянии, более или равном мощности зоны разгрузки. Количество слоев разрушенной породы определяют по формуле $n = T/t$, где n — количество слоев разрушенной породы, T — период эксплуатации выработки, мес., t — срок защитного действия одного слоя разрушенной породы, мес.

ПРИМЕНЕНИЕ Для уменьшения напряжений в горной породе, окружающей выработку, для охраны горных выработок

Литература Пирский А.А. и др. Способ разгрузки контура горной выработки от напряжений. Авт.свид-во № 1469150//Бюл. изобр. 1989 № 12

350 УПРОЧНЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПУТЕМ НАГНЕТАНИЯ В НИХ УПРОЧНЯЮЩИХ РАСТВОРОВ ПРИ ОСТАТИЧЕСКОМ НАРАСТАНИИ ДАВЛЕНИЯ

Вход

Поток вещества. Жидкость (упрочняющий раствор). Давление (Па)

Выход

Предел прочности (Па). Увеличение

Объект — горная порода

СУЩНОСТЬ Для упрочнения массива в нем бурят шпурь, в которые вводят стержни, снабженные снизу круговым выступом и изготовленные из металла с эффектом памяти формы. На стержнях размещают разрушаемые емкости, заполненные упрочняющим раствором. Герметизацию скважин и создание давления в шпурах производят одновременно путем нагрева стержня и выступов, за счет чего увеличивается их размер; при этом круговой выступ надежно герметизирует устье шпура; после разрушения емкости производится нагнетание упрочняющего раствора в породы. Способ позволяет уменьшить потери вяжущего на 10–20 %, повышает грузонесущую способность массива, упрощает способ укрепления породного массива за счет исключения специальных устройств для герметизации шпуров

ПРИМЕНЕНИЕ Для упрочнения горных пород

Литература Цылюнюк Н.Н. Способ упрочнения горных пород. Авт.свид-во № 1488502//Бюл. изобр. 1989 № 23

351 УПРОЧНЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД РАСТВОРОМ (с корректированием состава и режима инъектирования раствора)

Вход

Поток вещества. Жидкость (упрочняющий раствор). Давление (Па)

Выход

Предел прочности (Па). Увеличение

Объект — горная порода

СУЩНОСТЬ В пробуренные из выработки скважины, а также на ее поверхности устанавливают датчики, которые подсоединяют к измерительному прибору. В процессе нагнетания в скважины упрочняющего раствора контролируют насыщение горных пород упрочняющим раствором, для чего непрерывно производят фиксацию изменений во времени электрического сопротивления горной породы в пределах упрочненной зоны. По результатам контроля корректируют состав упрочняющего раствора и режим его нагнетания. Изменение этих параметров, а также установление времени окончания нагнетания осуществляют в момент прекращения изменения электрического сопротивления горных пород

ПРИМЕНЕНИЕ Для инъекционного упрочнения горных пород вокруг выработок, для повышения качества инъектирования упрочняемой зоны за счет регулирования процесса ее формирования

Литература Хмялянен В.А., Простов С.М. Способ упрочнения горных пород. Авт.свид-во № 1532714//Бюл. изобр. 1989. № 48.

352 УПРОЧНЕНИЕ ПОРОД ТВЕРДЕЮЩИМИ СОСТАВАМИ С ВВЕДЕНИЕМ ИХ В ПОРОДЫ ЭНЕРГИЕЙ ВЗРЫВА ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Вход

Вход 1. Поток вещества. Жидкость (твердеющий раствор). Первичный, вторичный. Объемный расход ($\text{м}^3/\text{с}$). Вход 2. Силовое (механическое) воздействие. Взрыв. Давление взрывных газов (Па)

Выход

Предел прочности (Па). Увеличение

Объект — горная порода

СУЩНОСТЬ В пробуренные скважины подают твердеющий раствор и заряды взрывчатых веществ. Концентрация раствора менее оптимального уровня потери растворителя под действием взрывных газов. После взрыва зарядов взрывчатых веществ нагнетают твердеющий раствор в породу. Затем под давлением производят повторное нагнетание твердеющего раствора другой концентрации. Концентрацию растворов подбирают так, чтобы время начала схватывания раствора первичного нагнетания не превышало времени начала схватывания повторно нагнетаемого раствора. Наличие воды в нисходящих шпурх учитывается при определении концентрации твердеющего раствора

ПРИМЕНЕНИЕ Для упрочнения пород твердеющими составами, для охраны горных выработок, при строительстве подземных сооружений, фундаментов, оснований

Литература: Пирский А.А. Способ упрочнения горных пород. Авт.свид-во № 1555500 // Бюл. изобр. 1990. № 13.

353 РАЗГРУЗКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ ЛОКАЛЬНЫМ СПОСОБОМ КАМУФЛЕТНОГО ВЗРЫВАНИЯ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Давление на породу после микровзрыва (Па). Увеличение от нуля

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Остаточные напряжения в призабойной зоне массива (Па). Уменьшение

Объект — призабойная зона массива в подготовительных или очистных выработках рудников и шахт (например, золотых, угольных, калийных и др.)

