

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ 1988

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методологические проблемы

Ежегодник
1988



ЕЖЕГОДНИК
1988

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ



СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ НТП
И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ



СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КУЛЬТУРЫ



ОРГАНИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ В СИСТЕМАХ



USSR ACADEMY OF SCIENCES

Institute for Systems Studies

SYSTEMS RESEARCH

Methodological Problems

Yearbook
1988

PUBLISHING HOUSE «NAUKA»

MOSCOW 1989

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Всесоюзный научно-исследовательский институт
системных исследований

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методологические проблемы

Ежегодник
1988

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА 1989

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Д. М. Гвишиани (главный редактор),
В. Н. Садовский (зам. главного редактора),
В. Л. Арлазаров, Б. В. Бирюков, И. В. Блауберг,
В. И. Данилов-Данильян, В. П. Зинченко, О. А. Коссов,
Н. И. Лапин, О. И. Ларичев, В. А. Лекторский,
А. А. Малиновский, Э. С. Маркарян, Б. З. Мильнер,
Э. М. Мирский, Э. Л. Наппельбаум, И. Б. Новик, Д. А. Поспелов,
А. И. Уемов, К. М. Хайлов, Б. Г. Юдин

Рецензенты:

доктор экономических наук А. А. Арбатов,
доктор философских наук Э. В. Гирусов

В двадцатом выпуске ежегодника публикуются статьи, излагающие результаты дальнейшего развития системной методологии в условиях ускорения научно-технического прогресса и перестройки хозяйственного механизма страны. Значительное внимание уделяется проблемам информатизации, математическим основаниям теории систем, вопросам истории формирования системного стиля мышления в физике XX в. и кибернетике. Анализируются особенности моделирования механизмов научно-технического развития.

Для специалистов по применению системной методологии в практике решения междисциплинарных проблем.

С $\frac{0301040100-103}{042(02)-89}$ 20—89 Кн. 1

ISBN 5-02-007972-3

©Издательство «Наука», 1989

ПРЕДИСЛОВИЕ

В предлагаемом читателю очередном выпуске ежегодника «Системные исследования. Методологические проблемы» продолжается разработка методологической проблематики исследования сложных систем, а также рассматривается ряд теоретических вопросов, возникающих при анализе конкретных систем знания, технологий, форм поведения различных объектов и т. п. Редакционная коллегия и авторский состав настоящего выпуска ежегодника стремятся направить свое внимание на вопросы, которые отражают новую ориентацию научной работы ВНИИСИ на углубленное исследование социальных и технических изменений, возникающих в процессе информатизации общества.

В соответствии с этой направленностью первый раздел выпуска посвящен исследованию динамики развития новых информационных технологий, основанных на широком применении ЭВМ, а также некоторым вопросам теории и методологии разработки подобных технологий, включая построение гипотетических сценариев вызываемых ими социальных изменений.

Важные модификации технологической базы экономики, прямо или косвенно вызванные информатизацией общества, прежде всего проблемы системного анализа научно-технического прогресса, обсуждаются во втором разделе ежегодника. Здесь рассматриваются возможности и ограничения создания эффективной информационной базы для управления народным хозяйством в условиях информатизации общества, методологические и содержательно-теоретические проблемы, связанные с построением системы показателей, которые бы адекватно отражали состояние современной наукоемкой экономики, а также особенности проектного знания в отличие от традиционных его форм (теоретического и эмпирического знания).

Как и всякий фундаментальный сдвиг в состоянии производительных сил, информатизация общества влечет за собой изменения не только в непосредственно затрагиваемых ею сферах экономики или управления, но и во всей

совокупности регулятивов социального поведения человека — в культуре, ценностях и т. п. Этому кругу вопросов посвящен третий раздел ежегодника, где подробно анализируется роль научно-технического прогресса в качестве фактора, изменяющего сложившиеся системы культуры (бытовой, производственной, политической).

В более специальном плане тот же круг вопросов исследуется в четвертом разделе ежегодника, посвященном проблемам организации знаний в системах. Развитие информационных технологий, обусловленное ими повышение наукоемкости различных отраслей материального производства и управления потребовало существенной интенсификации практического использования знаний и вызвало к жизни принципиально новые формы их преобразования и структуры практических действий. В свою очередь, появление этих новых форм прикладного использования знаний начинает оказывать все возрастающее влияние на сферу традиционных научных дисциплин, заставляя существенно переосмыслить сложившиеся представления о процессах, происходящих на переднем крае науки.

В частности, в условиях информатизации общества серьезного переосмысления требует само понятие метода науки, та интеллектуальная традиция, которая вокруг него исторически сложилась и которая предопределяет наши современные представления о критериях профессиональной исследовательской работы. Этой группе проблем посвящен пятый, заключительный раздел ежегодника, в котором детально исследуются методологические особенности таких важных теоретических концепций, как квантовая механика, теория геосистем и синергетика.

Научно-организационная и техническая работа по подготовке настоящего выпуска ежегодника выполнена сотрудниками ВНИИСИ И. Б. Новиком, В. В. Келле, Э. М. Мирским, А. А. Игнатьевым, И. А. Пащенко, С. П. Чернозуб, А. Н. Лаврухиным.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Д. С. ЧЕРЕШКИН, М. Ш. ЦАЛЕНКО

История человечества демонстрирует ускорение научно-технического прогресса и вызываемых им технологических изменений во всех областях человеческой деятельности. В 1966 г. А. Тойнби следующим образом характеризовал смену технологических эпох в истории: возраст технологии нижнего палеолита, основанной на применении камня, — 1 000 000 лет; возраст технологий, основанной на земледелии и приручении животных, — 9000 лет; возраст использования энергии воды для мельниц — 2000 лет; возраст электричества — около 120 лет; возраст технологии нефти — около 60 лет.

Столетие между 1750 и 1850 годами историки науки и техники считают периодом первой промышленной, индустриальной, или научно-технической революции, а переживаемый сейчас период бурных технологических изменений (инноваций) — второй научно-технической революцией. Всякая революция, имеющая всемирно-исторический характер, должна быть следствием и проявлением объективных законов развития человеческого общества и быть направленной на резкое, качественное преодоление объективных противоречий.

Представляется, что любые научные и технические достижения, реализованные в общественном производстве в виде новых технологий, направлены прежде всего на повышение производительности труда. Низкая производительность труда во многих жизненно важных отраслях производства вступает в противоречие с общественными потребностями в соответствующих продуктах производства и приводит к нарушению разумных пропорций в распределении рабочей силы по отраслям народного хозяйства. Недостаточная производительность ремесленного труда лежит в основе первой НТР. Эта революция приве-

ла к механизации и частичной автоматизации физического труда во многих областях материального производства, резко повысила его производительность, «сократила» расстояния между странами благодаря новым средствам транспорта и связи, создала мировую систему экономических отношений, положила начало технологической стандартизации многих отраслей промышленности в мировом масштабе на основе общих принципов производства и применения средств и орудий труда, унификации технологических процессов и продуктов производства. Она вызвала коренные изменения в структуре и размещении рабочей силы, уничтожила многие старые профессии и породила много новых, вызывая подчас острые социальные конфликты и прямое противодействие внедрению новой техники. Свыше ста лет назад К. Маркс и Ф. Энгельс подчеркивали, что «революция в способе производства и земледелия сделала необходимой революцию в общих условиях производства, т. е. в средствах транспорта и связи» (*Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 33. С. 395*).

К общим условиям производства относятся также энергия и информация. Специализация и дифференциация современного производства, международные кооперация и разделение труда постоянно усложняют и преобразуют систему хозяйственных взаимосвязей, что приводит к увеличению информационных потоков в информационном контуре управления. Косвенным подтверждением непрерывного усложнения задач общественного управления является тот факт, что число людей, занятых в сфере управления, непрерывно растет. Например, в США за 15 лет начиная с 1965 г. количество служащих в учреждениях утроилось и составило 25 % всех работающих. Ожидается, что к концу текущего десятилетия доля служащих учреждений составит 40—50 % всей рабочей силы [9].

Резкое увеличение доли служащих вызвано бурным ростом объемов управленческой документации, с одной стороны, и медленным ростом производительности труда в сфере управления — с другой. Действительно, в СССР ежегодно находится в обращении 100 млрд документов, содержащих около 6000 млрд норм и показателей; объем обрабатываемой информации в сфере управления за 15 лет с 1965 по 1980 г. возрос в 10 раз [6]. В США в обращении находится 324 млрд документов; при этом в США и Канаде каждый час производится 60 млн документов [31].

Различие в росте производительности труда во многом связано с различием в стоимости рабочих мест: если на

одного рабочего в сельском хозяйстве приходится 70 тыс. долл. капиталовложений, в промышленности — 20—30 тыс. долл., то в сфере управления — 2—4 тыс. долл. Одновременно уровень автоматизации управленческих процессов сильно отстает от уровня автоматизации в промышленности. Так, в США во многих отраслях промышленности автоматизировано около 90 % работ, а в учреждениях — 40—50 %.

Резкое увеличение информационных потоков, сопровождающих материальное производство, связано также с быстрым ростом номенклатуры выпускаемых изделий (миллионы названий) и усложнением технологии их производства. Только в СССР за 25 лет с 1951 по 1976 годы было разработано 85,5 тыс. образцов новых типов машин, оборудования, аппаратов и приборов, а общий объем капиталовложений на эти разработки составил 1460 млрд рублей [4; 5]. В результате резко возрастают объемы научной, технической и проектно-конструкторской документации, в которой зафиксированы этапы и результаты работ, описана технология производства, увеличивается число патентов, лицензий, стандартов и т. п. Технологическая информация становится предметом купли и продажи, промышленным «секретом», средством конкурентной борьбы.

Поток технической документации усиливается и дополняется публикациями, отражающими результаты научных исследований. Число научных журналов за 200 лет (1750—1950) выросло в 10 000 раз [2], ежегодно публикуется около 5 млн статей, сотни тысяч монографий, брошюр, обзоров и т. д.

Поток печатной продукции создает большие затруднения в информационном обеспечении научных исследований. С одной стороны, значительная часть литературы труднодоступна специалистам; с другой стороны, значительная часть научной информации устаревает в течение десяти лет, так что не использованные своевременно результаты становятся бесполезными. В результате на поиск информации по некоторым данным расходуется свыше 35 % рабочего времени научного работника, а дублирование исследований и разработок приводит к огромным потерям рабочего времени и средств.

С середины 50-х годов темпы роста числа научных работников превышали темпы роста населения земного шара. Из всего сказанного становится ясной общая тенденция к коренному изменению условий и характера труда

значительной части рабочей силы — переход к работе, связанной со сбором, хранением, переработкой и передачей информации. Поскольку обработка информации почти исключительно связана с умственным трудом и производительность труда в информационной сфере значительно ниже производительности труда в сфере материального производства, основной задачей второй НТР становится автоматизация умственного труда.

Еще один фактор делает настоятельным решение этой задачи — быстрый рост населения земного шара. Сложившиеся, традиционные системы образования, особенно в слабо развитых и развивающихся странах, для которых характерен особенно быстрый рост населения, не в состоянии дать молодому поколению своевременную необходимую подготовку для включения в общественную жизнь в качестве равноправных членов общества. Проблема образования касается не только молодежи. Научно-технический прогресс вызывает постоянную и быструю смену технологических процессов, что порождает потребность в систематическом переобучении все большего количества людей. Обучение и переобучение становятся обязательными компонентами общественно полезного труда. Традиционные методы обучения, основанные на бумажной технологии и непосредственном контакте обучающего с обучаемым, учителя с учеником, не могут обеспечить необходимой согласованности между усложнением производственной технологии и степенью подготовленности кадров для работы в новых условиях.

В основе последующего анализа развития второй НТР лежат три следующих соображения:

1. Революционный скачок — это переход в новое качественное состояние за достаточно короткий промежуток времени (сопоставимый с интервалом в 25—30 лет между двумя поколениями людей).

2. Революционный скачок в определенном направлении — это изменение отдельного показателя или параметра на два порядка, т. е. в 100 раз, за короткий промежуток времени.

3. Для оценки НТР должен быть выбран глобальный системный показатель, аккумулирующий результаты изменения отдельных (локальных) параметров. Изменение этого показателя на два порядка определяет отрезок времени, в течение которого происходит НТР.

Несомненно, что новая информационная технология направлена на автоматизацию умственного труда. Однако

рост производительности труда идет гораздо медленнее роста отдельных технико-экономических показателей, поскольку производительность труда — это системный показатель, определяемый всей совокупностью условий труда и прежде всего системными показателями средств труда. В области информационно-вычислительных систем основная глобальная характеристика — отношение производительности к стоимости — изменяется в 2 раза каждые 10 лет. Но именно эта характеристика в сочетании с развитым программным обеспечением, стоимость которого в 3—4 раза превосходит стоимость технических средств, и профессиональной подготовленностью кадров определяет эффективность всей системы обработки данных. Если допустить, что отношение производительности к стоимости будет меняться с той же скоростью, то в течение приблизительно 70 лет этот показатель возрастет более чем в 100 раз. Это соображение позволяет указать отрезок времени, в течение которого будет происходить вторая НТР, — это период между 1943 — год создания первой ЭВМ — и 2015 годами.

Поскольку НТР занимает значительный промежуток времени, управление научно-техническим прогрессом становится очень сложным и во многом противоречивым процессом, связанным с правильным распределением ресурсов и учетом краткосрочных и долгосрочных последствий принимаемых решений. Периодизация НТР — это способ упростить изучаемое явление при помощи разбиения исторического промежутка на обозримые части.

Первый этап второй научно-технической революции (1943—1980 гг.) создал технические предпосылки для коренного преобразования информационной инфраструктуры на основе автоматизации всех процессов сбора, хранения, обработки и передачи информации и частичной автоматизации процессов принятия решений. В начале 80-х годов начался второй этап НТР — этап революционных скачков, которые приведут к созданию различных национальных и интернациональных автоматизированных информационных систем в области научно-технической информации, здравоохранения, защиты окружающей среды, международных систем связи, в которых используются искусственные спутники, систем искусственного интеллекта, воспринимающих речевую и зрительную информацию и т. д. Эти скачки в явном виде «запланированы» в японском проекте ЭВМ пятого поколения и в других аналогичных проектах. Автоматизация многих технологиче-

ских процессов в сфере материального производства, возникновение автоматизированных «учреждений будущего» приведет к перераспределению рабочей силы во всех отраслях народного хозяйства и потребует новых подходов к подготовке и использованию кадров. С большой степенью уверенности можно утверждать, что второй этап НТР продлится до конца текущего столетия и что последующие 15 лет станут этапом глобальной реализации потенциальных возможностей, заложенных в складывающейся новой информационной технологии.

Охарактеризуем наметившиеся «пики» в реализации определенных технических возможностей на втором этапе НТР.

1. В настоящее время можно говорить о возможном достижении к 2005—2010 гг. пределов быстродействия ЭВМ в традиционном их понимании. «Атака» на пределы быстродействия процессоров (скорость света) ведется по нескольким направлениям.

Первое направление — работы по созданию оптического компьютера, ведущиеся в Стенфордском и шести других университетах США [21] и базирующиеся на успехах в области оптоэлектроники. В таком компьютере вместо электронов для передачи информации используются импульсы света. Предполагаемое быстродействие — триллион операций в секунду. Ожидается, что лабораторные макеты таких процессоров появятся через 5 лет, а промышленное их производство начнется к 2000 г.

Второе направление — разработки биомолекулярных микросхем со сверхвысокой плотностью (более 10^{15} элементов в одном кубическом сантиметре) и двух- и трехмерной структурой на молекулярном уровне. Быстродействие биопроцессоров также приближается к предельному за счет использования новой нейронной архитектуры. Возможный срок появления таких машин — 2000 год [10].

Третье направление — использование эффекта сверхпроводимости (эффект Джозефсона), получившее новый импульс при открытии эффекта высокотемпературной сверхпроводимости. В настоящее время уже достигнуто время переключения 3—5 пс для активных элементов, что соответствует 200 млн операций в секунду. Подобное быстродействие практически реализовано в измерительном АРМ типа PSP—1000 фирмы Nurgres, созданном на базе сверхпроводимых элементов [17].

Четвертое направление базируется на традиционной технологии микроэлектроники. В рамках этого направле-

ния постоянное повышение быстродействия ЭВМ и приближение к предельным его значениям обеспечивается за счет перехода на новые материалы (например, арсенид галлия), более совершенные технологии производства микросхем, и в особенности новые архитектуры ЭВМ и способы организации вычислений. Использование микросхем на основе арсенида галлия и распараллеливания расчетов в многопроцессорной ЭВМ позволит к 1988 г. обеспечить быстродействие супер-ЭВМ порядка 10 млрд оп/с, а за счет повышения плотности интегральных схем к 1990 г. получить ~ 100 млрд оп/с [11]. Максимальное быстродействие в рамках этого направления будет обеспечиваться в основном за счет развития новых архитектурных микросхем и самих ЭВМ.

В настоящее время уже производятся микросхемы, в которых объединены элементы памяти, логики и коммутации — транспьютер, что позволяет в сотни раз повысить быстродействие современных микропроцессоров [13].

Переход к архитектуре ЭВМ типа «гиперкуб», в которой объединены 64 К микропроцессоров (супер-ЭВМ Connection Machine фирмы «Thinking Machine»), обеспечивает резкое повышение общего быстродействия, а возможность использования в гиперкубе микропроцессоров типа «космик кьюб» фирмы Intel — практически достижения предельных значений быстродействия [22].

Таким образом, можно говорить о том, что к 2000 г. скорость обработки порядка сотен млрд оп/с будет реализована и ЭВМ такого класса будут производиться серийно. На рис. 1 приведены сравнительные характеристики быстродействия различных видов микроэлектронных схем.

2. Существенно снижаются мощности, необходимые для обеспечения высоких скоростей переключения логических микросхем. В табл. 1 приведены данные по потребляемой мощности для четырех типов микросхем на 1987 г. [27]. Из таблицы видно, что к 1990 г. производимые микросхемы будут иметь потребление, не превышающее 0,25—0,5 вт на схему. Это позволяет считать, что уже к 2000 г. реальным становится переход к минимальному потреблению мощности, что позволит значительно повысить надежность и улучшить эксплуатационные характеристики ЭВМ.

3. Практический предел для известных сегодня методов хранения информации (электронные, оптические), видимо, уже близок. Это следует из достигнутой плотности записи информации на различных видах носителей (рис. 2). Можно предполагать, что плотность выше 10^8 бит/мм² для

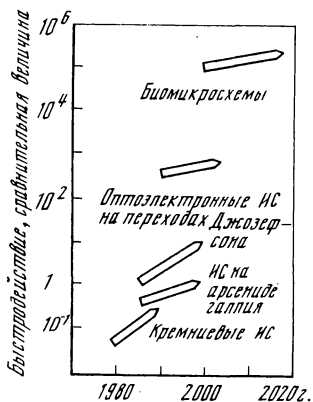


Рис. 1. Сравнительные характеристики быстродействия различных видов микросхем

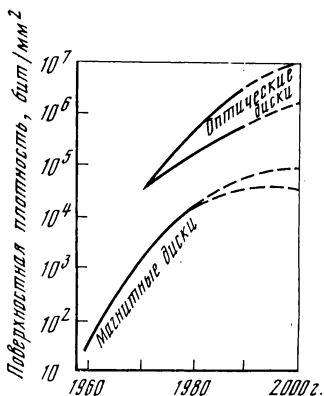


Рис. 2. Плотность хранения информации на различных видах носителей

оптических дисков не может быть достигнута даже чисто теоретически — это потребует создания для считывания лазера с лучом значительно меньше одного микрона [20]. Успехи, достигнутые в создании оптических дисков со стиранием старой и возможностью нанесения новой записи, позволяют говорить о вероятном переходе к оптическим дискам как основному средству машинного хранения информации [28].

Одновременно значительный прогресс наметился в создании высокообъемных оперативных запоминающих устройств на больших интегральных схемах. Многие фирмы производят ОЗУ емкостью 1 М бит и ведут разработки по созданию к 1995 г. ОЗУ емкостью 64 М бит [24]. Предполагается, что ведущиеся разработки по биосхемам позволят, в случае их успешной реализации, обеспечить схемное хранение млрд бит информации на одной схеме.

4. Значительный прогресс за последние годы был достигнут в области создания различных средств ввода—вывода и отображения информации. Дисплей с высокой разрешающей способностью, считывающие устройства, системы речевого ввода—вывода, печатающие аппараты, графопостроители и т. д. позволяют обеспечить так называемый «дружественный» интерфейс (ЭВМ — пользователь) и существенно повысить эффективность использования средств ВТ в различных сферах народного хозяйства. Предполагается, что к 1990 г. будут созданы цвет-

Таблица 1

Время переключения и необходимая для этого мощность

Тип ИС (интегральной схемы)	Время переключения	Потребляемая мощность на один вентиль
ИС на основе кремния	0,2 пс	0,02 Вт
ИС на основе арсенида галлия	400 пс	1—5 мВт
ИС на основе эффекта Джозефсона	3 пс	1 мкВт
ИС на основе эффекта Джозефсона (новая топология)	0,05 пс	0,1 мкВт

ные дисплеи, разрешающая способность которых близка к возможностям человеческого глаза (разрешение 2048×2048 точек) [14]. Устройства оптического считывания машинописных текстов (12 типов шрифта) обеспечивают считывание со скоростью 10—12 страниц в минуту, что в 60—100 раз превышает скорость работы квалифицированного оператора [30].

Широкое распространение получают различные по сложности устройства речевого ввода—вывода. Пока еще эти устройства оперируют с ограниченным набором слов и очень дороги, но предполагают, что к 1995 г. эти устройства станут стандартным элементом любой информационно-вычислительной системы. Их использование обеспечивает значительное повышение эффективности процессов общения человека с ЭВМ. Например, речевой ввод со славарем в 50 слов повышает эффективность проектирования на 40—200 % [12].

Можно утверждать, что в недалеком будущем возникнет совершенно новый тип интерфейса человек — средства ВТ, который является необходимым условием формирования новой информационной среды общества.

Целесообразно назвать и ту область развития средств ВТ, где указанные выше «пики» пока еще не достигнуты и прогресс в которой будет бурно продолжаться до конца нашего века. Эта область — микроэлектроника, в особенности то ее направление, которое связано с созданием персональных микро-ЭВМ (ПЭВМ). Переход к 32-разрядным машинным словам существенно меняет возможности этого класса ЭВМ и открывает большие перспективы создания новой архитектуры ПЭВМ, используя новую эле-

ментную базу. Этим будет стимулироваться и развитие нового направления микроэлектроники (транспьютеры, гибридные схемы и т. д.).

5. Охарактеризуем в общих чертах прогресс в области программного обеспечения. Первое направление развития — создание и совершенствование логического программирования и соответствующих ему языков. Язык логического программирования ПРОЛОГ, созданный в начале 70-х годов, явился первым языком, ориентированным на новый тип машин — ЭВМ «не фон-неймановской» архитектуры, что обеспечивает его эффективное применение для описания и решения задач на «параллельных» ЭВМ. Возможности логического программирования, реализуемые в ПРОЛОГе (и других подобных ему языках), позволяют программисту не описывать саму процедуру вычисления, что существенным образом повышает производительность труда программиста. Логическое программирование стимулировало развитие новой архитектуры ЭВМ (ПРОЛОГ-машины) и новой идеологии организации вычислительного процесса [1].

Второе направление связано с алгебраизацией языков программирования высокого уровня (типа АДА), что основано на использовании абстрактных типов данных. Не вдаваясь в теоретические вопросы развития этого направления, отметим только, что его результаты позволяют обеспечивать такие свойства программ, как переносимость, верифицируемость, надежность, модифицируемость и т. д. [3].

Третье направление — искусственный интеллект (ИИ). Наиболее распространенным языком программирования в системах ИИ является ЛИСП, ориентированный на выполнение символьных преобразований. Успех ЛИСПа привел к созданию ЛИСП-машин. Уже сейчас разработаны программные средства, реализующие возможности ЛИСП-машин на широко распространенных рабочих станциях. Предполагается, что к 1990 г. фирмы Texas Instruments и АТиТ выпустят микросхему для персональных ЭВМ, реализующую ЛИСП [15]. Средства ИИ уже включаются в распространенные пакеты программного обеспечения (например, в СУБД Paradox, Quest A) [29].

Активно разрабатываются системы автоматизированной разработки программного обеспечения (ПО) информационных систем. Оба известных пакета (Design Aid, Exelerator) ориентированы на ПЭВМ и не только автоматизируют документирование и графическое отображение,

но и представляют средства анализа процесса разработки [16]. Создан пакет IDeA, ориентированный на проектирование и производство программного обеспечения с использованием методов и средств ИИ: основанное на знаниях проектирование общей схемы и детализация, автоматизация компоновки частей программы и т. д. [25].

Четвертое направление определяется развитием экспертных систем, которые разрабатываются практически для всех областей, наглядно иллюстрируя реальные достижения и возможности искусственного интеллекта [8].

Необходимо отметить, что развитие технических средств, в том числе переход на 32-разрядные ПЭВМ, существенно меняет характер создания программ для них. Сегодня практически все ПО, разработанное для больших универсальных ЭВМ, может быть широко использовано для ПЭВМ (например, операционная система UNIX и другие). Это означает, что «исчезает» специфика программного продукта для ПЭВМ, а то, что было разработано для 8- и 16-разрядных машин, практически пошло «в корзину». Однако накопленный при этом опыт создания «дружественного» ПО (диалог, меню, консультация и т. д.) теперь успешно переносится на все типы ЭВМ. Таким образом, и в разработке ПО также возможны достаточно быстрые «прорывы».

6. Развитие средств спецификации — еще одно направление совершенствования методов и средств решения задач на ЭВМ, ориентированных на конечных пользователей — экспертов предметных областей. По существу они являются одним из способов представления знаний в виде точного описания, или спецификации, задач, которые должны быть решены. Выделение средств спецификации отражает независимость содержания задачи от методов ее решения и соответствует системному подходу к решению сложных задач, состоящему в их декомпозиции на различные уровни абстракции. Спецификации носят непроектурный характер и имеют определенные точки соприкосновения с логическим программированием [7].

Рассмотренные выше «пиковые» значения отдельных значимых параметров различных средств ВТ в совокупности открывают широкие возможности для реализации новых информационных технологий (НИТ), которые являются самым действенным средством второй научно-технической революции. Здесь и далее под информационными технологиями понимается совокупность процессов, протекающих в информационных системах и обеспечивающих

реализацию их функций. Новые информационные технологии базируются на использовании методов сбора, хранения, обработки и передачи информации, реализуемых при помощи средств вычислительной техники и коммуникаций в сочетании с математическим и программным обеспечением. Они исключают бумагу как основной носитель информации и автоматизируют массовые рутинные операции обработки данных.

В историческом плане различные функции информационных систем реализовывались с помощью принципиально различных технических устройств и в рамках различных организационных структур. Методы и средства сбора и передачи информации (средства коммуникации), ее хранения и обработки, использование информации, особенно в процессах управления, развивались в значительной мере независимо друг от друга. С появлением электронно-вычислительных машин и других средств электронной обработки и передачи данных положение кардинально изменилось — начала складываться единая информационная технология, которую иногда называют ЗС-технологией, указывая на синтез процессов коммуникации (communication), управления (control) и обработки (computation) [26].

Новая информационная технология базируется на преобразовании любых сигналов (звуковых, световых, зрительных и т. п.) в дискретные сигналы, которые легко кодируются и обрабатываются с помощью ЭВМ. Единообразие представления и запоминания сигналов и возможность их последующего воспроизведения позволили интегрировать различные технологии обработки информации в рамках единой технологии обработки дискретных сигналов (digital world).

Новая технология кодирования звуковых сигналов позволяет осуществлять передачу и коммутацию сообщений на любое расстояние без искажений независимо от количества узлов в сети. При этом стоимость каналов связи резко сокращается, а их пропускная способность возрастает.

Преобразование аналоговых сигналов в дискретную форму уменьшает присущую им избыточность и позволяет производить сложные математические процедуры обработки, необходимые, например, в задачах распознавания образов. Запоминание сигналов в дискретной форме облегчает их многократное использование и передачу по каналам связи.

Сочетание устройств памяти большого объема с прямым доступом, высокопроизводительных центральных и периферийных процессоров, новых систем связи открыло эру распределенных автоматизированных банков данных, предназначенных для коллективного многоцелевого использования динамически обновляющейся информации об определенных предметных областях.

Характерная особенность «ЗС-технологии» — сочетание и взаимосвязь больших и мощных вычислительных систем и других технических комплексов с широким спектром миниатюрных («карманных») устройств, предназначенных для индивидуального использования. Такое взаимодействие стало возможным благодаря общим принципам технической реализации на основе широкого использования электроники и микроэлектроники и разработки разнообразных средств интерфейса человека с информационной системой и информационных систем между собой, базирующихся на применении универсальных и специализированных языков программирования.

Широкое распространение языков программирования привело к выработке нового, более четкого и формализованного стиля мышления и потребовало создания новых методов работы, что позволяет говорить о складывающейся в современных обществах новой информационно-технологической культуре.

Вероятно, в ближайшем будущем возникнут интегрированные системы, соединяющие воедино все средства индивидуальной информационной техники. Снабженные программными средствами управления, персональными базами данных и базами знаний, эти системы резко поднимут уровень индивидуального информационного обеспечения. Разработки в этом направлении уже начались [23], а их расширение неизбежно.

Наконец, уже наметилась тенденция к объединению индивидуальных информационных систем. Такие объединения возникают пока эпизодически для решения общих задач (исследования по общей проблеме, написание книг, телеконференции). Кроме того, персональные информационные системы могут быть абонентами различных национальных и международных систем, подобно абонентам телефонной сети.

Развитие индивидуальных ИС идет одновременно с разработкой и внедрением больших ИС, предназначенных для информационного обеспечения широких кругов пользователей. В этих системах может концентрироваться как

долгосрочная, так и оперативная информация, доступ к которой обеспечивается в режимах on-line и off-line. В частности, в режиме off-line организуется обмен машинными носителями информации. Таким образом, уже сегодня можно говорить о зарождающейся глобальной информационной системе и объединении информационных ресурсов в национальных и межнациональных масштабах. ЭС-технология становится средством построения интегрированного мира обработки дискретной информации.

В настоящее время основной тенденцией развития НИТ является их интеграция в рамках проблемно- или функционально-ориентированных комплексов, системное взаимодействие с другими новыми технологиями (информационного обмена, производства и т. д.), что обеспечивает автоматизацию полного технологического цикла.

Примерами такого системного взаимодействия могут являться системы прогноза урожайности сельскохозяйственных культур, объединяющие комплекс съемки территорий со спутников (новые технологии получения информации) и комплекс НИТ, базирующихся на мощных ЭВМ (новые технологии обработки и анализа информации). В качестве другого примера можно указать создание и развитие автоматизированного интегрированного производства (computer integrated manufactures) или комплексного автоматизированного производства (КАП — принятое у нас определение).

В рамках КАП обеспечивается интеграция САПР, ГАП и АСУП. Различие между традиционными методами автоматизации производства и КАП состоит в том, что в первом случае происходит только автоматизация прохождения материальных потоков, а во втором автоматизируются и все потоки информации, необходимые для управления производством.

Цель КАП — не простое уменьшение трудовых затрат на производство, которые составляют порядка 5—15 % общей стоимости продукции, но резкое сокращение потерь из-за износа инструмента благодаря получению своевременной информации о его состоянии (примерно, 30 % общей стоимости), а также получение точной информации о текущем состоянии каждой производственной единицы.

Эффективность таких комплексов новых технологий очень велика — американские специалисты считают, что затраты на их создание окупаются за 3—4 года. Это подтверждается и тем, что сегодня в США на создание КАП

затраты составляют 16 млрд долл. в год, а к 1990 г. они превысят 30 млрд долл. в год [18; 19].

Рассмотренные выше примеры показывают, что развитие НИТ характеризуется повышением уровня системности, приобретает все более широкомасштабный характер, обеспечивает значительный синергетический эффект воздействия на все стороны общественной деятельности.

На сегодняшний день уже начинают вырисовываться контуры того информационного окружения, той информационной среды, о которой некоторые исследователи говорят как об информационном обществе. На рис. 3 отражены основные тенденции развития технологической основы этой среды:

повышение уровня системности применения средств вычислительной техники (переход от отдельных систем к интегрированной среде);

рост роли системных коммуникаций при переходе от локальных ИВС к интегрированной информационной среде;

интеллектуализация ИВС, основанная на переходе от обработки данных и информационного поиска к обработке знаний и получению новых знаний;

изменение характера интерфейсов между людьми и информационными системами, при которых возрастает обратное воздействие ИВС на человека за счет резкого увеличения объемов новых знаний, вырабатываемых системами; одновременно происходит «интеллектуализация» воздействия человека на ИВС за счет интеллектуализации процесса программирования.