СУЩНОСТЬ При камуфлетном взрывании происходит рыхление породы в глубине массива и трещинообразование в окрестности заряда, не сопровождаемое отбрасыванием разрыхленной породы в выработку. Эффект камуфлетного взрывания достигается путем выбора соответствующих конструкций заряда, подбора взрывчатых веществ различной бризантности, последовательности взрывания шпуров в комплекте. Вследствие рыхления и трещинообразования в призабойной части массива снижаются концентрации напряжений: нагрузки в призабойной части распределяются равномернее и на более значительной площади, зона опорного давления смещается в глубь массива

ПРИМЕНЕНИЕ Для борьбы с горными ударами на глубоких рудниках при ведении очистных работ и подготовительных выработок, для снижения напряжений, предотвращающих сильные выбросы в калийных шахтах, выбросоопасных песчаных и т.д.

Литература: Турханиев И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. Л. Недра, 1989, Айруни А.Т. и др. Совершенствование способов и средств борьбы с внезапными выбросами газа, угля и породы. М.: ЦНИЭуголь, 1981, Бабиюк Г.В. и др. Способ разгрузки пород в окрестности выработки: Авт.свид-во № 1469178 // Бюл. изобр. 1989. № 12.

354 СНИЖЕНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ЛОКАЛЬНЫМ СПОСОБОМ СОТРЯСАТЕЛЬНОГО ВЗРЫВАНИЯ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Давление на породу после взрыва (Па). Увеличение от нуля

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Остаточные напряжения (Па). Уменьшение

Объект — призабойная зона массива (например, в угольных и калийных шахтах, выбросоопасных песчаниках и др.)

СУЩНОСТЬ Сотрясательное взрывание — взрывание заряда внутреннего действия без рыхления горной породы, при котором энергия взрыва расходуется на возбуждение упругой волны напряжения. Динамические напряжения в окрестности участка взрыва накладываются на статические, что приводит к превышению предела прочности породы и провоцирует горные удары небольшой силы, которые не могут привести к серьезным нарушениям горных выработок. Эффект достигается путем выбора конструкции заряда, подбора взрывчатых веществ различной бризантности, последовательности взрывания шнура в комплексе

ПРИМЕНЕНИЕ Для снижения действующих напряжений в призабойных частях массива, для уменьшения силы выбросов при проведении выработок в выбросоопасных песчаниках, для борьбы с горными ударами при проведении очистных работ и в подготовительных выработках

Литература Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1989; Айруни А.Т. и др. Совершенствование способов и средств борьбы с внезапными выбросами газа, угля и породы. М.: ЦНИЭуголь, 1981.

355 РАЗГРУЗКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ ПРОХОДКЕ ВЫБРОСООПАСНЫХ ПЛАСТОВ СПОСОБОМ РАЗГРУЗОЧНЫХ ВРУБОВ И ЩЕЛЕЙ

Вход

Силовое (механическое) воздействие. Напряжения в породе вокруг вруба или щели (Па). Увеличение до значений выше предела прочности породы

Выход

Силовое (механическое) воздействие. Остаточные напряжения в призабойной зоне выработки. Уменьшение

Объект — горная порода (например, песчаник, уголь и др.)

СУЩНОСТЬ Локальный способ разгрузочных врубов и щелей — способ разгрузки призабойной части массива в подготовительных и очистных выработках, основанный на создании опережающего вруба, щели либо нескольких щелей, что приводит к более интенсивному неупругому деформированию массива вокруг этих полостей. Опережающий вруб или щель создается бурением нескольких параллельных скважин на минимально возможном расстоянии. Целички-стенки при бурении растрескиваются и далее разрушаются, образуя полость. Возможно также использование способа локализации выбросов с опережающим врубом. Для предотвращения выбросоопасности угля разгрузочные щели создаются и во вмещающих породах

ПРИМЕНЕНИЕ Для разгрузки и дегазации угольных пластов при проведении подготовительных выработок по выбросоопасным пластам, для предотвращения внезапных выбросов угля, газа, песчаников, для локализации выбросов и уменьшения их интенсивности

Литература. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. Л.: Недра, 1989; Айруни А.Т. и др. Совершенствование способов и средств борьбы с внезапными выбросами газа, угля и породы. М.: ЦНИЭуголь, 1981.