Рис. 3 показывает, что эволюция информационных систем соответствует схеме Боулдинга, в которой на верхнем, седьмом уровне иерархии появляются способные к самоорганизации и самоописанию системы. Для них характерны высшие формы информационной деятельности: рефлексия, сочетающая порождение гипотез и их проверку при помощи подходящих моделей и «мыслительных» экспериментов, рассуждения по индукции и аналогии, построение «возможных миров» и т. д. Информационной базой подобной деятельности является уже не информация о предметных областях, выраженная в виде элементарных высказываний, а метаинформация, включающая общие знания, знания об информационных системах. В системах обработки метаинформации знания начинают порождать знания достаточно автономно от своих создателей. Как и в «третьем мире» К. Поппера, их «обитате-

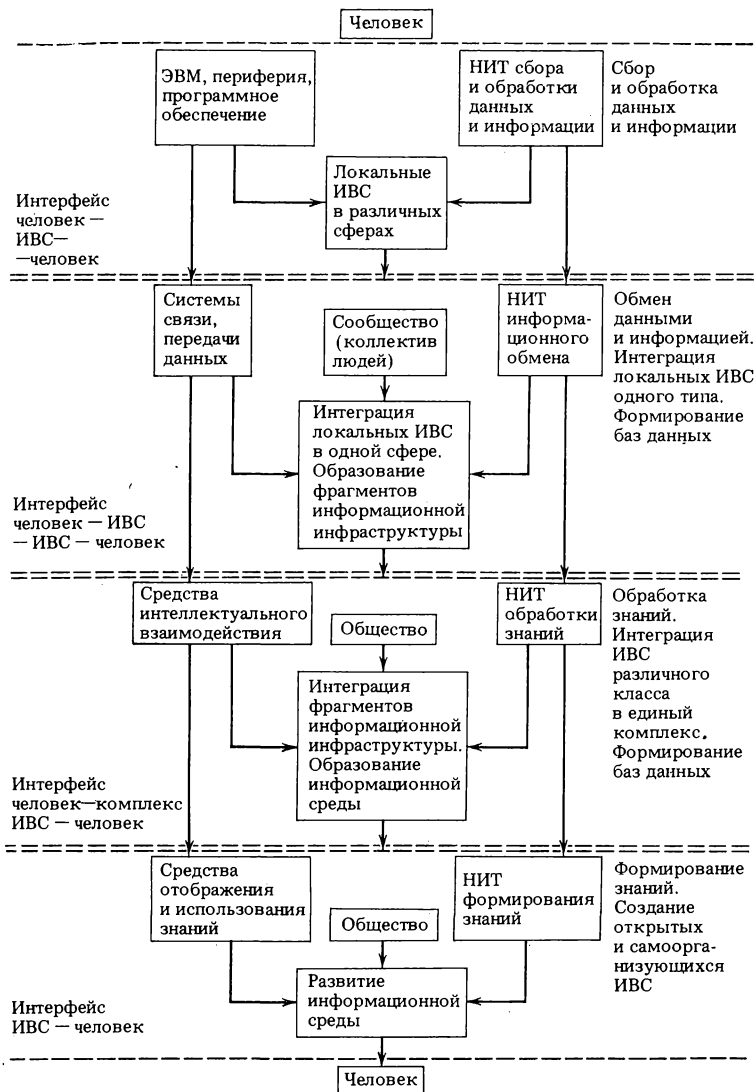


Рис. 3. Динамика развития ЗС-технологии и формирования информационной среды

лями» будут теоретические системы, проблемы, проблемные ситуации и критические рассуждения. Однако в отличие от «третьего мира» они будут активно существовать и оказывать возрастающие обратные воздействия на людей.

Три типа коммуникаций характерны для информационного общества: коммуникации между людьми, коммуникации между людьми и информационными системами и коммуникации между системами. Чтобы все интерфейсы были эффективны и дополняли друг друга, для всех компонент информационной сети станут обязательными следующие требования: способность к общению и пониманию, открытость и адаптивность, умение действовать в условиях неполноты и возможной противоречивости информации.

В заключение остановимся на некоторых выводах, которые в определенной мере определяют принципы управления научно-техническим прогрессом в области информатизации общества в условиях второй научно-технической революции. Напомним, что в рамках предложенной в начале работы периодизации второй НТР мы находимся на ее втором этапе — этапе революционных скачков.

1. Высокий уровень общественного материального производства и высокая степень его автоматизации — основные предпосылки осуществления программы информатизации общества. Как отмечал А. А. Харкевич, потребность общества в информации пропорциональна квадрату национального продукта.

2. Внедрение новых информационных технологий обеспечивает максимальное использование информационного потенциала общества. Под информационным потенциалом понимается социально значимая информация, содержащаяся во всех действующих в обществе информационных системах, включая и отдельных членов общества; она может быть использована для принятия социально значимых решений. Идея В. М. Глушкова об информационных барьерах указывает на связь информационного потенциала с информационной технологией, поскольку последняя определяет возможность решения в практически осмысленные отрезки времени таких задач, как задачи политического, экономического и военного управления, защиты окружающей среды, долгосрочного планирования и прогнозирования и т. д.

Развитие собственной технической базы для новой информационной технологии становится обязательным условием обеспечения национальных интересов и национального суверенитета.

3. Быстрый научно-технический прогресс в условиях НТР приводит к резкому сокращению сроков реализации новых научных идей и результатов, что приводит к сокращению жизни технических средств и их морального цикла. Поэтому целесообразно стимулировать научные исследования во всех направлениях и стремиться к «равномерной» реализации результатов за счет сбалансированной политики капиталовложений и отказа от чрезмерных усилий только в одном направлении. Это позволит как-то компенсировать сложность прогнозирования научно-технического развития и не «прозевать» рынков в новых направлениях.

4. Для информационного обеспечения управления научно-техническим прогрессом необходимы принципиально новые информационные системы — так называемые центры анализа информации, основной задачей которых должно стать прогнозирование наиболее перспективных направлений развития информационных технологий.

5. Следует отметить особую роль микроэлектроники в течение ближайших десятилетий. Во-первых, она позволяет разработать средства ВТ, удобные для конечных пользователей и обеспечивающие эффективный интерфейс «биосистема (человек) — техническая система (персональный компьютер, периферия и средства связи)». Во-вторых, она является основой для создания супер-систем огромной производительности, ориентированных на хранение и обработку больших массивов данных и знаний.

Микроэлектроника позволяет создать «посредника» между человеком и сверхбольшой интеллектуальной информационной системой.

6. Одним из способов получения дополнительных материально-технических ресурсов для развития технической базы является использование интеллектуального потенциала советских программистов: продажа отечественных программных продуктов, соответствующих мировым стандартам, на мировом рынке могла бы дать значительные материальные средства, обеспечить активное участие СССР в международном разделении труда в области информатики.

7. Наиболее перспективным направлением развития новой информационной технологии в ближайшее время

представляется технология банков данных, осуществляющих не только оперативное информационное обслуживание систем управления различных уровней, но и информационное обеспечение научных исследований, систем автоматизации проектирования, экспертных систем и т. д.

В технологическом плане на передний план выдвигается организация взаимодействия между индивидуальными и большими автоматизированными банками данных.

8. Существенную роль в ускорении научно-технического прогресса призвана сыграть система образования и особенно система профессиональной подготовки и переподготовки кадров. В условиях быстрой смены технических средств чрезвычайно важно усвоение и понимание фундаментальных принципов работы современных информационных систем, основанных на дискретном представлении всех видов информации и алгоритмическом характере манипулирования дискретными знаковыми системами. Микроэлектроника и микрокомпьютеры позволяют создать дешевые общедоступные технические средства обучения, столь же обязательные, как и обычные школьные учебники. Обучение и переобучение должны стать обязательными компонентами любого общественно полезного труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Борщев В. Б.* ПРОЛОГ — основные идеи и конструкции // Прикладная информатика/Под ред. В. М. Савинкова. М., 1986.
2. *Воробьев Г. Г.* Проблема документальной информации // Кибернетика и документалистика. М., 1966.
3. Данные в языках программирования. М., 1984.
4. Народное хозяйство СССР в 1975 г.: Стат. ежегодник. М., 1976.
5. Народное хозяйство СССР за 60 лет: Юбил. ежегодник. М., 1977.
6. *Синягов А. А.* Проблемы механизации и автоматизации управленческого труда. М., 1981.
7. Требования и спецификации в разработке программ. М., 1984.
8. *Элти Дж., Кумбс М.* Экспертные системы: концепции и примеры. М., 1987.
9. AFIPS. Office Automation Conference. Huston, 1981.
10. Business Week. 1983. Vol. 11, N 218. P. 58.
11. Chemical Economy and Engineering Review. Japan, June 1986.
12. Computer design. 1983. Vol. 22, N 10.
13. Computer weekly. 1985. Vol. 1984. N 10.
14. Datamation. 1986. Vol. 33, N 6.
15. Datamation. 1986. Vol. 32, N 15.
16. Datamation. 1986. Vol. 33, N 5.
17. Electronics. 1987. Vol. 60, N 4.
18. Electronics. 1986. Vol. 59, N 20.
19. Electronics. 1986. Vol. 59, N 32.

20. *Electronic Design*. 1983. Vol. 31, N 17.
21. *Electronics Week*. 1985. Vol. 58, N 23.
22. *Financial Times*. 1985, July 16.
23. *Goldstein I.* Experiments with PLE // 1984 Office automation conference digest. AFIPS Press, 1984.
24. *High technology*. 1986, July.
25. *IEEE Expert*. 1986. Vol. 1, N 4.
26. *Kozo Sugiyama.* Towards developing a framework for information and technology-based innovation: 3C technological innovation // Working paper of IIASA. Laxenburg, 1982.
27. *New technology*. 1985. Vol. 19, N 19.
28. *New scientiest*. 1987. June 25.
29. *Microelectronics monitor*. 1986. N 19. July-September.
30. *Office*. 1985. Vol. 101, N 2.
31. *Sutcliffe J. R.* The Importance of productivity in the office // *Information and records management*. 1981. Vol. 15, N 8.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ И НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ¹

М. В. АРАПОВ

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Этими словами чаще всего обозначают синэнергетический эффект одновременного использования в информационной деятельности ряда аппаратных и программных средств. Взятые порознь, эти средства (за отдельными исключениями) не столь уж и новы. Поэтому понять, в чем новаторский смысл этих технологий, лучше на примере, который сразу помещает их в нужный нам контекст информационного обеспечения фундаментальной науки.

Речь пойдет о создаваемой в настоящее время в Западной Европе информационной сети Euromath [17]. С инициативой создания этой сети выступил Европейский математический совет — неправительственный орган, в котором представлены математические общества региона. Предполагается, что с началом ее эксплуатации в 1988—1989 гг. европейские математики станут за определенную плату получать в сетевом режиме ряд услуг. Среди этих услуг — поиск в документальных и фактографических базах данных, подготовленных как в рамках самой системы, так и в других информационных центрах. Кроме литературного источника, математик, используя свой персональный компьютер или терминал сети, сможет получить справку о профессиональных интересах своих коллег, месте их работы, способах установить с ними контакт и т. д.

Другой тип услуг — электронная почта и проведение телеконференций. С помощью электронной почты математик сможет направить текст своей статьи или доклада коллегам, работающим в данной области, или дать возможность желающим ознакомиться с его результатами, поме-

¹ Данная статья — результат обсуждения с В. Б. Борщевым, которому автор выражает глубокую признательность, проблемы коммуникации в науке. Повторение некоторых мыслей, высказанных В. Б. Борщевым, в частности, в статье [2], которая отражает иную точку зрения в этом диалоге, было практически неизбежным; отдельных ссылок для экономии места мы не делаем.

стив соответствующее соображение в раздел памяти своего персонального компьютера, открытый для доступа других пользователей. Это решает, наконец, проблему «избирательного информирования» коллег. Известный до сих пор способ подобного информирования — публикация препринтов — не был особенно удачным.

Еще более широкие возможности открывают телеконференции. Одна из этих возможностей — непрерывный семинар, к которому может подключиться любой абонент сети. Познакомившись с предшествующими выступлениями и записями на «электронной доске», он подает свои «реплики», делает сообщения и т. п. Таким же образом могут происходить заседания редколлегий электронных и обычных журналов. Наконец, у такой «доски» могут собираться коллективы соавторов. При этом подчеркивается, что телеконференции ни в коем случае не заменяют обычных встреч. Речь идет не об экономии средств, а о том, чтобы использовать эти средства и время математиков наиболее эффективно, тщательно подготавливая личную встречу с помощью заочных конференций.

Третий тип услуг — услуги по подготовке и изданию рукописей. Дешевые принтеры персональных компьютеров не удовлетворяют специфическим требованиям математиков. Но если ввести необходимую стандартизацию (проект ее сейчас разрабатывается), то для вывода на печать математических текстов, помещенных в память ЭВМ, можно будет использовать совершенные принтеры коллективного пользования (например, лазерные). По подсчетам американских специалистов [15], использование таких принтеров даст возможность вообще отказаться от тиражирования книг: печатание по индивидуальному заказу работы в 300 страниц обойдется заказчику в 15—20 долларов.

Вероятно, создание сети пробудит интерес профессиональных математиков к такому детищу искусственного интеллекта, как система автоматического поиска доказательств. Сейчас на смену системам, которые были способны проверить выводимость теоремы из заранее выбранного набора аксиом, приходят гораздо более гибкие «рассуждающие» системы. Такая система [3; 5] способна определить, каких данных недостаточно для получения желаемого результата, и подсказать, как изменить саму аксиоматику, чтобы получить нужное следствие.

Мы привели, конечно, не исчерпывающий, но достаточно представительный список новых информационных

технологий. Каков же ожидаемый эффект их использования?

Создатели системы считают, что речь идет о значительном изменении самой среды, в которой работают математики. «Euromath предназначается не для того, чтобы облегчить математикам общение на привычном уровне, но, резко расширив их коммуникативные возможности, открыть путь для реализации их далеко не исчерпанного творческого потенциала» [17. С. 157]. Никто при этом, конечно, не надеется, что адаптация к новой среде произойдет быстро и безболезненно. Как шутливо замечает автор публикации, абоненты системы еще не скоро отвыкнут записывать лучшие свои идеи на старых конвертах.

Для нас Euromath, с одной стороны, достойный подражания пример. Сложившаяся в СССР система научных коммуникаций нуждается в коренном улучшении, что должно стать основной задачей специального научного центра (Академинформа). С другой стороны, появление такой системы — это предостережение. На наших глазах под влиянием новых информационных технологий происходят глубокие изменения в информационной среде науки. В этой среде возникают «замкнутые контуры», в которых идет оживленный обмен идеями. Чтобы подключиться к таким контурам, нужно преодолеть не только технические трудности. Но оставим пока в стороне этот аспект проблемы и спросим себя, в чем суть ожидаемых изменений.

Ответ на этот вопрос — по необходимости предварительный и частичный — мы и предполагаем дать в данной статье. Чтобы достичь поставленной цели, нам придется выделить инвариантные свойства системы коммуникаций в науке, противопоставив эти свойства преходящим формам, в каких она осуществляется. Но для этого поясним, что мы имеем в виду под информационной средой науки.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА НАУКИ

Выступая на семинаре, научной конференции, предлагая для публикации свою статью, исследователь инициирует некое «возмущение». Иногда это «возмущение» приводит в конечном итоге к изменениям в материальном мире — к появлению нового продукта, технологии, улучшению (или ухудшению) природной среды, — но в любом случае оно трансформирует сложившуюся в нашем сознании картину мира — наш тезаурус. Изменение может

быть ничтожным или значительным. Ю. В. Татаринов предложил в [12] оценивать фундаментальность научного результата именно масштабами провоцируемого им изменения в картине мира.

Но сейчас нас интересует не результат, а механизм распространения возмущения, — та среда, которая поглощает одни возмущения и усиливает другие. Концепция информационной среды впервые была предложена Ю. А. Шрейдером [13], который справедливо рассматривает информационную среду не только как проводник, но и как активное начало, воздействующее на исследователя. Помещая в эту среду результаты своего исследования, ученый ждет отклика, оценки как своего личного вклада, так и перспектив развиваемого им направления. Эта оценка может иметь форму ссылок на публикации, приглашения печататься в журналах и выступать на конференциях, наконец, научных премий, степеней и почетных званий. Информационная среда изучалась во многих аспектах. Из них стоит выделить следующие три.

Во-первых, как одна из сторон научной деятельности. Ученый при этом рассматривался как участник коммуникационного процесса, т. е. в основном с точки зрения своей способности представить личное знание в той форме, в какой это знание может быть отчуждено, т. е. в форме информации. А восприняв информацию, вновь превращать ее в свое личное знание.

Во-вторых, как система исторически сложившихся форм коммуникации, включая различные типы публикации, каналы их распространения, многообразие отношений между каналами и публикациями.

В-третьих, как созданная всем обществом информационная инфраструктура, позволяющая осуществить коммуникативную деятельность в масштабах, соответствующих уровню развития науки в этом обществе: издательства, библиотеки, информационные центры, банки данных и т. п.

Упомянутые выше «разрезы» информационной среды и в особенности последние два стали предметом анализа авторов известной монографии [8], а более или менее законченное выражение этот подход нашел в работе [9], посвященной тому, что они назвали «системой научных коммуникаций».

Но сама наша задача — прогнозировать развитие информационной среды в новых условиях, связанных с теми аспектами технологической революции, которые мы

обсуждали в первом разделе, — заставляет нас подойти к изучению этой среды с несколько иной точки зрения по сравнению с рассмотренными. Примерно с той же, с которой этнограф или социальный психолог подходит к исследованию культуры, пытаясь выделить в ней основные нормативы, которыми руководствуются — может быть, даже неосознанно — ее носители [9].

Пример такого норматива — *publish or perish* (публикуйся или погибай). Этот принцип интересен как один из немногих осознанных научным сообществом принципов поведения в информационной среде. Сама его формулировка полемически заострена, поскольку отражает конфликт доведенного до крайности норматива общения с нормативами другого рода — этическими. Остановимся на этом конфликте несколько подробнее.

В последнее время принцип «публикуйся или погибай» вновь привлек к себе внимание в связи с делом Джона Дарси [10, 11]. Молодой исследователь — в 1981 г., когда разразился скандал, ему было 33 года, — загруженный работой в клинике медицинского факультета Гарвардского университета, сумел за три года, предшествующих его разоблачению, опубликовать с 47 соавторами свыше 100 работ, 18 из них — «полноразмерные» научные статьи, остальное — доклады, главы в монографиях, заметки, рецензии, сообщения и т. п. В 1981 г. он, уступая нажиму, признался, что подделал результаты одной из своих работ, где речь шла о семейной предрасположенности к редкому сердечному заболеванию, а затем рассказал, что допускал подтасовки и в других своих публикациях.

История вызвала большой резонанс. Достоянием гласности стали многие случаи, когда администрация научных учреждений оказывала давление на исследователей, чтобы те получали результаты быстро и как можно чаще выступали в печати. Наличие публикаций облегчало администрации получение ассигнований на исследовательские работы из правительственных и частных фондов. Поддаваясь этому давлению, исследователи сообщали о полученных результатах, «нарезая информацию тонкими ломтями» (*salami effect*), т. е. публикуя несколько работ там, где было бы достаточно одной, дублируя публикации, выступая с одними и теми же докладами на нескольких конференциях и т. д.