356 УКРЕПЛЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ТЕРМООБРАБОТКОЙ

Вход

Температура (°C). Увеличение до
1100 °C

Выход

Предел прочности (Па). Увеличе-
ние

Объект — горный массив в обводненных неустойчивых грунтах

СУЩНОСТЬ Предварительно определяют необходимую толщину упрочняемого слоя горных пород, которая зависит от степени их обводненности. Затем по контуру горной выработки бурят шпуры с перебором за толщину упрочняемого слоя горных пород. Через шпуры осуществляют предварительный нагрев горной массы по всей длине шпуров при 100–200 °C в течение 8 ч. После этого производят обжиг упрочняемого слоя в течение 19–20 ч с постоянным повышением температуры от 200 до 1100 °C. При этом достигается необходимая прочность глинистой массы, которая преобразуется упрочняемым слоем и обеспечивает долговечную устойчивость горных выработок

ПРИМЕНЕНИЕ Для повышения несущей способности горного массива

Литература: Гудушаури Д.Г. и др. Способ крепления горных выработок: Авт.свид-во № 1566035 // Бюл. изобр. 1990. № 19; Трупан Н.Г. Специальные методы проведения горных выработок. М.: Недра, 1976.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

100 ВЫДАЮЩИХСЯ ДОСТИЖЕНИЙ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

1. Аккумулятор
2. Алфавит и письменность
3. Биотехнология
4. Бумага
5. Велосипед
6. Винт (сверло, резьба и т.п.)
7. Гироскоп
8. Гончарный круг, токарный станок
9. Двигатель внутреннего сгорания
10. Деньги
11. Десятичная система счисления
12. Дом жилой (жилище)
13. Железная дорога
14. Земледелие
15. Зубчатая передача
16. Игры (игрушки)
17. Измерительные приборы
18. Искусственный каучук
19. Использование энергии ветра, воды
20. Использование рентгеновского излучения
21. Карты географические
22. Кино
23. Кирпич
24. Клей
25. Клин (топор, нож, лопата, плуг, ре-
зец)
26. Книга, книгопечатание, библиотека
27. Колесо
28. Компас
29. Консервация
30. Крашение
31. Лазер
32. Лекарства
33. Линза (микроскоп, телескоп)
34. Лифт
35. Лодка, судно
36. Локация
37. Лук
38. Магнитная запись
39. Маятник
40. Мельница
41. Молоток
42. Мост
43. Музыкальный инструмент
44. Мыло
45. Насос
46. Нить
47. Ноты
48. Огнестрельное оружие
49. Одежда
50. Освоение космоса
51. Паровой двигатель (паровоз, пароход)
52. Парус
53. Перегонка нефти
54. Печь
55. Пила
56. Пластмасса
57. Плотина
58. Пневмоконструкция
59. Поездка, автомобиль
60. Подшипник
61. Полупроводниковые приборы
62. Получение и передача электрической
энергии
63. Получение металлов и сплавов
64. Получение огня
65. Порох
66. Поршень
67. Поточное производство
68. Почта
69. Прививки профилактические (имму-
нопрофилактика)
70. Приручение диких животных
71. Протезы
72. Пружина
73. Радио
74. Реактивный движитель
75. Рычаг
76. Самолет
77. Сварка
78. Селекция
79. Сети
80. Синтез органических веществ
81. Системы автоматического управления
82. Система мер и весов
83. Скафандр
84. Смазка
85. Стекло
86. Телевидение
87. Ткань, ткацкий станок
88. Тормоз
89. Трубопровод
90. Управляемая ядерная реакция
91. Фотография
92. Хлеб
93. Цемент
94. Часы
95. Шарнир
96. Швейная игла, швейная машина
97. Электрическая осветительная лампа
98. Электрический двигатель
99. Электронная вычислительная машина
100. Электросвязь (телеграф, телефон)

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПОДДЕРЖКА ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

Назначение. Обеспечение компьютерной поддержки на всех этапах технического творчества.

Описание. Комплекс оригинальных методик, специализированных баз данных и программ, позволяющий охватить все этапы творческой деятельности (анализ проблемы, включая функционально-стоимостный анализ, формирование творческих идей на уровне изобретений, отбор наиболее перспективных творческих идей, оптимизацию инженерных решений, в том числе морфологический анализ и выбор параметров, оценка научно-технического уровня и конкурентоспособности инженерной разработки), описывать проблемные ситуации практически неограниченным набором понятий, уточняя описание в ходе диалога с ЭВМ по мере решения задачи; использовать и накапливать банк патентной информации, осуществляя поиск в нем как по предметным, так и по творческим характеристикам; с помощью ЭВМ получать наряду с обобщенными рекомендациями конкретные патентные решения, наиболее близкие к задаче; автоматически строить адаптивные таблицы связи проблемных ситуаций и обобщенных рекомендаций с оценкой их достоверности («настраиваться на область применения»); выбирать наиболее эффективное решение из возможных и оценивать достигаемый при этом выигрыш.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC/AT
- *Разработчик:* Самарский архитектурно-строительный институт
- *Адрес:* 443100, Самара — 100, а/я 10013
- *Телефон:* (8462) 339655

«ПЕРЕЧЕНЬ»

Назначение. Целенаправленное описание и формирование базы данных по физическим эффектам.

Описание. «Перечень» включает наименования 1400 физических эффектов и явлений, структурированных по различным разделам физики, охватывая курс общей физики технических вузов, а также частично такие разделы, как электромагнетизм, оптика, термодинамика, механика, атомная и молекулярная физика, физика твердого тела, сверхпроводимость (низко- и высокотемпературная), процессы тепломассообмена, колебания и волны, а также содержит объектно ориентированный фонд физических эффектов, происходящих на минералах и горных породах.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* Волгоградский технический университет
- *Адрес:* 400066, Волгоград, пр.Ленина, 28
- *Телефон:* (8442) 344246

«ФЭЯ»

Назначение. Ручное (безмашинное) использование в процессе функционально-физического анализа и конструирования новых изделий и технологий.

Описание. Содержит описания на магнитных носителях свыше 700 физических явлений, составленные по специально разработанной структурированной форме (включая описание новейших открытий), методику их применения на практике. Используя эту методику, на базе каждого явления можно сформировать несколько десятков физико-технических эффектов.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* Волгоградский технический университет
- *Адрес:* 400066, Волгоград, пр.Ленина, 28
- *Телефон:* (8442) 344246

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВАЯ СИСТЕМА ПО ФИЗИЧЕСКИМ ЭФФЕКТАМ «АИПС ФЭЯ»

Назначение. Организация автоматизированного многоаспектного поиска физических эффектов и явлений с целью привлечения большого объема физических знаний при создании новых, оригинальных технических решений; научно-техническое прогнозирование; подготовка и переподготовка инженерных кадров.

Описание. «АИПС ФЭЯ» содержит базу данных, включающую описания около 1000 физических эффектов, словари, справки. При ее использовании значительно сокращается время получения необходимых сведений о физических эффектах, исключается необходимость рутинной переработки и систематизации физических знаний, представленных в различных источниках информации. В отличие от прочих банков данных по физическим эффектам система позволяет получать информацию по практически неограниченному числу непрогнозируемых запросов (благодаря уникальной структуре описания физических эффектов). Система функционирует в режиме диалога.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT. Разработаны версии для СМ и ЕС ЭВМ
- *Разработчик:* Волгоградский технический университет
- *Адрес:* 400066, Волгоград, пр.Ленина, 28
- *Телефон:* (8442) 344246

СИНТЕЗ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПОИСК ФИЗИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ, ПРИНЦИПОВ ДЕЙСТВИЯ ИЗДЕЛИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ «САПФИТ»

Назначение. Обеспечение синтеза новых физических принципов действия изделий и технологий в виде последовательности совместимых эффектов.

Описание. Система базируется на информационном обеспечении, реализованном в «АИПС ФЭЯ» и имеет единый с ней методологический подход. В отличие от прочих систем в «САПФИТ» можно осуществлять синтез как по многим входам физических эффектов (что позволяет управлять потоками энергии), так и по объектам (материалоносителям) конкретных физических эффектов.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* Волгоградский технический университет
- *Адрес:* 400066, Волгоград, пр.Ленина, 28
- *Телефон:* (8442) 344246

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СИНТЕЗА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ «СТР»

Назначение. Информационная поддержка ранних стадий проектно-конструкторских работ.

Описание. Система включает программу-диспетчер, которая по запросу пользователя вызывает одну из трех основных программ: создания, заполнения файлов, синтеза, и 12 подпрограмм, реализующих данные процедуры. В систему включены также средства диалога, подсказки, проверки ошибок с возвратом для их устранения. Система обеспечивает морфологический анализ и синтез объектов посредством представления их элементов в виде И-ИЛИ-дерева и позволяет решать задачи: поиска допустимых технических решений, удовлетворяющих техническому заданию; формирования наиболее эффективного технического задания и соответствующих ему технических решений; поиска новых патентоспособных технических решений; формирования эскиза технического решения.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT, CM-1420
- *Разработчик:* Волгоградский технический университет
- *Адрес:* 400066, Волгоград, пр.Ленина, 28
- *Телефон:* (8442) 34426

«ОРХИДЕЯ»

Назначение и описание. Проектирование новых веществ и технологических процессов на основе массива реакций (более 700 реакций) в органической химии.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* Волгоградский технический университет
- *Адрес:* 400066, Волгоград, пр.Ленина, 28
- *Телефон:* (8442) 344246

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ПО ЭВРИСТИЧЕСКИМ ПРИЕМАМ «ЭПРИ»

Назначение. Выбор наиболее эффективных эвристических приемов для преодоления технических противоречий в прототипе искомого технического решения.

Описание. Работа «ЭПРИ» основана на оболочке байесовского типа. База данных системы содержит 40 эвристических приемов, позволяющих выявить и разрешить 1600 возможных технических противоречий. Каждый эвристический прием связан с определенным техническим противоречием вероятностными связями. Система работает в диалоговом режиме: пользователю предлагается серия вопросов, отвечая на которые, он вводит информацию о выявленных технических противоречиях. Ответы пользователя могут быть нечеткими в размытом интервале от ответа ДА до ответа НЕТ. Результатом сеанса работы с «ЭПРИ» является рекомендованный пользователю эвристический прием (или приемы).