Среди потока публикаций, протестующих против снижения этического стандарта науки, особое место зани-

мает статья Стюарта и Федерера в журнале «Нейчер» [16], которая сама получила неоднозначную оценку. Проанализировав работы виновника скандала, авторы статьи нашли в них огромное число чисто формальных несообразностей, которые должны были броситься в глаза рецензентам и редакторам, даже если бы они не были специалистами в той узкой области, в которой работал Дарси. Так, в одной его публикации, где приводится родословная семьи, отягченной наследственным заболеванием, у семнадцатилетнего юноши оказывается четверо детей (старшему 8 лет), в других содержание таблиц и рисунков не соответствует комментариям в тексте, статистическая надежность данных была недостаточна для обоснования выводов, и т. п. В условиях сильной конкуренции научно-исследовательских учреждений, когда нет времени и средств повторять чужие эксперименты, такие несообразности все чаще проходят незамеченными.

Бурю негодования вызвал прозрачный намек Стюарта и Федерера, что такая же нечестность может скрываться за аналогичными небрежностями, которые допускают другие исследователи. Статья [16] была опубликована после длительных проволочек в сопровождении редакционного комментария и — отдельно — редакционной статьи, в которой журнал отмежевался от наиболее острых выводов авторов.

Однако большинство выступлений в развернувшейся дискуссии показало, что в современной науке престиж ученого иногда в большей степени зависит от того, насколько часто он выступает в печати, чем от того, что он при этом говорит. Норма «публикуйся» вступает в конфликт с важнейшим этическим принципом, который американский социолог науки Г. Цукерман сформулировала в виде парафразы евангельского текста «... и не введи в заблуждение коллег своих» (цит. по [14]).

«Публикуйся или погибай», как и другие нормативы, не обладает принудительной силой. Г. Кавендиш (1731—1810), например, не опубликовал при жизни ни одного из своих замечательных результатов. Его поведение не вызвало подражания, осталось обособленным примером ненормального поведения, но никто Кавендиша не «исключал из науки».

Но можно не только уклониться от следования нормативу, можно следовать противоположному по смыслу нормативу. Примеры таких противопоставленных нормативов будут рассмотрены. Нормативы образуют иерархиче-

скую структуру, которая представляется нам более устойчивой, чем конкретные формы коммуникативного поведения исследователей. Поэтому попыткам предвидеть изменения в формах коммуникативного поведения должно предшествовать выявление нормативов и связей между ними.

НОРМАТИВЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ

В научном сообществе нормативы, о которых идет речь, редко служат предметом обсуждения. Для ученого эти принципы существуют не в дискурсивной форме, а как сумма поведенческих актов, которым подражают. Их обсуждение становится неизбежным лишь тогда, когда наука собственными средствами уже не в состоянии решить свои коммуникативные проблемы, а вынуждена искать помощи у общества в целом.

Трудно ожидать, чтобы поведение такого огромного коллектива, как научное сообщество, даже если ограничиться (как мы это собираемся сделать) фундаментальной наукой, было абсолютно последовательным. Поэтому и для описания этого поведения следует стремиться к ограниченным целям: очертить пространство альтернатив, открывающихся перед ученым, и выделить те из них, которые принимаются в качестве основных, в противоположность действующим в особых условиях или реализуемым отдельными членами сообщества. Основные нормативы мы называем принципами информационной среды.

Принцип 1. Каждое научное достижение — достояние всего научного сообщества. Ученый, выполнив исследование, которое представляется ему достойным публикации, помещает сообщение о нем в информационную среду, не ожидая, как правило, материальной компенсации за свое достижение.

Гонорар за публикацию — вознаграждение не за научную, а за информационную работу: представление полученных результатов в форме, наиболее соответствующей их научному содержанию, — в виде статьи, монографии, справочника и т. д. В нашей стране, как и во всем мире, размеры гонорара за научную публикацию (если он вообще выплачивается) предельно сблизились с оплатой за другие формы информационной деятельности — реферирование, составление обзоров и т. п. Такое положение, конечно, ненормально, поскольку явно нарушает принцип оплаты по труду: написание научной статьи требует

от ученого гораздо больших усилий, чем любой вид аналитико-синтетической обработки информации.

Что же можно рассматривать как справедливую компенсацию за авторский труд? В соответствии с традицией, уходящей корнями в европейскую историю, наука — это диспут. Почетно само участие в нем. Состязательный характер науки подчеркивает система научных званий, степеней, премий и наград. Участвуя в «турнире идей», ученый утверждает себя как личность. Он мыслит свою деятельность скорее в категориях личной победы или поражения, чем в категории источника доходов.

В коммерциализованном мире фундаментальная наука остается архаичным островком, где основной производимый продукт — новое знание — не имеет определенного денежного эквивалента. Его производители проявляют упорное желание рассматривать свою заработную плату не как вознаграждение за труд, а как выплачиваемое им содержание. Подлинным вознаграждением для ученого остается признание научным сообществом его имени, его вклада в науку.

Поэтому получившее столь широкое распространение у нас (и не только у нас) фальсифицированное соавторство, когда работу чуть ли не в обязательном порядке подписывает, кроме автора, его руководитель, вспомогательный персонал и вообще любое лицо, способное настоять на включении себя в соавторы, не только аморально, но и приводит к инфляции единственной валюты, которой может быть оплачено творчество. Стюарт и Федер [16], осуждая подобное явление на Западе, остроумно пишут об институте «почетных авторов».

Функционирование такого «глобального диспута», как наука, было бы невозможно, если бы исследователь использовал только свои личные ресурсы. Даже тогда, когда основным средством научной коммуникации была переписка (вспомним хотя бы одиннадцать томов переписки М. Мерсенна (1588—1648)), она не была вполне личной: письма частично или полностью копировались, распространялись и обсуждались среди коллег. С возникновением научных журналов в XVII в. роль научного сообщества в организации научных коммуникаций еще более возросла. И чем сложнее становилась система каналов этой коммуникации, тем в большей степени отдельный исследователь должен был полагаться на помощь извне.

‡ В принципе ученый обращается ко всем, кто способен его понять, но на практике сообщение распространяется

сначала в его «ближайшей окрестности» и лишь постепенно, со скоростью, зависящей от многих причин, — дальше по информационной среде.

Норматив «публикуйся» может вступить в противоречие с другими нормативами и принципами, не обязательно относящимися к коммуникативному поведению ученого. Но, пытаясь найти особые мотивы, которые заставляли И. Ньютона постоянно откладывать публикацию своих работ, объяснить молчание Г. Кавендиша или нежелание Г. Гаусса предать гласности свои изыскания в области неевклидовой геометрии, историки науки лишь подтверждают универсальность самого норматива.

С точки зрения изучения информационной среды интерес представляют не случайные отклонения от него, а существование противоположного норматива, когда научное знание расценивается как имеющее материальный эквивалент и рассматривается как личная или групповая собственность.

Удивительно зыбкая граница разделяет сферы, в которых доминируют два эти противоположные норматива: расшифрованная химическая структура гормона не принадлежит никому, но биотехнологический способ его получения — фирменный секрет. Алгоритм решения задачи публикуется, но принимаются меры, чтобы защитить от несанкционированного использования программу, реализующую тот же алгоритм. Информационная среда медицинской науки была до недавнего времени устроена по тому же принципу, что и среда фундаментальной науки, но, как об этом свидетельствует, например, история публикации данных о первой в мире пересадке искусственного сердца [6], там идет быстрый процесс коммерциализации.

Принцип 2. Долг ученого найти адекватную литературную форму для описания своего достижения. Мы используем здесь слово «адекватное» в смысле «максимально способствующее выполнению принципа 1». Т. е. имеем в виду, что исследователь выбирает такую форму сообщения (или, может быть, поочередно использует несколько форм: сообщение на узком семинаре, доклад на представительной конференции, научная статья, монография и т. п.), которая помогает довести существо его работы до всех, кто может дать ей квалифицированную оценку и использовать в своей профессиональной деятельности.

Каждый из сложившихся в современной науке «литературных жанров» — доклад, статья, диссертация, монография и проч. — имеет свою стилистику, свою историю

и особенности, связанные с традицией отдельной науки. В общем достойно сожаления, что переход от «малой науки», когда автор был в состоянии представить себе аудиторию, к которой он обращался, к «большой», когда эта аудитория для него безлика, не сопровождался осознанием, что изложение научного результата — это искусство и как таковое должно всемерно культивироваться. Этому искусству следовало бы учиться с помощью специальных приемов.

Увы, обучение ведется исключительно на примерах, путем подражания образцам (причем не всегда лучшим). Там, где это возможно, найденные образцы канонизируются, и статьи начинают писаться по трафарету: постановка задачи, обзор работ предшественников, описание эксперимента, способ обработки полученных данных и т. д. В науках, где использование шаблона невозможно, в частности в некоторых социальных, случается, что форма «преодолевается» не за счет ее тиражирования, а за счет разрушения. Работы приобретают вид внутрисеминарской полемики с использованием придуманной ad hoc терминологии, юмора, понятного узкой группе посвященных, и проч. В своих крайних проявлениях «борьба с формой» приводит к появлению непишущих ученых, результаты которых становятся известны нам чаще всего из работ их учеников и коллег.

Противоположный норматив состоит в том, что ученый переключается на заботы, связанные с оповещением о своих результатах, на плечи общества. Такой подход нередок там, где результат воплощен в каком-либо предмете или конкретном умении. В этом случае публикация — это заявка на авторство, составление которой поручается научному учреждению или фирме, или пособие для потребителя. Так, на Западе возник институт «научных и технических писателей», которые (часто по поручению фирмы) берут на себя задачу описания достижения. Если речь идет о сложном программном продукте, то услуги технического писателя необходимы. Никто из разработчиков, как правило, не в состоянии отождествить себя с его пользователем и с точки зрения последнего описать возможности и способ работы с таким продуктом. Для этого нужен профессиональный навык. Зарубежная литература о научных и технических писателях огромна; в последнее время и у нас стали осознавать необходимость в специалистах такого рода [1].

Но в целом тот же процесс пошел у нас в несколько ином направлении: необычайно возросла роль научного редактора, который в некоторых (но неверно было бы сказать «отдельных») случаях просто переписывает за автора представленный последним текст. Улучшает ли такое вмешательство публикацию или нет, зависит от квалификации редактора, но безусловно оно негласно «размывает» сформулированный норматив.

Принцип 3. Информация поступает в среду квантами. Если бы мы стремились сократить число самостоятельных нормативов, то данный можно было бы считать логическим следствием предшествующего: существование законченной литературной формы у научной работы уже подразумевает ее замкнутость.

Эта замкнутость приводит к очевидному противоречию между непрерывностью исследовательского процесса и дискретностью потока сообщений об исследованиях. Подобное противоречие — сила, определяющая эволюцию научной коммуникации в сторону возрастающего разнообразия форм. Публикуя статью, автор пытается учесть возражения своих оппонентов, высказанные во время доклада, в монографии — устранить изъяны изложения в статье. Но и эти средства недостаточны для ученого, который часто мечтает о том, как бы отозвать опрометчивую публикацию. Исправления и дополнения, идущие вдогонку опубликованной работе, сноски, включаемые в текст на последних стадиях издательского процесса, появляются (несмотря на все препятствия, которые воздвигают на их пути) даже в отечественных публикациях.

Одно время казалось, что преодолеть жесткую «квантированность» научной информации поможет институт обмена препринтами. Из-за бюрократических препон и слабости полиграфической базы этот институт не получил у нас достаточно широкого распространения, но и на Западе, где препринт превратился в еще одну форму публикации, его судьба показывает, что надежды были необоснованны.

По своей сути научная работа не монолог, а «свернутая» запись научного диспута. Автор воспроизводит воображаемые вопросы и свои ответы, адресованные, вообще говоря, разным аудиториям. Одной интересна лишь постановка вопроса и суть решения, другой — использованный метод, третьей — нужно детальное описание всей работы. Необходимость «квантировать» информацию приводит к тому, что вместо разнесенной во времени последо-

вательности вопросов и ответов возникает сложная иерархическая структура. При этом второстепенные детали выносятся в дополнения, появляются сноски (в которые, случается, и «природу загоняют»), ссылки на литературу, которые лишь очень терпеливому читателю позволяют восстановить ход диспута, развертывающегося в сознании автора.

Ссылками научная работа «прорастает» в другие тексты, преодолевая в какой-то мере свою дискретность. Фактически научная работа опирается на сгенерированную автором *ad hoc* документальную и (или) фактографическую базу данных. Причем эту базу автор должен в какой-то форме разместить в пределах жестко ограниченного объема.

Принцип 4. Каждое новое научное сообщение учитывает все релевантные сообщения, предшествующие ему во времени. В сущности, этот норматив — конкретизация требований к упомянутой выше базе данных. Ясно, что он реализуется только тогда, когда выполняется первый из приведенных нормативов: недоступность сведений (в том числе недоступность по экономическим причинам) аннулировала бы требование учитывать их. Понятно также, насколько существенна «квантированность» научной информации: если пространственные и временные границы сообщения не обозначены, то ссылка на него носит неоднозначный характер.

Реализация данного норматива предполагает также существование архива науки. Быть хранилищем, депозитарием научных результатов — обычно в форме научных документов — одна из важнейших функций информационной среды. Для описания этой функции естественно воспользоваться метафорой банка научных результатов. Банк этот — «распределенный», документы и факты хранятся во многих местах и во многих экземплярах. Он обладает довольно сложной структурой, обеспечивающей его функционирование: ввод в него документов, хранение, поиск. Архив не может функционировать эффективно, если нет системы оповещения участников коммуникации о новых документах и средствах поиска в архиве. Советская наука несет, в частности, серьезный ущерб из-за того, что в страну поступает не более половины мирового потока научно-технической информации, а реферруется не более четверти.

Однако стремление бескомпромиссно следовать принципу «полной осведомленности» приводит ученого к конф-

лику. Как невозможность справиться с формой приводит к появлению «молчальников», так невозможность полной осведомленности — к появлению «нечитающих» исследователей (на другом полюсе накапливаются «эрудиты», которым уже не хватает ни времени, ни смелости вести собственные разработки).

Действие норматива «полной осведомленности» стимулирует также поиски обобщений, систематизацию накопленных в науке результатов, глубокое эшелонирование архива науки [7].

Естественное старение научных публикаций переднего края (статей)— результат, в первую очередь, перенесения основного их содержания в монографии, учебники и справочную литературу, т. е. в следующие эшелоны. Но смерть научной публикации может быть и «насильственной». Ее вытесняют публикации, содержащие конкурирующие результаты или идеи, она утрачивает актуальность в связи с изменением научной парадигмы.

Антитеза сформулированного принципа 4 — это программа отрицания одной школой или направлением достижений соперников. То, что во «время оно» сторонники «мичуринского учения» цитировали исключительно своих единомышленников, не кажется странным. Но весьма прискорбно, что до сих пор теоретически обосновывается и практически проводится в жизнь точка зрения, согласно которой для советских обществоведов представляет интерес лишь незначительная часть зарубежной литературы².

Принцип 5. Взаимное доверие исследователя и информационной среды. Научное сообщество доверяет автору в том, что касается содержания его работы, отказываясь от «входного контроля». Проверка начинается, когда сообщение попало в информационную среду. Тогда становится возможным сопоставлять высказанные в нем утверждения с опытом, пытаться их подтвердить или опровергнуть.

Автор, со своей стороны, доверяет научному сообществу в том, что связано с «коммуникативными достоинствами» его труда. Идеальный, с нашей точки зрения, рецензент занимает позицию не по отношению к содержанию работы; он определяет, соответствует ли ее литературная форма этому содержанию (второй принцип) и обладает ли она новизной (четвертый принцип). Такой рецензент —

² «Каковы же методологические принципы научно-информационной деятельности в области общественных наук? Важнейшим из таких принципов является принцип выборочности» [4. С. 34].

мы имеем в виду рецензентов в широком смысле, включая в их число и руководителя семинара, и организатора конференции, и редакционную коллегию журнала, — играет роль фильтра, препятствующего «отравлению» информационной среды науки непонятными или вторичными сочинениями.

Конечно, не так уж часто встречаются идеальные рецензенты, способные уловить существо работы, составить мнение о ее новизне и указать автору на логические скачки, неясности, наметить лучшие пути изложения и при этом не вступать с ним в полемику по существу рассматриваемого вопроса. Недостаток благожелательных рецензентов не способствует укреплению принципа доверия. Не способствуют этому и упоминавшиеся уже попытки фальсифицировать научные результаты, против которых современная наука практически беззащитна.

Автор не только хотел бы донести до научного сообщества существо своего достижения, игнорируя форму, так же он хотел бы избежать любого, даже формального «входного контроля» на границе информационной среды, обращаясь через голову рецензента и редактора непосредственно к тем, — может быть, очень немногим, — кто способен понять его труд. В роли читателя, вынужденного продирааться сквозь чащу плохо написанных текстов или тратить время на анализ работ, которые не содержат в себе ничего нового, он, конечно, сторонник самых строгих фильтров, но сам бы хотел их обойти. Это не только обычная человеческая слабость: формирование новых научных направлений со своим языком, со своими представлениями о релевантности публикаций постоянно ставит под сомнение компетентность рецензентов. Диалектика принятия контроля среды и стремления избежать его — один из факторов, который вызывает появление в жизни все новых научных форумов — семинаров, обществ, журналов — и разрушение существующих.