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* Волгоградский технический университет
- *Адрес:* 400066, Волгоград, пр.Ленина, 28
- *Телефон:* (8442) 344246

ДИАЛоговая СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ «НЕМО»

Назначение. Построение модели принятия решения на основе неполностью определенной, в том числе и лингвистической, исходной информации, представляемой терминами естественного и (или) профессионального языка лица, принимающего решение.

Описание. «НЕМО» позволяет: оценить степень совершенства какого-либо объекта; провести многоаспектный анализ альтернатив; осуществить линейную упорядоченность (ранжирование) альтернатив; выбрать наилучшие альтернативы на базе многокритериальной оценки в соответствии с потребностями пользователя; выявить недостатки, характерные для каждой альтернативы, и определить направления дальнейших исследований. Предметная область пользователя формализуется совокупностью критериев, хранящихся в базе знаний. Редактор базы знаний предоставляет пользователю возможность вводить новую информацию, а также корректировать и просматривать информацию, хранящуюся в ней. Области применения системы: этапы научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ в различных отраслях промышленности и науки; определение победителей творческих конкурсов на основе субъективных мнений (оценок) экспертов — специалистов в конкретной области науки, техники или искусства; оценка и сравнение деятельности предприятий и коллективов; выбор стратегии развития предприятия, района, города, региона; оценка сложного технического или социально-экономического проекта; выбор стратегии политического лидера.

- *Тип ЭВМ:* IBM PS XT/AT
- *Разработчик:* Волгоградский технический университет
- *Адрес:* 400066, Волгоград, пр.Ленина, 28
- *Телефон:* (8442) 344246

ДИАЛоговая СИСТЕМА СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ «ДИАСИФ»

Назначение. Построение функциональной модели объекта исследования (технического, административного, социального) на начальных стадиях формирования облика данного объекта с учетом среды его функционирования и предполагаемого целевого назначения.

Описание. «ДИАСИФ» позволяет: выделить цели формирования облика объекта исследования; построить модель среды функционирования объекта; построить лингвистические модели процессов взаимодействия объектов среды функционирования с исследуемым объектом; получить полный список функций, которыми в общем случае может обладать объект исследования; построить функциональную модель объекта для конкретных условий функционирования при реализации заданных целей. Области применения системы: на стадии предпроектных исследований процесса проектирования технических объектов; для определения структуры какого-либо органа административного или хозяйственного управления, независимых финансово-экономических или общественных организаций; для построения модели политического лидера или модели поведения лидера в сложившейся ситуации.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* Волгоградский технический университет
- *Адрес:* 400066, Волгоград, пр.Ленина, 28
- *Телефон:* (8442) 344246

«RRR»

Назначение. Решение задач оптимизации в различных отраслях техники (электроника, машиностроение, авиация, химическая промышленность и т.д.), а также в научных исследованиях, экономике и других сферах деятельности.

Описание. Основу программы составляет оригинальный комбинаторный алгоритм прямого поиска глобального экстремума вещественной функции с числом вещественных (и/или) булевых переменных от 2 до 100 на множестве дискретных равноотстоящих и параметрически ограниченных значений аргументов. Программа позволяет осуществлять параметрическую оптимизацию и идентификацию математических моделей, решать задачи нелинейного программирования.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* Волгоградский технический университет
- *Адрес:* 400066, Волгоград, пр.Ленина, 28
- *Телефон:* (8442) 344246

ОБОЛОЧКА ДЛЯ БЫСТРОГО СОЗДАНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ «МИНИЭКСПЕРТ»

Назначение. Создание автоматизированных обучающих экспертных систем по различным дисциплинам, в том числе в области диагностики и поиска неисправностей в технических объектах, медицинской диагностики, выбора проектных решений и т.д.

Описание. «Миниэксперт» позволяет создать экспертную систему, основанную на базе знаний, включающей множество гипотез, симптомов и вероятностные связи между ними. Алгоритм работы системы основан на формуле Байеса. Первоначально определенные априорные вероятности гипотез пересчитываются по формуле Байеса с учетом ответов пользователя на вопросы системы. Ответ системы опре-

деляется по решающим правилам, заложенным в систему. В конце сеанса работы пользователь имеет возможность просмотреть протокол решения своей задачи. В системе используется оригинальный алгоритм самообучения базы знаний, в результате которого повышается достоверность работы системы.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* Волгоградский технический университет
- *Адрес:* 400066, Волгоград, пр.Ленина, 28
- *Телефон:* (8442) 344246

ДИАЛоговая СИСТЕМА «Фокус»

Назначение. Поиск нетрадиционных идей при проектировании новых изделий, использование известных изделий по новому назначению, совершенствование товаров.

Описание. В основе функционирования системы лежит ассоциативный метод, использующий эвристические свойства случайности и языка. В результате диалога с системой формируется некоторое множество решений по совершенствованию проектируемого объекта. Система позволяет эффективно преодолевать психологическую инерцию мышления, обеспечивает поиск новой формы проектируемого объекта и эффективна при обучении методам поиска новых технических решений.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* Волгоградский технический университет
- *Адрес:* 400066, Волгоград, пр.Ленина, 28
- *Телефон:* (8442) 344246

ЭКСПЕРТная СИСТЕМА «ПРИНЦИП Действия»

Назначение. Проектирование и разработка принципиально новых технических систем различного функционального назначения.