Сформулированные выше пять принципов не исчерпывают всего запаса нормативов, определяющих отношение ученого к информационной среде, но позволяет перейти к следующей задаче — синтезу возможных сценариев изменения этого отношения в связи с появлением новых информационных технологий.

СЦЕНАРИЙ ИЗМЕНЕНИЙ

Мы рассмотрим два сценария. Предусматриваемые нами изменения будут иметь в определенном смысле противоположную направленность. Сценарий I основан на предположении, что внедрение новых технологий приведет к резкому росту информационных ресурсов при сохранении их общедоступности. Наоборот, согласно сценарию II, одновременно с ростом информационных ресурсов и осознанием их ценности снизится и степень их обобществления.

Сценарий I: информатизация. Если понимать информатизацию не чрезмерно узко, т. е. исключительно как насыщение общества средствами связи и вычислительной техники, а задать вопрос, какой цели должны служить эти средства, то напрашивается ответ: они нужны, чтобы увеличить в обществе количество знания, существующего в отчужденной форме. Т. е. в такой форме, в которой это знание в кратчайшие сроки и с минимальной затратой сил может быть предоставлено всем, кто в нем нуждается. Информация и есть такая превращенная форма знания, в которой оно отчуждено от добывшего его индивида, структурировано, записано на известном в данном обществе языке.

Сценарий I опирается на предположение, что в информационной среде фундаментальной науки по-прежнему действует первый из выделенных принципов — бескорыстное желание отстаивать в открытом диспуте свою точку зрения. Оно является основным мотивом деятельности ученого, а всякое техническое новшество оценивается с точки зрения повышения эффективности этого диспута. Сейчас ведению такого диспута мешает длительный издательский цикл, сложность установления неформальных контактов между учеными, необозримость накопленного архива науки. Описывая возможности системы «Euromath», мы перечислили часть средств, которые если не ликвидируют эти препятствия, то по крайней мере ослабляют их влияние.

Второй принцип — жесткие требования к литературной форме сообщения — вполне согласуется с программой информатизации. Более того, в рамках этой программы должна поощряться стандартизация научных текстов. Идеальным было бы непосредственно включать такие тексты в базы данных. Распространение персональных компьютеров с развитым программным обеспечением в

принципе позволит осуществлять не только поверхностное редактирование и форматизацию текста, но и решать более сложные задачи³. Специальные пакеты прикладных программ могли бы помочь автору в выборе плана и композиции работы, подборе аналогичных текстов для сравнения, наконец, даже в генерации стандартных фрагментов, относящихся, например, к описанию метода и результатов статистической обработки данных. С помощью тех же средств мог бы осуществляться и контроль за используемой автором терминологией, наличием признаков, позволяющих информационно-поисковым системам адекватно классифицировать текст, и т. д.

Конечно, появление таких мощных средств не способно все же ликвидировать противоречие между принципиально новым содержанием и стандартизированной формой научного текста. Пожалуй, оно даже обострит это противоречие. Но принципиальная новизна не так уж часто встречается.

Нисколько не противоречит тенденции к информатизации «квантированность» научных сообщений. Наоборот, можно ожидать уменьшения порций, которыми информация поступает в информационную среду, упрощения внутренней структуры научных сообщений. Поскольку с электронизацией бумага перестает быть лимитирующим фактором, возможной становится публикация одной и той же работы в нескольких вариантах, предназначенных для разных аудиторий и (или) для помещения в различные базы данных. На этом этапе исчезает различие между полной и свернутыми версиями одного документа, причем сжатое изложение (реферат) во времени может предшествовать полному. Потребитель получает принципиальную возможность выбора версии. Неудовлетворенный одной версией, он переходит к другой, от сокращенной — к полной или наоборот.

Новые информационные технологии позволяют радикально решить вопрос с той базой данных, на которую опирается публикация: приводить, например, не ее самое, а способ ее сгенерировать. В простейшем случае способ генерации — запрос к документальной базе данных, выдача на который совпадает с традиционной пристатейной библиографией (или близко к ней). Иллюстрации за-

³ Влияние феномена «персонализации» обработки информации на информационную среду специально рассмотрено в статье В. Б. Борцева [2].

меняются программами, позволяющими воссоздать их средствами машинной графики, текст дополняется моделями описываемых процессов, допускающими эксперименты с ними.

Наконец, отпадет необходимость во «входном контроле»: выполнение требования вписаться в существующие базы данных снимет вопрос о выборе адекватной литературной формы научного сообщения, а явное задание способа генерации базы данных позволит самому читателю (а не рецензенту) составить мнение об обоснованности претензий автора на новизну. Одновременно сомнительной становится сама концепция научного журнала как организатора коммуникативного процесса; журнал постепенно становится неотличимым от специализированной (проблемно-ориентированной) базы данных.

Основной недостаток сценария I в том, что сама цель — информатизация — априорно задана, а исторически сложившиеся нормативы информационной среды и появляющиеся на наших глазах технические средства лишь проверяются на соответствие этой цели. Однако хорошо известно, что декларируемые цели нередко остаются в сфере возможного, а действительность определяется взаимодействием традиционных норм и новых технических средств. Отсюда возникает соблазн рассмотреть сценарий II.

Сценарий II: коммунальность. Определяющая идея данного сценария в том, что новые информационные технологии дают исследователю гораздо большую власть над интеллектуальным продуктом своей деятельности. Эта власть не простирается на всю информационную среду, которая одна до сих пор гарантировала исследователю признание, но позволяет выделить в ней зоны, где возможна самодеятельность ученых.

Новые информационные технологии позволяют ученым объединяться в неформальные, более или менее устойчивые «артели», участники которых совместно распоряжаются своими информационными ресурсами по принципу take and give (т. е. информацию получает тот, кто участвует в совместной работе). С другими объединениями подобного рода, с государством и социальными институтами эти «артели» могут вступать в экономические отношения. Такие объединения возрождают «малую» науку внутри «большой». Мы хотели бы ограничиться исключительно коммуникативным аспектом жизни таких «научных коммун», полагая при этом, что с их возникновением

не исчезнут ни исследователи-одиночки, ни крупные научные учреждения.

Возможность появления таких «коммун» заложена в первом из рассмотренных принципов. По своей природе это норматив «малой» науки. Отдавая свое достижение в общее пользование, ученый ждет отклика, который важен для его самоутверждения, определения своей роли и места в науке. Противоречие между безличностью информационной среды как целого и узостью круга близких коллег, с которыми исследователь в состоянии поддерживать личное общение при доступных ему сейчас средствах коммуникации, снимается именно с помощью новых информационных технологий. Возникающее ощущение новой общности — мощный творческий стимул.

Появление такой общности снимает противопоставление формальных и неформальных каналов коммуникации внутри группы, там возникают условия для организации информационной деятельности на наиболее близких ученому принципах — принципах самодеятельности. В пределах такого неформального коллектива снимаются жесткие требования к форме научной публикации. Место публикации занимает электронный аналог протокола заседаний научного общества, вбирающий в себя сообщения членов, комментарии, полемику.

В такой протокол заносятся не только обычные выступления, но модели, имитационные эксперименты, базы знаний и т. д. Возможность вернуться к любому месту дискуссии и заново оценить все аргументы позволяет отказаться от излишнего ригоризма в использовании терминологии, шире использовать аналогии и метафоры, расширить представление о доказательном рассуждении. Перестает быть императивом «квантирование» сообщений. С возможностью отозвать, изменить и реинтерпретировать научное сообщение менее определенным становится понятие приоритета и сообщения, предшествующего данному.

Забота о форме «квантирования» сообщения и приоритете возникает лишь тогда, когда речь заходит о сообщениях, направляемых за пределы «коммуны». Для сообщений, циркулирующих внутри коллектива, снимаются проблемы «входного контроля»: ведь исследователь более не обращается в журнал извне, он как бы живет внутри него, поддерживая диалог с другими участниками коллектива. Но поток сообщений через границу отдельного коллектива подчиняется уже другим нормам. Вероятно, близким тем, которые были рассмотрены в рамках сценария I.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В наши намерения не входит выбирать между предложенными сценариями. И не только потому, что для этого выбора нет рациональных оснований (выбор мог быть и чисто эмоциональным). Но и потому, что размышления о будущем полезны прежде всего тем, что позволяют выявить пространство альтернатив, которые открываются для нас уже сейчас. Отбрасывая даже наименее вероятные из них, мы облегчаем возможное принятие решения, но уменьшаем свои шансы обнаружить новые подходы к проблемам. Группировка альтернатив по сценариям — не более чем средство обнаружить очевидные уже сейчас связи между альтернативами.

Тем не менее выбранный жанр заставляет нас сказать несколько слов о возможности реализации предложенных сценариев. Наименее реально, по-видимому, сохранение «статус-кво». Предполагать, что революционные изменения в технических средствах лишь механически увеличат наши мощности, но не затронут самого существа отношений с информационной средой, столь же наивно, как считать печатный станок средством облегчить труд переписчика. Наиболее правдоподобно, что оба процесса — все большего обобществления знаний (процесс информатизации) и его «приватизации» (сценарий создания коммун) — будут идти одновременно. Если будут противоположно направлены векторы в различных, взаимодополняющих частях разросшейся индустрии знаний — например в фундаментальной и в прикладной науке, то в этом нет ничего драматического. Но если по-разному пойдут процессы в одних и тех же частях и на первый план выйдут региональные различия, то возникнет напряженная ситуация. Одно дело, когда запреты на распространение информации, связанные, например, с соображениями безопасности, накладывают силы, внешние по отношению к науке. Такие ограничения воспринимаются учеными как временная досадная помеха (даже если запреты сохраняются десятилетиями). Но когда сами ученые, объединенные в достаточно сильные коллективы, способные самостоятельно проводить весь цикл исследований вплоть до практической реализации полученных результатов, исключают «аутсайдеров» из процесса информационного обмена, довольствуясь при этом той информацией, которая циркулирует в «замкнутых контурах» их собственных

коммуникационных сетей, то как для исключенных «аутсайдеров», так и информационной среды науки дело может обернуться плохо.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Большаков И. А.* Требуется технические писатели... (Препринт.) М.: ВИНТИ, 1987.
2. *Борщев В. Б.* Персональные компьютеры, научные коммуникации и система НТИ // Научно-техническая информация. Сер. 2. 1987. № 7.
3. *Брудно В. А., Скворцов Д. П., Финн В. К., Цаленко М. Ш.* Базы данных с неполной информацией // Семиотика и информатика. 1985. Вып. 25.
4. *Виноградов В. А.* Общественные науки и информация. М., 1978.
5. *Ивашко В. Г., Финн В. К.* Экспертные системы и некоторые проблемы их интеллектуализации // Семиотика и информатика. 1986. Вып. 27.
6. Искусственное сердце и естественные проблемы // В мире науки. 1987. № 2.
7. *Мирский Э. М.* Междисциплинарные исследования и дисциплинарная организация науки. М., 1980.
8. *Михайлов А. И., Черный А. И., Гиляревский Р. С.* Основы информатики. М., 1968.
9. *Михайлов А. И., Черный А. И., Гиляревский Р. С.* Научные коммуникации и информатика. М., 1976.
10. Подельная наука // В мире науки. 1987. № 6. С. 109.
11. *Розов М. А.* Проблемы эмпирического анализа научного знания. Новосибирск, 1977.
12. *Татаринов Ю. Б.* Проблема оценки эффективности фундаментальных исследований: Логико-методол. аспекты. М., 1986.
13. *Шрейдер Ю. А.* Информационные процессы и информационная среда // Научно-техническая информация. Сер. 2. 1976. № 1.
14. *Garfield E.* What do we know about fraud and other forms of intellectual dishonesty in science? // Current Contents. 1987. N 14; Part 2 // Current Contents. 1987. N 15.
15. *Palmer M., Fitzgibbons A., Carrier W.* Computerized Manuscript processing in a time-sharing environment: an enhancement to productivity in publishing // Productivity in the information age.— Proc. 46 th ASIS annu. meet. Washington D. C., Oct. 2—6, 1983, Washington, 1983.
16. *Steward W., Feder N.* The integrity of the scientific literature // Nature. 1987. N 325 (6101).
17. *Topsøe F.* Euromath: The integrated database and communication system for European mathematicians // Nieuw Archief voor Wiskunde. 1984. Vol. 4, N 2.

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ КОНТЕКСТ КАК ОСНОВА СИСТЕМЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Г. В. ЕГОРОВ

Бурное вторжение вычислительной техники в жизнь современного общества заставляет с повышенным вниманием относиться к проблемам создания и использования математического обеспечения, затраты на которое стремительно растут и в абсолютном выражении, и по отношению к стоимости технических средств. Вместе с тем, как отмечает академик А. П. Ершов, «существующая практика программирования совершенно не адекватна тем задачам, которые стоят перед этим новым видом человеческой деятельности» [7. С. 93]. Выдвигаемая в этой связи концепция «лексикона программирования» предусматривает необходимость анализа методологии структурного программирования и создания на его основе «базы знаний» для предметной области программирования.

Целью настоящей работы является анализ одной из сторон структурного программирования — интерфейсов между программами и данными, точнее говоря, между структурами тех и других. Показано, что существующие методы организации этих взаимодействий не всегда адекватны структуре семантических связей. Предлагаются способы ликвидации асимметрии рассматриваемых интерфейсов и приближения их к семантическому уровню — объектная типизация и объектно-ориентированный динамический контекст.

ПОНЯТИЯ СТРУКТУРНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Прежде всего, очертим обсуждаемую область и, соответственно, сферу применимости выдвигаемых соображений. В первую очередь, это касается понятия «система программирования».

Уже довольно давно под программированием для ЭВМ обыкновенно понимается написание текстов — «программы» — на формальных языках — «языках программирования», — предназначенных для «исполнения» их ЭВМ, т. е. для управления ее работой. Заметим, что нажатие кнопки

на пульте, хотя оно и управляет работой машины, программированием сейчас, в отличие от 50-х годов, не считается. В то же время перестала считаться программированием деятельность не на микро-, а на макроуровне; для больших компьютеров это стало сферой рутинной операторской работы.

Широкое распространение персональных ЭВМ моментально продемонстрировало искусственность такого сужения, отсутствие принципиальных барьеров между управлением ЭВМ в целом, операционной системой, готовым пакетом, пользовательской программой или ее структурной единицей. Однако и для больших машин также происходит процесс обратного слияния всех форм взаимодействия пользователя с ЭВМ. (Примерами систем, интегрирующих некоторые из перечисленных уровней, являются языки ЭЛЬ-76 [9] и АПЛ [4].) Поэтому мы будем трактовать программирование как любое управление работой ЭВМ с помощью ввода символьной информации, а все разнообразие этих способов — как различные уровни системы языков управления.

Мы не будем касаться ни лингвистических, ни психологических аспектов единства этой системы, хотя они очень интересны и заслуживают рассмотрения специалистами; ограничимся только семантическим анализом структурного программирования изнутри и предложим пути разрешения выявляющихся при этом противоречий.

Говоря о системе программирования, мы будем иметь в виду те способы организации, которые используются в системном математическом обеспечении, и те, которые открыты пользователю для воплощения в его собственных программах; способы связи друг с другом различных структурных единиц и то, какие структуры получаются при использовании этих способов. В частности, мы обратим внимание на средства поддержки параллельных систем.

Мы часто будем пользоваться противопоставлением «программы — данные». Из вышесказанного видно, что такое противопоставление весьма условно — любая программа представляет собой текст, данные, и наоборот, любые данные являются программой для какого-либо интерпретирующего механизма. Тем не менее это противопоставление существенно для традиционных языков.

Целью структурного программирования является выделение таких понятий и средств, которые позволили бы создавать понятные и поддающиеся отладке программы на основании опыта работы программистов. При этом необ-

ходимо выделить регулярные средства, т. е. не просто набор рецептов, а систему правил, некоторым способом организующих программу, придающих ей систематическую структуру, которая поддается описанию.

В качестве одного из примеров можно назвать принцип модульности, т. е. выделения максимально автономных структурных единиц с минимальным взаимодействием между ними. Этот практический рецепт для выделения единиц сборки или трансляции становится весьма эффективным, будучи примененным на всех уровнях иерархической структуризации.

Явная формулировка и последующая пропаганда принципов структурного программирования оказались полезными не только для практики, но и для теории. В условиях достаточно жестких ограничений на структуру программ появились формальные методы, приложимые к реальным программам, получила развитие теория доказательного программирования (см., например [6]). Самым же важным следует, вероятно, считать появление общедоступного понятного аппарата, не привязанного к данному конкретному языку программирования, но отраженного в учебных планах и во всех вновь появляющихся языках.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОГРАММОЙ

Различение собственно программы и данных, ею используемых, происходит из типичной ситуации, когда один и тот же алгоритм применяется для решения многих подобных задач, отличающихся друг от друга только значениями параметров, начальными данными. Незначительное в памяти ЭВМ данных и команд, задающих действия с ними (один из принципов фон Неймана), явилось крупным продвижением. Однако различие осталось, так как над данными и командами были определены различные операции, по-разному употребляющиеся в программах. Языки программирования связали с данными понятия переменной, ее типа и значения, константы, выражения, операций, а с собственно программой как носителем алгоритма, последовательности действий — понятия оператора, функции, условия.