Описание. Работа экспертной системы основана на обращении к массиву физических, химических и т.п. эффектов, насчитывающему около 1000 наименований. Комбинируя их, система находит одну или несколько цепочек взаимосвязанных эффектов, которые представляют собой принципы действия проектируемого устройства. При этом описание полученных результатов представлено в общепринятых технических терминах. Анализируя полученные тексты, пользователь может разработать первоначальную компоновку проектируемого устройства и определить режимы его работы. Поскольку система оперирует с большим количеством описаний эффектов, то для многих задач могут быть найдены решения, открывающие новые классы технических устройств, т.е. изобретения.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* РИТМИНФОРМ
- *Адрес:* 400066, Волгоград, ул.Гагарина, 8, ком. 405
- *Телефон:* (8442) 362951, 362218, 344246

СИСТЕМА функционально-структурного Анализа технических объектов и технологических процессов «ФСА»

Назначение. Проведение функционально-структурного анализа технических объектов и технологических комплексов.

Описание. Комплекс состоит из трех программных блоков. Программы 1-го блока предназначены для формирования структурных моделей анализа, их контроля, коррекции и вывода на экран дисплея, печатающее устройство и графопроектор. Программы 2-го блока предназначены для формирования функциональных моделей, их коррекции, контроля и вывода на экран дисплея или печатающее устройство в виде диаграмм, отражающих формулировки и подчиненность функ-

ций, их ранги, наименования и номера материальных носителей дополнительной информации, не связанной с главной анализируемой функцией. Программы 3-го блока предназначены для совместного исследования структурных и функциональных моделей, сформулированных программами 1-го и 2-го блоков. Данный пакет программ применяется в технологической области, при построении и анализе организационно-управленческих структур.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* РИТМИНФОРМ
- *Адрес:* 400066, Волгоград, ул.Гагарина, 8, ком. 405
- *Телефон:* (8442) 362951, 362218, 344246

ПАКЕТ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И СТРУКТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА

Назначение. Формирование, проверка, коррекция функциональных и структурных моделей исследуемых объектов, оформление функциональных и структурных схем, а также аналитических карточек по элементам исследуемого объекта.

Описание. Пакет позволяет моделировать любые объекты при решении конструкторских, технологических и управленческих задач. Могут быть реализованы функциональные модели, включающие до 300 различных функций, а также структурные модели, содержащие до 300 элементов. Построение функциональных моделей производится с использованием методики FAST.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* РИТМИНФОРМ
- *Адрес:* 400066, Волгоград, ул.Гагарина, 8, ком. 405
- *Телефон:* (8442) 362951, 362218, 344246

УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ «РАСМА»

Назначение. Проектирование и исследование устройств и приборов механики, гидравлики, пневматики, гидромеханики, радиоэлектронных схем и систем автоматического регулирования.

Описание. Система ориентирована на исследование сложных технических устройств и систем, содержащих компоненты различной физической природы, свойственные современным машинам и приборам. Система может работать в обучающем режиме, имеет развитую диалоговую структуру, универсальное вычислительное ядро и библиотеку типовых документов, с помощью которой, а также удобного диалогового языка пользователь может сформировать схему объекта. После этого автоматически составляется система алгебраически-дифференциальных уравнений и проводится ее анализ. Система обеспечивает возможность исследования устройств, включающих до 100 компонентов. Библиотека компонентов может расширяться во время эксплуатации системы. При едином исходном представлении устройства могут быть реализованы различные режимы исследования: динамический расчет, частотный анализ.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* РИТМИНФОРМ
- *Адрес:* 400066, Волгоград, ул.Гагарина, 8, ком. 405
- *Телефон:* (8442) 362951, 362218, 344246

«ОПТИМИСТ»

Назначение. Поиск оптимальных вариантов в задачах с одним или несколькими критериями при автоматизированном проектировании технических объектов.

Описание. Для оценки уровня наилучших значений критериев в системе используется теория статически экстремальных значений. К целевым функциям

предъявляются только требования однозначного соответствия их значений вектору варьируемых дискретных, непрерывных или целочисленных проектных параметров, описывающих форму оптимизируемого объекта. Целевые функции могут быть нелинейными, многоэкстремальными, нерегулярными, неаддитивными, несепарабельными, а механизм расчета критериев может включать в себя и обратные связи, и процедуры замены алгоритмов расчета.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* РИТМИНФОРМ
- *Адрес:* 400066, Волгоград, ул.Гагарина, 8, ком. 405
- *Телефон:* (8442) 362951, 362218, 344246

СИСТЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ «СПЗО»

Назначение и описание. Система позволяет проводить оценку значимости функций в ходе функционально-стоимостного анализа; выбор наилучшего варианта решения из имеющегося комплекса технических или организационных решений; распределение ресурсов пропорционально результатам оценки. В процессе проведения оценки каждый эксперт может пользоваться одним из методов: попарных сравнений, расстановки приоритетов, балльной оценки. Возможно проведение оценки по ряду критериев с автоматическим вычислением окончательного результата.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* РИТМИНФОРМ
- *Адрес:* 400066, Волгоград, ул.Гагарина, 8, ком. 405
- *Телефон:* (8442) 362951, 362218, 344246

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА «АЛЬТЕРНАТИВА»

Назначение. Система ориентирована на широкий круг специалистов в области проектирования новой техники, а также может быть использована в целях обучения.