Управление исполнением программы, или, короче, просто управление программой, — это то, что позволяет программисту реализовать сложный алгоритм, требующий нелинейной последовательности действий, выбора вариантов, повторений, т. е. обладающий внутренней

структурой, которая должна быть отражена в реализующей его программе. Команда перехода, позволяющая изменить обычный линейный порядок исполнения, и соответствующий ей в языках оператор *GOTO* стали первым средством для решения этой задачи.

Расхожим определением структурного программирования может служить «программирование без оператора перехода». Строго говоря, это не совсем так, поскольку выразительные средства ряда языков не позволяют обойтись без переходов, но дают возможность писать структурированные программы.

Однако бессистемное использование операторов перехода действительно несовместимо с основной целью структурного подхода к управлению программой — ликвидировать ситуации, в которых программист при отладке напряженно думает: «Как же я сюда попал?». Именно это заставляет стремиться к использованию для организации программ средств более высокого уровня, дифференцированных по семантическим признакам, а не по машинной реализации.

Для операторных языков такие средства — структурные операторы управления программой: операторы выбора или условий, цикла и вызова подпрограммы. Они индуцируют две связанные друг с другом иерархические структуры программы: статическую — по вложенности операторов и подпрограмм в тексте программы, и динамическую — по последовательности исполнения этих структурных единиц. Ограничения, накладываемые структурным программированием, — запрещение неявных выходов из циклов, дополнительных входов в подпрограммы и их побочных эффектов и т. п. — продиктованы именно необходимостью сохранения согласованности статической и динамической структур.

Отметим две слабости существующих средств структуризации, два «белых пятна» структурного программирования в этой области.

Первое из них имеет источником недостатки явной иерархической структуризации по вложенности. Ее громоздкость заставляет ограничивать глубину по соображениям внешнего по отношению к программе характера, к тому же она плохо согласуется с принципом модульности. В частности, это приводит к «линеаризации» программ, что ухудшает их структурированность.

Вторым неосвоенным пятном является параллельное программирование в самом широком смысле этого слова.

Это и асинхронная работа, когда требуется согласовать во времени некоторые из действий, выполняемых несколькими в остальном независимыми программами, и обработка ситуаций, когда нужно приостановить на время выполнение одной программы, «основной», и изучить с помощью другой текущее состояние данных, обрабатываемых основной программой, и самой этой программы, а возможно, и изменить их, и собственно параллельные процессы.

В качестве одной из несомненных причин трудностей следует назвать бедность статической иерархической структуры, которой подчинена вся динамическая, за исключением, пожалуй, рекурсивных вызовов подпрограмм. Не случайно порождение параллельных процессов в системе *UNIX* [11] реализовано как дублирование с помощью рекурсии.

УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ

Задачи управления данными в программировании чрезвычайно широки, так как по сути все, с чем имеет дело ЭВМ, — это преобразование информации, идет ли речь о вычислительных задачах или об обработке данных. Мы будем говорить только о двух аспектах, целиком относящихся к средствам программирования, — о типах данных и о способах связи структур данных в программах и с программами.

В языках программирования первых поколений типы данных соответствовали группам машинных команд, обрабатывающих то или иное внутреннее машинное представление чисел или текстов. Набор этих типов был зафиксирован для каждого типа ЭВМ, хотя отличия были и не принципиальны.

Затем появилось представление о типе данных как о способе представления информации, с которым умеет работать данный язык программирования, иными словами, компилятор с этого языка. Для объектов, имеющих такой способ представления, в языке определялся базовый встроенный набор операций, уже не находящийся во взаимно-однозначном соответствии с командами ЭВМ, причем расширение набора соседствовало с его сужением. С одной стороны, вводились новые, синтетические операции, например конкатенация (приписывание) строк переменной длины, с другой — запрещались операции, не оправданные семантикой языка, скажем, логические операции над арифметическими данными, и наоборот. Конкретный вид

представления при этом хотя и фиксировался, но мог и не оговариваться в терминах самого языка.

Третьим шагом явилось отвлечение от способа представления информации в ЭВМ и перенос тяжести на «логическую» типизацию. Под типом данных стал пониматься не способ представления данных, а набор возможных операций, связывающих этот тип с другими и с ним самим. Кроме predeterminedенных в языке типов, существующих априорно, программист может сам сконструировать новый тип данных. Так, понимаемые типы данных принято называть абстрактными. Хорошим примером служат размерности физических величин, представленных в программе, точнее, в памяти ЭВМ, числами с плавающей запятой. На уровне машинного представления над ними можно выполнять любые арифметические операции, семантически же набор операций ограничен. Например, расстояние, деленное на время, равно скорости; сложить же их невозможно.

Средства работ с типами данных преследуют две основные цели — обеспечить контроль корректности программ и повысить семантическую емкость конструкций языка, не загромождая его все новыми и новыми «дополнительными возможностями». Подобно тому как естественные языки справляются с описанием новых ситуаций, вкладывая новый смысл в старые конструкции и обходясь минимумом новаций, так и в языке программирования можно обойтись старыми синтаксическими средствами для работы с данными новых типов, если только эти средства достаточно богаты и продуктивны, т. е. позволяют вкладывать в них новый смысл по усмотрению пользователя.

СВЯЗЬ СТРУКТУР ПРОГРАММ И ДАННЫХ

Вопрос о взаимодействии структур программ и данных имеет две стороны — управление процессом размещения, хранения и уничтожения структур данных и актуальную доступность данных для какой-то структурной единицы программы.

Если отвлечься от существования данных, определенных помимо рассматриваемой нами системы программирования, отчужденных от программной среды, например, в файлах, которые могут быть использованы в других системах, а также от тематики баз данных, то в тради-

ционных языках программирования общего назначения можно выделить три класса переменных, т. е. данных, доступных отдельной структурной единице программы: параметры, локальные переменные, глобальные переменные. Характерен уже сам принцип деления — он основан исключительно на соотношении данных с оператором вызова данной подпрограммы — и то, что это деление относится только к этой структурной единице.

Глобальные переменные определены в какой-то структурной единице более высокого уровня, локальные — в текущей, а параметры — как бы на их границе. В терминах двух описанных выше структур — статической и динамической — можно сказать, что параметры всегда привязаны к динамической структуре управления и к одному из элементарных компонентов этой структуры — вызову конкретной подпрограммы. Два других класса могут определять привязку структуры данных как к статической, так и к динамической структуре программы — некоторые языки поддерживают оба типа привязки. Существенно здесь то, что иерархическая статическая структура программ является реально определяющей, тем костяком, на котором держится вся остальная структура: и динамическая структура управления, и структура данных. Если реальные потребности не укладываются в эту схему, то предусмотренные механизмы перестают работать и программисту приходится удовлетвориться тривиализованной связью, когда, например, все подпрограммы доступны всем остальным.

Говоря о процессах, связанных с динамикой структуры данных, их порождением, размещением и уничтожением, надо заметить, что в универсальных языках программирования, являющихся рабочими, т. е. широко практически используемыми, работа с динамическими структурами данных осуществляется с помощью примитивов самого низкого уровня, фактически на уровне адресов из оперативной памяти. Невозможность обойтись без таких средств показывает, что механизмы автоматического порождения, привязанные все к тем же двум иерархическим структурам, недостаточны.

Отметим полную зависимость рассмотренных методов управления данными от ситуации однопрограммности. Действительно, наличие общих данных у двух структурных единиц программы подразумевает при использовании этих методов наличие структурной единицы, их объеди-

нящей, общего предка в иерархии. Отсюда понятно, что единственный подходящий для такого управления данными вид параллелизма — это параллельное ветвление, все же прочие виды параллельности и многопрограммности находятся с ним в противоречии.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ

Жесткая регламентация доступа к программам и данным связана с примитивной системой идентификации как данных, так и программ. Структуры программ и данных несимметричны; максимум симметрии достигается на уровне операционных систем, где встречается многоуровневая однородная иерархическая идентификация файлов. На уровне универсальных языков программирования для программ остается одно-, двухуровневая идентификация; для данных возникает видимость иерархии, которая на деле относится к типизации данных. Для динамических структур алгоритмы идентификации остаются заботой программиста.

Языки конца 70-х — начала 80-х годов стремились в области идентификации к максимальной эксплицитности, изживались неявные описания и всевозможные определения и доопределения по умолчанию. В качестве яркого примера мы имеем теперь язык «Ада» [9]. Однако стремление к прозрачности не преминуло обернуться громоздкостью в «неудобных» случаях. Рассогласованность структур программ и данных приводит к тому, что структура данных, общая для двух программных единиц, должна быть объявлена (описана) во всех единицах, участвующих в передаче управления между двумя указанными, во всех программах-посредниках. Помимо тяжеловесности, приходится мириться с нарушением для программ-посредников важнейшего принципа: используется только то, что описано, и наоборот. Разумеется, на синтаксическом уровне принцип выдержан, но содержательно явно нарушен.

Заметим также, что достигнутая благодаря эксплицитности четкость получена не даром, а в обмен на выразительную мощь. Не случайно поэтому параллельно в других областях, связанных с интерактивной работой, с конечным пользователем, шел во многом обратный процесс повышения выразительной силы языка общения с системой за счет сокращения многословности, широкого использования умолчаний, сокращений, переобозначений

и т. д. (см., например [4; 12]). Мы более подробно обсудим распространение принципов контекстной зависимости на все уровни системы программирования несколько позднее, здесь же заметим только, что появившаяся на почве эксплицитных языков техника доказательного программирования [7; 11] призвана обеспечить увеличение мощности языка без утраты качества программ.

ЕДИНСТВО ПРОГРАММ И ДАННЫХ

Абстрактный тип данных подразумевает наличие операций над данными типа «достать», «записать», «передать подпрограмме» и, следовательно, наличие программ, выполняющих эти операции. Не так важно, будут ли эти программы порождены транслятором с соответствующего языка или получены иным способом, — при работе программы он должен быть задан. Любая программа предполагает обработку каких-то данных, полученных извне и передачу вовне себя результатов работы. Тем самым она также рассчитана на фиксированный набор взаимодействий — интерфейсов, каждый из которых описывается участвующими в нем типами данных.

Фундаментальный характер этой симметрии можно продемонстрировать на многих примерах из теории и практики программирования. Скажем, понятие частичных вычислений, находящее сейчас применения в различных областях — от теории компиляции до архитектуры параллельных систем, — можно рассматривать как аналог принципа виртуальной памяти, как введение для исполнения программ виртуального времени, отображение которого на реальное не монотонно. Так же, как в случае виртуальной памяти прерывается исполнение программы, если нужные ей данные реально отсутствуют в памяти, в случае частичных вычислений исполняются лишь те операции, для которых вычислено в реальном времени все, что требуется для их выполнения. Порядок выполнения независимых участков безразличен, как безразличен и порядок страниц виртуальной памяти в оперативной.

Другим примером может служить подход Д. Гелертера к проблеме параллельного программирования [3]. Решить эту проблему, по его мнению, помогут специальные «симметричные» языки программирования, которые обеспечивали бы однородность средств структуризации, т. е. их подобие на всех уровнях. В применении к програм-

мным структурам это перекликается с функциональным подходом [10].

Сошлемся также на работу [1], исследующую вопрос соотношения программ и данных на самом верхнем — технологическом — уровне. Прослеживаемая и на этом уровне симметрия между вычислительными и информационными процессами служит аргументом в пользу необходимости единого однородного подхода к структурам программ и данных в рамках цельной системы программирования.

ОБЪЕКТНАЯ ТИПИЗАЦИЯ

Наше внимание обращено к объектной типизации по двум причинам. Во-первых, ее развитие может обеспечить органичное слияние структур программ и данных, необходимое по изложенным выше соображениям. При этом появится возможность однородной структуризации в рамках всей системы программирования — от внутри-программного уровня до технологического. Во-вторых, предлагаемый ниже динамически-контекстный способ установления интерфейсов требует существования программно-независимых априорно существующих базовых объектов.

В настоящее время появились уже не только объектно-ориентированные языки, каковым объявлена «Ада», но и объектно-ориентированные микропроцессорные архитектуры [8]. Хотя стремление к эффективной реализации играет в этих разработках не последнюю роль, необходимо подчеркнуть значение того факта, что объект сложной структуры оказался хотя бы частично оторванным от программы, его породившей. Вероятно, в качестве одного из следствий можно ожидать развития качественно новых средств межпрограммного взаимодействия.

Можно привести несколько примеров понятий, существующих в сегодняшних системах программирования и являющихся естественными кандидатами на роль таких базовых объектов в будущем. Это «задача» (подзадача, процесс), «пользователь» (личная библиотека), «символическое имя устройства» (имя *DD*-оператора, имя потока ввода-вывода). Сошлемся на работу [5], где описаны средства системы программирования ИНЕС, позволяющие строить на базе этих понятий иерархические программно-

независимые структуры. Однако, как правило, возможности, предоставляемые пользователю, еще более ограничены (см., например [12]).

Помимо сохранения существующих методов автоматического связывания объектов — механизмы вызова подпрограмм, поддержки очередей и т. п., — должна быть обеспечена связь между объектами, динамически устанавливаемая пользователем.

ДИНАМИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ

Использование контекстной связи является, как известно, мощным средством повышения уровня языка и не менее мощным источником ошибок. Поэтому введение ее в систему программирования требует наличия адекватных средств верификации.

Говоря именно о динамическом контексте, мы имеем в виду получить не синтаксическое средство для сокращения текста программы, каковым является статическая контекстная связь на уровне текста программы, а содержательное средство программирования, обеспечивающее чрезвычайно гибкую параметризацию.

В актуальной структуре объектов, привязанной к исходному, от которого происходит поиск, типы объектов и связей между ними могут служить аналогом групповых имен. Идентификация объекта любого типа может определяться этим типом или типом связи, к нему приведшей.

Важно отметить, что, с одной стороны, элементарные операции контекстного поиска должны быть открыты для пользователя на операторном уровне (исполнительно), с другой — операция контекстного поиска объекта данного типа является обычной операцией и может быть предопределенной в типе (или задана декларативным образом). Поэтому нормальной ситуацией следует считать использование одного из стандартных механизмов поиска, характерных для данного класса задач.

Синтез в понятии объекта программ и данных решает проблему поддержки произвольных, а не только иерархических структур управления программой. В самом деле, механизм вызова подпрограммы — всего лишь один из способов взаимодействия объектов. Не представляет принципиальных трудностей и параллельный режим, поскольку возможно наличие многих одновременно активных

объектов. Динамическая сеть семантически, а не только технически значимых объектов может стать адекватной формой представления пользователя о компьютерной системе, средством общения с которой служит система программирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью предлагаемого подхода в обозримом будущем можно считать выработку языка манипулирования структурами объектов, не ограниченного конкретным уровнем структуризации, т. е. позволяющего порождать новые типы объектов.

В настоящее время почти все понятия в программировании жестко привязаны к структурной единице некоторого фиксированного уровня: к переменной, оператору, процедуре, модулю, файлу и т. п. Не существует операций, применимых к структурной единице как таковой, кроме, пожалуй, операции идентификации. Новые понятия, возникающие на следующем уровне структуризации, и операции над ними не дают никаких средств перехода к высшим уровням.

Фактически происходит рождение нового языка для каждого следующего уровня структуризации. Само по себе это нормально, так как понятия нового уровня не совпадают с понятиями предыдущего. Плохо то, что при этом не появляется регулярного способа рождения языка и связи его с языками низших уровней.

Можно надеяться, что введение контекстного доступа как стандартного способа взаимодействия позволит обойтись ограниченными языковыми средствами для решения этой задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Астахов А. Д.* Методологические основы организации вычислительных и информативных процессов // Системные исследования: Ежегодник 1986. М., 1987.
2. *Вегнер П.* Программирование на языке Ада. М., 1983.
3. *Гелернтер Д.* Современное программирование // В мире науки. 1987. № 12.
4. *Гилман Л., Роуз А.* Курс АПЛ: диалоговый подход. М., 1979.
5. *Годунов А. Н., Егоров Г. В., Емельянов Н. Е.* и др. Средства вывода элементарных сообщений и управление передачей сообщений в системе ИНЕС. (препринт ВНИИСИ). М., 1984.

6. *Грис Д.* Наука программирования. М., 1983.
7. *Ершов А. П.* Предварительные соображения о лексиконе программирования // Кибернетика и вычислительная техника /Под ред. В. А. Мельникова. М., 1985. Вып. I.
8. *Органик Э.* Организация системы Интел 432. М., 1987.
9. *Пентковский В. М.* Автокод Эльбрус. М., 1982.
10. *Backus J.* Can programming be liberated from the von Neumann style? A functional style and its algebra of programs // Comm. ACM, 21, 8 (1978).
11. *Blair G. S., Mariani J. A., Shepherd A.* A practical extension to UNIX for interprocess communication // Software — P. &E. 13 (1983).
12. VAX/VMS Command Language Users Guide. Mainard (Mass.): Digital Equipment Corporation, 1980.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ЕСТЕСТВЕННОЙ СХЕМЕ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ ШКОЛЬНИКОВ

Г. П. АКимова, В. Н. ДЕЗА

Процесс обучения школьников началам программирования весьма сложен и многогранен. Компоненты, обеспечивающие его, резко различаются как по форме, так и по содержанию. Тем не менее принадлежность к одному процессу накладывает на них некоторые ограничения, связанные с их совместным функционированием. К таким компонентам могут быть отнесены: а) методические материалы, сопровождающие курс; б) выбор организационных методических и технических форм преподавания нового материала; в) формы и средства, обеспечивающие нормальное течение процесса повторения; г) разработка совокупности решаемых задач и порядок их следования в процессе обучения; д) совокупность программных средств поддержки.

Все перечисленные компоненты взаимно увязаны, и необходимым условием нормального течения процесса обучения является обязательная их сбалансированность. Поэтому выбор каждого из компонентов при проектировании курса обучения оказывается подчиненным некоторой оптимальной стратегии. Очевидно, что можно построить несколько сбалансированных систем, что предопределяется элементами творчества при решении задачи проектирования курса.

Исследовать взаимные влияния, объем и состав каждого компонента помогает системный анализ. Варьируя отдельные детали различных компонент и оценивая получаемый результат можно направленно двигаться к созданию сбалансированной системы.

Такие исследования проводились авторами с двумя группами школьников. Рост уровня знаний непрерывно контролировался и служил достаточно объективной оценкой проводимых экспериментов.

В результате исследований получен ряд свойств, характеристик сбалансированных систем обучения, что позволило сформулировать принципы их построения.

Появление в средних школах дисплейных классов, оснащение их вычислительной техникой и программным

обеспечением с необходимостью порождает желание организовать преподавание в школах не только основ информатики и вычислительной техники, но и осуществить (возможно, на кружковом уровне) более глубокое изучение курса абстрактного программирования.

Бытует мнение, что изучение программирования можно свести к изучению некоторого языка программирования. «Когда рассматривают круг проблем, связанных с изучением и использованием языков программирования в школе, обычно имеют в виду традиционные языки — Бейсик, Паскаль и т. п. В чем главная особенность этих так называемых процедурных языков? В ориентации на вычислительную машину» [3]. Сделать попытку оторваться от ориентации на вычислительную машину попытались исследователи в работе [3], предлагая начать преподавание в школе языка Пролог, появившегося в начале 70-х годов в лаборатории искусственного интеллекта в университете г. Марселя.

Может показаться, что если удастся найти наиболее подходящий язык программирования для преподавания в школе предмета, то и учащиеся научатся программировать с необычайной легкостью. Такое мнение не поддерживается большей частью программистов-профессионалов, считающих, что язык программирования есть не более чем средство, используемое при программировании, но не само программирование. Именно поэтому школьники, обученные некоторому формальному языку, зачастую не способны применить эти знания при решении реальных задач. Этим и обосновано введение алгоритмических языков, и в частности школьного алгоритмического языка.

Желательно обучать учащихся не столько языку, на котором можно записывать алгоритмы различной сложности, сколько самим способам составления различных алгоритмов. Особенно заманчивым представляется начинать такое обучение как можно ранее, с младших классов школы.

Важной задачей здесь может стать подготовка прямо в школах специалистов-программистов (с присвоением квалификации, подобно той, которую дают учебно-производственные комбинаты). Трудно переоценить экономический и социальный эффект от подобного обучения. Поэтому нет ничего удивительного в том, что интерес к этой проблеме в последние годы резко возрос. «В настоящее время подавляющее большинство стран вынуждены кон-

статировать все увеличивающийся разрыв между уровнем теоретической и практической подготовки учащихся школ и потребностями современной науки и техники. Проблема настолько актуальна, что она стала предметом обсуждения Международного конгресса ЮНЕСКО в 1981 г. по естественнонаучному и трудовому обучению и вопросам национального развития» [6].

Практические эксперименты приобретают в такой ситуации решающее значение. Расширение охвата обучаемых школьников за счет учащихся младших классов приводит к интересным результатам.

Первые же шаги в этом направлении осветили целый ряд труднейших задач, решение которых оказалось необходимым для нормального функционирования такого рода обучения. Так, чтобы иметь возможность сформулировать некоторый алгоритм, описать его, перевести последовательность необходимых действий на формальную основу, необходимо прежде всего эту основу иметь. В то же время, изучение некоторого общепринятого формального языка, особенно в младших классах средней школы (скажем, с четвертого по восьмой), сопровождается вводом целого ряда труднодоступных детям формализмов. «Отягощение» изложения предмета довольно быстро охлаждает желание школьников обучаться программированию на серьезном, абстрактном уровне. Оно же делает и само преподавание громоздким, оторванным от «естественного» восприятия детьми Природы и Мира скучным и заумным. Освоение формального языка превращается в самостоятельную проблему. При таком подходе оказывается затруднительным преподавание средств и методов программирования.

Можно сделать попытку отказаться от сложного формального общепринятого языка при преподавании программирования как предмета для младших школьников (хотя бы на ранних стадиях) и ввести некоторый (или некоторые) специальный язык (или языки), основное назначение которого заключалось бы в том, чтобы помочь учащимся сделать первые шаги в освоении той науки, которую они начинают изучать. Для того чтобы подобная попытка имела успех, необходимо сформулировать принципы, которым могут удовлетворять специальные языки, предназначенные для преподавания предмета программирования в младших классах.

Каковы же эти принципы?

1) Специальные языки такого рода должны допускать

четкую формализацию. Предложения на таком языке не могут трактоваться неоднозначно.

2) Желательно, чтобы формализмы специального языка были настолько естественны, что объяснение преподавателем этих конструкций, формализмов, понятий не вызывало бы у учащихся ощущения их непостижимости. Это особенно важно, если начинать преподавание предмета программирования с младших классов.

3) Основным конструкциям языка должны соответствовать реальные аналоги из повседневной жизни, с тем чтобы, ссылаясь на некоторые свойства у аналогов, подчеркнуть их наличие в изучаемых конструкциях. Причем сами эти аналоги должны быть хорошо известны каждому обучаемому. Это даст возможность детям воспринимать сложные конструкции, используемые в программировании, полуформально, по-житейски.

4) Язык, с одной стороны, должен быть простым, не требующим свободного владения абстрактными категориями, доступным для освоения школьниками. С другой стороны, он должен гарантировать возможность построения нетривиальных алгоритмов, т. е. иметь в качестве составной части средства построения сложных программных единиц (подпрограммы, ветвления, циклы и т. п.).

5) Если при введении новых нетривиальных конструкций преподаватель будет иметь возможность ссылаться на их неформальные, легко понимаемые аналоги, то и при построении математического обеспечения (транслятора или интерпретатора с этого языка) нет необходимости добиваться особой стройности, полноты, замкнутости и пр. Достаточно иметь такой подтранслятор, который послужит вполне конкретной цели: объяснению некоторых сложных, труднодоступных понятий, используемых в программировании. Поэтому только такие части подтранслятора и должны быть аккуратно реализованы. Остальные же его части, употребление которых ограничено, могут быть реализованы с меньшими затратами или даже вовсе не реализованы и служить в качестве примеров при объяснении. Эти соображения значительно сокращают расходы на создание подобного математического обеспечения.

Может случиться, однако, что соответствие языка и транслятора будет утеряно. Поэтому мы полагаем неточным называть такой специальный язык языком. Поскольку считается, что достаточно реализовать только некоторые, а не все возможности языка, то вместо термина «спе-

специальный язык» предпочтительнее термин «модель специального языка, реализованная на данной машине» или просто модель, так как другие модели в этой работе не обсуждаются.

б) Результат трансляции со специального языка трудноопределим. Можно представить, что это некоторый набор образов предметов, конструкций, явлений, широко встречающихся в человеческой практике и не требующих дополнительных комментариев. Эти образы в определенной последовательности возникают на экране дисплея и тем самым демонстрируют работу программы, написанной на выбранной модели языка.

Перечисленные свойства, казалось бы, очевидные поодиночке, в совокупности составляют достаточно полную характеристику моделей языков, которые могут быть привлечены к работе по преподаванию предмета программирования в младших классах.

Возможно, что такие модели должны удовлетворять и каким-либо другим принципам построения. Однако уже перечисленные дают возможность перейти к реальным экспериментам и начать проведение исследований в этой области; построить одну или несколько моделей специальных языков и приступить к обучению учащихся младших классов средней школы программированию как предмету. «Важным средством развития мышления детей в процессе обучения являются творческие формы решения школьниками учебных задач. В процессе анализа, направленного на выявление содержания объектов усвоения, выполняются особые учебно-познавательные действия. Наиболее существенные среди них — такие преобразования объекта, при котором выделяется исходное значение, корректирующее изучаемый объект как целостную систему, а также моделирование и вычленение свойств, определяющих это исходное отношение...» [7].

В настоящей работе не затрагивается вопрос о чисто педагогических приемах преподавания, а только делается попытка описать необходимую материальную базу, совокупность программных средств поддержки обучения программированию. Конечно, предполагается, что обе эти составляющие данной проблемы должны быть увязаны не только предпосылками, целями, но и методиками, обеспечивающими на каждом участке решение тактических задач.

Для дальнейшего изложения совершенно необходимо остановиться на понятии Исполнителя, определенном в

работе [5]: «Исполнитель — это автоматическое устройство, способное выполнять некоторый фиксированный набор команд и действующий в некоторой обстановке». В курсе информатики встречаются разные Исполнители: «Чертежник», «Измеритель», «Робот» и т. д.

Демонстраторы отличаются от Исполнителей принципиально. Они не есть некоторое подобие внешних, периферийных устройств; согласно целевому предназначению, они служат как бы отражением внутреннего устройства ЭВМ, законов построения программ, описателями действий различных операторов различных языков и т. д.

Демонстратор — это замкнутая система Исполнителей, связанных общим интерфейсом, и предназначенная для визуализации различных иллюстраций в зависимости от меняющейся обстановки.

Попытки создать модели языков и Демонстраторов ведутся. Так, например, в [4] действует Демонстратор «Таракан», предназначенный для объяснения возможностей некоторых операторов специального языка.

Анализ методов реализации подобных моделей показывает, что наиболее подходящим методом реализации может стать инструментальный подход, поскольку по самой постановке задачи специальный язык Демонстратора есть не что иное, как совокупность некоторого инструментария для объяснения понятий, свойств и приемов программирования.

Согласно [2], «Определяющей чертой инструментальных систем является то, что единица взаимодействия для субъекта не вся система, а входящее в ее состав средство. Выбирая для взаимодействия некоторые средства и связи между ними, преломляя и объединяя их в своем сознании, субъект формирует для себя „индивидуальный образ“ системы. „Индивидуальный образ“ представляет собой развивающуюся систему, обладающую некоторой самостоятельной целостностью».

При таком подходе от системы можно потребовать, чтобы уже на стадии разработки инструментарий совершенствовался постепенно, чтобы были ясны переходы от одного инструментария к другому, чтобы каждый элемент создавался с определенной целью для покрытия вполне фиксированной части проблемной области. Самое важное, чтобы при обучении, как и в ходе исследований и экспериментов, инструментарий можно было варьировать, модернизировать, заменять, в конце концов, тот, который

окажется менее производительным, не удовлетворяющим выдвигаемым требованиям, на более эффективный. «Здесь в качестве инструментальной системы выступает совокупность известных конструктору и творимых им пар: средство — решаемая задача (часть задачи)» [2].

Инструментальный подход помогает постепенно вводить отдельные трудные понятия и приемы с помощью специального набора инструментов, каждый из которых оттеняет выделенную сторону понятия, а в совокупности этот набор создает для каждого учащегося конкретный образ изучаемого средства. «Логика развития подсистемы требует, чтобы каждый новый механизм появился вместе с его привязкой к существующим средствам, возможности которых расширяются благодаря такой привязке, и с набором новых средств, покрывающих некоторую часть проблемной области» [2]. Это важнейшее свойство инструментальных систем вполне соответствует обеспечению последовательного усвоения фиксированных свойств инструментария и возможностям донести до учащегося некоторые новые формы и методы программирования.

Предложенный подход позволяет и саму модель специального языка рассматривать как реализованную часть некоторой инструментальной системы.

Состав и структура проблемной области диктуют свои требования к составу и структуре программного продукта. Среди этих требований некоторые особенно важны.

1) Обучение можно разбить на несколько разделов. Каждый раздел открывается знакомством учащихся с новой моделью специального языка, с той, на которой будут записываться алгоритмы этого раздела.

Вторая же часть раздела, опираясь на возможности, предоставляемые моделью языка, изученной в первой части занятий, знакомит учащихся с некоторыми новыми понятиями, формами и средствами программирования.

2) Каждое следующее занятие расширяет знания учащегося о предмете и опирается на целую совокупность понятий, введенных на предыдущих занятиях с текущей моделью или даже на других, пройденных ранее, моделях.

3) После того как необходимые средства программирования, предлагаемые первоначальной моделью, будут усвоены, можно перейти к другой модели, более сложной. Это делает обучение интересным. Новая модель, как правило, учитывает знакомство учащихся с понятиями, предложенными предыдущими моделями.

4) Углубление знаний можно рассматривать как ите-

ративный процесс. На более сложных моделях изучаются более тонкие средства программирования.

5) Постепенный переход к более формализованным и менее образным моделям завершается полным переходом на формальный язык (таким могут стать и Бейсик, и Пролог, и Паскаль).

6) В результате обучения учащиеся должны уметь писать программы на широко распространенном языке программирования и создавать свои собственные разработки небольших моделей специальных языков с отладкой и подключением их к общей инструментальной системе. Лучшие из них, доказавшие свою жизнеспособность, могут расширить систему.

Сформулированные выше требования проверялись и уточнялись в ходе экспериментов, проводимых авторами статьи с использованием Демонстраторов «Художник», «Танк» и «Лабиринт». «Художник» позволил учащимся овладеть умениями и навыками, необходимыми при составлении алгоритмов, коррекции и отладки программ, работе с отдельными структурными программными единицами. Демонстратор «Танк» сопровождал изучение синтаксически сложных конструкций: ветвящихся, циклических, рекурсивных алгоритмов и т. п. «Лабиринт» послужил не только тренажером, на котором учащиеся могли самостоятельно решать задачи, но и интересным средством развития у них логического мышления.

Решающим для всех специальных языков свойством является то, что каждый из них представляет собой некоторый набор средств для самостоятельного творчества учащихся: конструирования различных машин, рисунков, пейзажей, городов или даже игр. С первых же занятий учащиеся решают для себя одну из труднейших проблем современного программирования — общение человека с машиной. И с первых занятий машина превращается из ужасного электрического монстра в партнера по играм. Поэтому средства, предоставляемые моделями, должны быть яркими, выразительными, понятными без объяснений или легкообъяснимыми, а результаты конструирования — общеизвестными.

Несомненно, крупнейшим шагом в этом направлении стал язык ЛОГО, созданный в конце 60-х годов Сеймуром Пейпертом и его коллегами из Массачусетского технологического института [8]. Этот язык в настоящее время широко применяется при обучении детей информатике как в нашей стране, так и за рубежом. Нет необходимости об-

суждать вопрос о том, можно ли использовать ЛОГО целиком или только отдельные его подсистемы при обучении программированию учащихся младших классов. Представляется важным сам принцип визуализации действий, широко используемый в этом языке. Именно этот принцип и позволяет подключить к обучению важнейший из органов чувств — зрение — и ссылаться на неформальные и тем самым проще усваиваемые, знакомые зрительные образы. Это, на наш взгляд, и есть принципиально новое в языке ЛОГО. А какие именно подсистемы этого языка могут быть ассимилированы, какие же надо расширить или заменить — вопрос второстепенный, точнее говоря, технический.

Классификация специальных языков затрудняется их многообразием. Тем не менее она может оказаться весьма полезной при разработках новых специальных языков. Направления, по которым можно разделить, а затем и классифицировать такие языки, могут быть, например, следующими.

1) Классификация по способу общения учащегося с машиной. Возможно, что общение происходит на русском языке с помощью стандартных предложений или включает в себя разрешенные действия, сведенные в отдельную таблицу, или идет с помощью диалога, в котором активной стороной выступает сама ЭВМ, или что-либо такого типа.

2) Классификация по образам, возникающим в результате трансляции (или интерпретации). Если в результате трансляции программы, написанной на классифицируемом языке, на экране возникает соответствующий рисунок, то язык может быть отнесен к «изобразительным». Если из деталей, предлагаемых языком, надо провести сборку конструкции, механизма, дома, пейзажа и т. п., то такой язык можно отнести к «строительным». Возможно и построение некоторых ограниченных чисто «игровых» языков: пошаговых с гонками, поисковых с подсказкой типа «горячо — холодно», игр, связанных с освоением территорий, и т. п.

3) Классификация возможна и по объему и составу покрываемой проблемной области. Каждый специальный язык этого типа направлен на обучение, в некотором смысле, по фиксированной теме: циклы, блоки, логические переменные и т. п.

Чем интереснее получаемые в результате трансляций конструкции, тем, естественно, больший интерес к занятиям проявляют учащиеся. Конечно, надо, разрабатывая

систему, сделать все возможное, как предупреждают авторы в [1]: «Чтобы дисплей не превратился в обычный экран для демонстрации мультфильмов, чтобы учащиеся не были пассивны и не ограничивались примитивными действиями, нажимая на отдельные клавиши... Важно, чтобы они сами создавали сюжеты изображений, управляли цветом, движением объектов».

Есть еще один весьма существенный аспект проблемы обучения с использованием визуализации действий. Суть его в возможной неадекватности рассказанного учителем и воспринятого учеником. В схемах прямого взаимодействия: УЧИТЕЛЬ — УЧЕНИК адекватности удавалось добиваться, заставляя ученика вызубривать определения, которых, к сожалению, в программировании предостаточно. С усложнением схемы и превращением ее в схему УЧИТЕЛЬ — МОДЕЛЬ — УЧЕНИК сильно осложняется получение точной адекватности восприятия. Эта схема, как нетрудно догадаться, не только служит для получения знаний более «интересным способом», но и стимулирует формирование у учащегося различного рода «миражей», «призраков», «химер». Неформальные образы воспринимаются индивидуально и весьма индивидуально ассоциируются с известными ранее понятиями и образами.