Описание. В системе используются принципиально новые подходы к структурированию и «сжатию» базы знаний. Система позволяет систематизировать технические решения, изобретения; формировать «информационное пространство выбора» — систему знаний об элементах строения технических систем заданного семейства; осуществлять выбор из альтернативных элементов и составлять их новые сочетания; анализировать «архитектуру» пространства выбора, выделять области, в которых наиболее вероятно появление новых «прорывных» решений; развивать аппарат зрительных ассоциаций и образного мышления.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* НТК «Метод»
- *Адрес:* 119048, Москва, а/я 453
- *Телефон:* (095) 2454623

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА «ЭДИСОН»

Назначение. Разработка концепций новых устройств и технологий в различных областях, выявление причин отказов и аварий различных технических устройств.

Описание. В основе работы системы лежит процесс комбинирования эффектов. Анализируя различные последовательности эффектов, система выбирает из них физически реализуемые и логически непротиворечивые. В зависимости от типа решаемой задачи такую последовательность эффектов можно рассматривать либо как принцип действия проектируемого устройства, либо как рассуждение, указывающее на причину отказа (аварии). Система работает с базой знаний, включающей более 2000 физических, химических и других эффектов. Каждый эф-

фект имеет текстовое, графическое и математическое описание. Кроме этого, в базу знаний включена классификация объектов реального мира, что позволяет системе самой порождать новые знания, необходимые для решения конкретной задачи. База знаний открыта для пополнения. С помощью специального редактора можно расширять словарь терминов, используемых системой, дополнять классификацию объектов и базу сведений об эффектах.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* НТК «Метод»
- *Адрес:* 119048, Москва, а/я 453
- *Телефон:* (095) 2454623

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА «НОВАТОР»

Назначение. Улучшение характеристик известных технических устройств (прототипов) различного функционального назначения в результате как совершенствования их конструкции, так и оптимизации значений ряда параметров; прогнозирование развития конкретного технического устройства.

Описание. Работа системы основана на использовании базы инженерных знаний, которая включает 15 универсальных приемов устранения противоречий, 150 описаний элементарных конструкций, 100 описаний стандартных решений. Каждый элемент базы знаний имеет текстовое и графическое описание, а приемы устранения противоречий и стандартные решения иллюстрируются примерами их практического использования. База знаний открыта для пополнения. С помощью специального редактора можно расширять словарь терминов, используемых системой, а также дополнять базу сведениями о новых конструкциях и стандартных решениях. В процессе решения задач система моделирует действия профессионального изобретателя. При этом: формируется упрощенная модель прототипа; определяются противоречия, препятствующие совершенствованию прототипа; предлагаются способы устранения найденных противоречий и улучшения заданных показателей; вычисляются оптимальные значения параметров элементов прототипа. Первую группу операций система выполняет в процессе диалога с пользователем, помогая ему поставить задачу. Остальные операции осуществляются автоматически.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* НТК «Метод»
- *Адрес:* 119048, Москва, а/я 453
- *Телефон:* (095) 2454623

РЕШАТЕЛЬ ОТКРЫТЫХ ЗАДАЧ

Назначение. Постановка и решение открытых (свободно поставленных, слабоопределенных) задач концептуального проектирования и приоритетного оценивания сложных объектов, определяемых в многомерных пространствах порядковых шкал.

Описание. Решатель обеспечивает синтез эмпирического знания в виде обобщенной закономерности «удачи» на расширяющейся области альтернатив. Главная особенность — наличие беспереборного механизма «любопытства». Основной эффект состоит в выявлении устойчиво эффективных проектных решений за пределами известных фактов. Решатель может применяться для развития творческих способностей при обучении специалистов.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчики:* Московский энергетический институт, Исследовательский центр по проблемам управления качеством подготовки специалистов.
- *Адрес:* 105318, Москва, ГСП, Е-250, Красноказарменная ул., 14, МЭИ, кафедра вычислительных машин, систем и сетей
- *Телефон:* (095) 3695813. E-mail: @sumpei.bittnet

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОИСКА АНАЛОГОВ В ЖИВОЙ И НЕЖИВОЙ ПРИРОДЕ

Назначение. Повышение эффективности использования метода аналогий на основе установления жестких связей по множеству признаков между проектируемым техническим объектом и другими объектами в живой и неживой природе.

Описание. Реализованная в системе методика моделирования поиска аналогов состоит из четырех этапов: 1) формирование описания предметной области проектирования; 2) формирование описания проблемной ситуации (постановка задачи поиска); 3) поиск аналогов технических решений для данной проблемной ситуации; 4) анализ и интерпретация результатов поиска. Основой формализованного представления предметной области и проблемной ситуации является модель объект-признак. При этом под объектом подразумевается информационная структура, состоящая из имени объекта (термина или семантически связанной последовательности терминов) и описания объекта (совокупности признаков и отношений между ними). Выделяют пять классов объектов: тело (конкретный предмет), вещество (конкретное вещество), процесс (последовательность явлений, состояние чего-нибудь в развитии), явление (то или иное внешнее обнаружение сущности объекта через свойства и отношения, доступные для восприятия человеком), понятие (функция, потребительское качество и др.). Признаки, характеризующие объект, отражают функциональную и принципиальную суть объекта; использование (назначение); происхождение, т.е. связи и родственными, близкими объектами (терминами), отражающими родовидовые отношения данного объекта; свойства (дополнительные определяющие признаки). Центральным звеном механизма поиска аналогии является процедура формирования интегрированной оценки степени общности (подобия, схожести или аналогичности) предполагаемого технического решения (прототипа проектируемого объекта или процесса) и объекта, принадлежащего выбранной предметной области и рассматриваемого в качестве «кандидата в аналогии» данного прототипа. При этом глубина и направленность поискового процесса регулируются посредством специальных управляющих признаков (ключей поиска). На заключительном этапе осуществляются анализ представлений выделенных в результате поиска моделей и перенос ряда их признаков на исходный прототип. Правомомерность получаемых выводов обуславливается наличием непустого пересечения множеств признаков исследуемых объектов.

- Тип ЭВМ: IBM PC XT/AT
- Разработчик: НПО «Информ-система»
- Адрес: 105318, Москва, Измайловское ш., 4
- Телефон: (095) 1279147. Факс: 1249938

ИНВАРИАНТНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ВЫБОРА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Назначение. Оценка и выбор проектных решений с различными качественными и количественными параметрами, позволяющих с различной эффективностью достигать цели проектирования.

Описание. В системе реализована квазиреляционная модель данных, позволяющая включать описание до 30 однородных объектов. Эти объекты (варианты) могут быть описаны 15 различными характеристиками (атрибутами) как в цифровом (15 км/ч, 20 т и т.д.), так и в символьном виде («комфортный», «чистый», «грузит» и т.д.). База знаний по содержанию может корректироваться, но, обладая инвариантной оболочкой по отношению к объектам, она всегда сохраняет матричную структуру. Собственно выбор осуществляется в два этапа. На 1-м производится выбор допустимых вариантов по отношениям типа

$$R_d = \{=, \#, , , >, < \text{ и т.д.}\}.$$

Выбор R_d не требует комбинаторных сравнений и поэтому осуществляется первым, значительно сокращая исходное множество. На 2-м этапе (на усеченном множестве

ве) можно проводить многокритериальный выбор, более трудоемкий с точки зрения операций многократного сравнения. В системе предлагается следующий критериальный интерфейс: скалярный критерий с одним показателем качества, критерий с уступками, лексикографический критерий, критерий Парето. Система состоит из четырех диалоговых блоков, дружественных пользователю: базы знаний, выбора допустимых вариантов, выбора оптимальных вариантов, графической интерпретации результатов в пространстве показателей качества. Последний блок позволяет не только наглядно представить проектную ситуацию, но и визуально в масштабе оценить «полезность» и «плату за полезность», а также принять решение о возможных компромиссах.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* Московский энергетический институт
- *Адрес:* 105318, Москва, ГСП, Е-250, Красноказарменная ул., 14, МЭИ, кафедра вычислительных машин, систем и сетей
- *Телефон:* (095) 3627941

ДИАЛОГОВЫЙ ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫЙ СХЕМНЫЙ КОМПИЛЯТОР «ДИСКО»

Назначение. Автоматизация архитектурного и логического этапов проектирования устройств микроэлектроники.

Описание. Система включает следующие подсистемы: графический редактор для ввода схем с автоматической трассировкой связей; компилятивного проектирования для формирования иерархических проектов методами композиции, декомпозиции, итерации; интеллектуальной компиляции для автоматической генерации проектов, удовлетворяющих заданным требованиям; имитационного моделирования проектов на любом уровне иерархии; средства изготовления схемной документации с автоматическим размещением элементов и формированием цепей; интерфейс с конструкторским этапом; встроенные средства развития для модификации системы непрограммирующим пользователем.

- *Тип ЭВМ:* IBM PC XT/AT
- *Разработчик:* Институт машиностроения Уральского отделения РАН
- *Адрес:* 620219, Екатеринбург, ул.Первомайская, 91
- *Телефон:* (3432) 442594. E-mail: im_lsu@imm.e-burg.su