Этот аспект проблемы обязательно надо учитывать при выборе и построении результирующей инструментальной системы обеспечения преподавания программирования по естественной схеме.

Если инструментарий выбран и разработан достаточно аккуратно, если к одним и тем же понятиям программирования можно подойти, используя различные инструменты, если в разных образах изучаемое понятие едино, то можно получить достаточно общий образ нужного понятия или средства. Во всяком случае, если в основу построения математического обеспечения будет положен инструментальный принцип, то можно с помощью модернизации инструментария добиваться получения все более и более адекватного понимания рассказанного учителем и воспринятого учащимся.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов И., Степанов М. Упражнения по графике ПЭВМ «АГАТ» // Информатика и образование. 1987. № 4.
2. Арлазаров В. Л., Диниц Е. А. К теории инструментальных систем // Системные исследования. Методол. проблемы: Ежегодник 1983. М., 1983.

3. *Григорьев С., Морозов М.* Давайте попробуем Пролог // Информатика и образование. 1987. № 4.
4. *Дуванов А.* Информатика без ЭВМ // Информатика и образование. 1987. № 3.
5. *Ершов А. П., Кушниренко А. Г., Лебедев Г. В.* и др. Информатика 9—10 // Учебно-методическое пособие. Москва, 1987.
6. *Полат Е.* Проблемы использования компьютеров в системе образования развитых капиталистических стран // Информатика и образование. 1987. № 4.
7. *Рубцов В., Марголис А., Пажитнов А.* Компьютер как средство учебного моделирования // Информатика и образование. 1987. № 5.
8. *Papert S.* Mindstorms: children, computers and powerfull ideas // MIT. Prentice— Hall, 1980.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ НТП И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

О ПРОТИВОРЕЧИИ ФОРМАЛЬНОГО И СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО В УПРАВЛЕНИИ ХОЗЯЙСТВОМ

В. И. ДАНИЛОВ-ДАНИЛЬЯН, А. А. РЫВКИН

Необходимость глубокого всестороннего изучения противоречий хозяйственного развития при социализме не вызывает сомнений. В данной статье анализируются некоторые аспекты лишь одного из экономических противоречий, присущих и социалистическому хозяйству, — между формальным и содержательным в управлении.

Процессы формализации и ее результаты весьма многообразны. Последние могут проявляться как юридические акты, административные установления, социальные традиции («неписанные законы»), но далее будут рассматриваться два основных экономических способа формализации: первый основан на денежном измерении затрат и результатов деятельности в товарном хозяйстве, второй — на использовании агрегированных показателей в плановом управлении.

Экономическая деятельность (в отличие от примитивного хозяйствования) немислима без измерений и соизмерений, а потому формальное в управлении экономикой необходимо. При этом, однако, содержательному аспекту управления, разрешению противоречия между формальным представлением и содержанием экономических явлений следует уделять не меньшее внимание, чем развитию самих формальных средств, схем и процедур. К сожалению, пока акценты в экономических исследованиях составлены иначе; например, задача конструирования какого-либо нового показателя всякий раз интересует исследователей куда больше, чем вопрос о том, как этот показатель «вращается» в хозяйство, как «живет» в реальной эконо-

мике, что будет противопоставлено его недостаткам (неизбежным, как у всякого формального средства), в том числе заранее неизвестным и непредвидимым. Среди экономистов еще распространено слепое доверие к числовым показателям, как если бы они при некоей правильной организации дела были совершенно точными и адекватно отражали реальность, — позиция, свидетельствующая о своего рода измерительном фетишизме.

ДОМИНАНТЫ ПОВЕДЕНИЯ: ЛИЧНАЯ И СОЦИАЛЬНАЯ

Образ «невидимой руки», как бы направляющей каждого хозяйственного агента к цели, «которая совсем и не входила в его намерения», но отвечает интересам общества, был использован А. Смитом лишь однажды [17. С. 34], хотя не будет преувеличением рассматривать эту идею в качестве одной из основополагающих для всей его экономической теории. Общество, согласно А. Смиту, должно лишь следовать законам «естественного права», а потому оберегать право частной собственности и свободной инициативы. В то же время область автоматического, как сказали бы теперь, развития экономических процессов, по Смиту, вовсе не безгранична. Считая вмешательство (именно вмешательство, а не участие) государства в экономические отношения «производителей — потребителей» не просто пагубным, а безумным [17. С. 35], он полагал, что обязанность этого же государства — «создание и содержание таких общественных учреждений и таких общественных работ, которые, будучи, может быть, в самой высокой степени полезными для обширного общества в целом, не могут, однако, своей прибылью возместить расходы отдельного человека или небольшой группы людей» [17. С. 314].

В этом высказывании А. Смита заключено, пусть не развитое в последовательную теоретическую концепцию, указание на недостаточность чисто конкурентного управления хозяйственными процессами. На необходимости «внеэкономического» решения проблем, связанных с крупномасштабными изменениями (в основном в сфере, которая, пожалуй, наиболее точно очерчивается современным термином *инфраструктура*), А. Смит не останавливался слишком подробно, наверно, потому, что роль государства в руководстве экономикой была гипертрофирована в воззрениях меркантилистов, с которыми он полемизировал.

А. Смита постоянно называют адептом самоорганизации и саморегулирования, и при этом подразумевается, будто он исходил из презумпции, что хозяйство должно функционировать только на этой основе. Однако на деле автор «Богатства народов» просто не относит к экономике, или по крайней мере к предмету своего анализа, то, что не устроено в соответствии с его постулатами. Именно в связи с этим А. Смит разделяет понятие *общества*, с одной стороны, и *государства* — с другой. Объектом своего анализа он избирает общество, другими словами, то, что образовалось и оформилось в качестве «торгового союза» производителей и потребителей, удовлетворяющих смитовским гипотезам об экономическом человеке, тогда как государство, по его мнению, должно быть занято совсем другим кругом проблем. В «Богатстве народов» можно найти немало свидетельств, что его автор особенно ценил выводы, полученные строго логическим образом из первоначальных посылок о роли человеческого своекорыстия, т. е. постулатов об «экономическом человеке». Почти все представители буржуазной политэкономии следующих поколений ничего другого в творчестве шотландского мыслителя и не видели; полное единодушие проявляют здесь даже такие антагонисты во многих иных отношениях, как крупнейший представитель немецкой исторической школы Г. Шмоллер (см., в частности [21. С. 95]) и один из лидеров направления, «скромно» именующего себя «великим неоклассическим синтезом», П. Самуэльсон. Последний пишет, что у экономистов-классиков «была склонность к догматизму; они считали, что можно вывести экономические законы таким же способом, каким выводят законы арифметики и логики, — не бросая даже взгляда на реальный мир рынков» [16. С. 794].

Обвиняя А. Смита в догматической приверженности постулатам, экономизирующим реальное социальное поведение человека (которую отчасти разъясняет Г. Бокль в своей «Истории цивилизации в Англии» [17. С. 365—366, 368—369]), сторонники исторической школы, а еще более — институционалисты пошли по пути определенного их расширения. У сторонников исторической школы анализ с формально-экономических позиций был дополнен архивно-документальным контекстом, институционалисты существенно усилили социально-правовой аспект исследования хозяйственных процессов. Но одно из главных противоречий в развитии хозяйства — между его формальным и содержательным представлением в знании —

осталось вне поля зрения как институционалистов, так и представителей исторической школы, тем более — других направлений немарксистской политической экономии.

Сосредоточившись на измерениях и соизмерениях, поздняя западная экономическая классика, неоклассика, лозаннская и венская школы выхолостили из своих исследований все, относящееся к несводимому, несоизмеримому, к переходу в иные сферы побуждений и ценностей. Нередко можно проследить, как в исследованиях по теории управления в общественных системах в различных формах продолжается эта явно порочная линия, приводящая не только к преувеличению роли материальных стимулов, но и к гипертрофированности роли «внешних» стимулов вообще. Между тем среди человеческих интересов и стимулов достаточно таких, которые изначально не являются экономическими, но лишь становятся или начинают казаться таковыми в соответствующих социальных условиях. Соображения, связанные с продвижением по службе, с удовлетворением таких эфемерных интересов, как, например, стремление к самоутверждению, погоня за престижностью положения, желание реализовать свою идею, стремление к популярности и т. п., — все это в той мере экономизируемые по сути своей мотивы поведения человека, в какой речь идет о благе для себя и о поведении с целью приобретения этого блага.

Признавая существование иных мотивов поведения, буржуазные экономисты, как правило, тут же отмечают, что и они «могут быть косвенно измерены в деньгах» [15. С. 69, тезис на полях]. Уже без оговорок А. Маршалл пишет: «...самым устойчивым стимулом к ведению хозяйственной деятельности служит желание получить за нее плату, которая ... затем может быть израсходована на эгоистичные или альтруистические, благородные или низменные цели, и здесь находит свое проявление многосторонность человеческой природы» [15. С. 69]. Именно так: многосторонность человека проявляется «затем», после того как он получит плату за хозяйственную деятельность.

Такие представления не только во многом определяют ракурс исследования в работах, посвященных проблемам стимулирования трудовой активности, но и, отражаясь в расхожих представлениях о функционировании и развитии хозяйства, управлении им, в различных экономических мифах, подчас непосредственно влияют на структуры

сознания, определяющие формирование мотивов трудовой деятельности.

Постулат совершенной конкуренции, провозглашающий каждого участника хозяйственной деятельности «экономическим человеком», нередко считают единственно возможным для экономической науки, не замечая ни его теоретической односторонности, ни историчности границ его целесообразного применения в анализе хозяйственных процессов. Рыночные отношения здесь, естественно, являются системообразующими; в силу их абстрагирующего характера (отношения между людьми предстают при этом как отношения между вещами) «экономический человек» по существу оказывается изолированным от общества в полном соответствии с Марксовой концепцией отчуждения; его деятельность в чем-то непременно воспроизводит иллюзорную сторону материальных отношений, и он должен стать богат и могуществен, чтобы гарантировать себе дальнейшее существование, или, еще лучше, — чтобы уметь превращать в благоприятствующую реальность собственные субъективные решения.

По существу для буржуазной политэкономии XIX — начала XX в. подобные схемы определяли и границы объекта политической экономии как науки и ориентировали на восприятие обсуждаемого типа социальной организации хозяйства как единственного, допускающего строгое исследование. В частности, для М. И. Туган-Барановского не было никаких сомнений в том, что «экономическая наука должна изучать не какое-либо иное, а именно свободное меновое хозяйство» [19. С. 19]. Однако Ф. Энгельс с полной определенностью утверждал, что положение вещей, соответствовавшее этому мнению, — исторически преходящее: «То, что дает нам до сих пор экономическая наука, ограничивается почти исключительно генезисом и развитием капиталистического способа производства» [3. С. 154].

Представим себе альтернативный тип хозяйства, который возможен только при полном господстве общественной собственности на средства производства и высоком уровне развития производительных сил. Будем предполагать, что каждый участник хозяйственного процесса призван действовать, решая конкретные экономические задачи, но отвечать перед обществом ему придется не только за достижение конкретных целей, но и за соответствие результатов народнохозяйственным интересам. Если первый вариант социальной организации, соответствующий схеме

совершенной конкуренции и моделям, непосредственно ее развивающим, в силу уже рассмотренных причин чрезвычайно удобен для применения дедуктивных методов исследования, обеспечивая их «естественным» измерительным инструментарием, то второму обычно вовсе отказывают в приложимости к нему методов экономического анализа. Не вызывает сомнений, что именно это имеет в виду М. И. Туган-Барановский, когда пишет: «...экономическая теория, изучающая „систему коллективности“, не может сложиться в точную науку о причинно-функциональных соотношениях хозяйства, как современная политическая экономия» [19. С. 19—20] или цитирует В. Зомбарта: «При строго социалистическом общественном устройстве политическая экономия, построенная на принципе причинности, была бы сущей нелепостью» [19. С. 20], а также других экономистов, социологов и правоведов. Но согласиться с таким мнением нельзя хотя бы потому, что реальный капитализм гораздо быстрее уходил от тех форм, которые послужили прообразом схем совершенной конкуренции, свободного рынка, а впоследствии их различных усложнений, обобщений и модификаций, чем развивались сами эти схемы, вследствие чего и вопрос о возможностях и тем более способах хотя бы косвенного их использования при анализе экономической жизни стал невероятно сложным.

Конечно, оба варианта социальной организации хозяйства, рассмотренные выше, в чистом виде являются гипотетическими, но они характеризуют две присущие человеку доминанты, которые необходимо учитывать при совершенствовании системы социально-экономического управления. Активная деятельность во имя личных, «свокорыстных» целей, как хорошо известно из опыта капиталистической формации, способна преодолеть, размыть, растворить, разрушить любые формальные (в общем смысле) ограничения, поставленные на ее пути. Это не раз подчеркивали К. Маркс, Ф. Энгельс и В. И. Ленин. Именно поэтому, используя материальные стимулы, расширяя сферу действия товарно-денежных отношений, необходимо учитывать, что подобные меры неизбежно активизируют такую деятельность с неотделимыми от нее проявлениями стихийности (в общей постановке этот вопрос блестяще проанализирован в «Анти-Дюринге»). Единственная возможность противостоять этой могучей стихии — организация систематической контрдеятельности, которая должна вестись с наименьшим упорством и быть направлена на

защиту интересов всего общества, т. е. на соблюдение наиболее существенных уложений действующего законодательства, на изучение реальных условий функционирования системы, на своевременную выработку и принятие новых актов.

В значительной своей части подобная деятельность должна быть инициативной и носить демократический, самостоятельный характер, опираясь на проявления «антисвоекорыстной» поведенческой доминанты. Сама необходимость активизации в настоящее время товарно-денежных отношений, расширения сферы кооперативной производственной и индивидуальной трудовой деятельности часто обосновывается именно недостаточным развитием заинтересованности в труде, рассогласованием ведомственных и местных интересов с народнохозяйственными, т. е. как раз недостаточной ролью «антисвоекорыстной» доминанты в поведении экономических агентов. Расчет при этом состоит в том, что первоначально следует сформировать (или восстановить) активный интерес к деятельности, труду, а потом переключить его естественно, постепенно на другую мотивацию — не индивидуальную, а общественную. Такие расчеты не лишены резона, важно лишь, чтобы средство, как нередко бывает, не заменило цель, чтобы соответствие цели было постоянно объектом общественного контроля.

Если историю общественных отношений при капитализме рассматривать в аспекте взаимодействия двух отмеченных доминант, то очевидно, что вторая постоянно находится в столь стесненном положении, а ее проявления так надежно регулируются, что выполняемые ею функции в процессах принятия решений оказываются как бы минимально необходимыми, но все же присутствуют. Без частичного высвобождения социальной доминанты и без совершенствования, в том числе экономического, путей регулирования иницилируемой ею деятельности, капитализм не смог бы обеспечить подтягивание производственных отношений к новому по характеру обобществления уровню производительных сил.

Социализм с первых же дней своей истории дал новую жизнь общественной доминанте, как бы поменяв ее места с доминантой «своекорыстия», которая оказывается подконтрольной и регламентированной. В первые же годы советской власти В. И. Ленин подчеркивает: социализм — это всенародный учет и контроль [6. С. 305—309; 7. С. 63, 199—202; 8. С. 75, 181, 184—187]. В этом содержится при-

знание неизбежности сохранения при социализме и «частной» доминанты социально-экономического поведения, и существенной формальности хозяйственных отношений. В то же время здесь указывается на необходимость обеспечения адекватной роли второй, «социальной» доминанты, функции которой явно подчеркиваются, и даже указывается тот конкретный способ, который обеспечит решение этой задачи. Потребность в таких переменах созрела уже в недрах предшествующей формации, в борьбе абстрактного и конкретного начал хозяйственной деятельности.

При анализе различных путей и способов совершенствования управления при социализме поиск разнообразных стимулов не должен заслонять от нас той мобилизующей силы, которая заключена в сознании общественной целесообразности и необходимости самой деятельности¹, в активной включенности в хозяйственные и социальные структуры.

Конкурентные концепции, во всех своих разновидностях рассматривающие каждого субъекта хозяйственной деятельности как «экономического человека», в конечном счете ведут к экономическому абстрагированию от человека. Присутствующее в них одностороннее преодоление сложности реальной хозяйственной жизни (см. [14])², достигаемое благодаря безоговорочному принесению в жертву всех иных человеческих качеств, кроме тех, которые соотносятся с желанием накапливать измеримые (а лучше — соизмеримые) символы личного (или локального) успеха, может стать — и это не раз демонстрировалось Вальрасом, Вальдом, Эрроу, Дебре и другими экономистами и математиками — основой некоторой достаточно строгой специальной теории. Такая теория сама по себе способна претендовать на объяснение отдельных сторон реальности. Однако подобную теорию, впрочем, как

¹ У нас часто вспоминают слова В. И. Ленина о том, что новое общество надо строить «не на энтузиазме непосредственно, а при помощи энтузиазма, рожденного великой революцией, на личном интересе, на личной заинтересованности, на хозяйственном расчете...» [9.С.151]. Здесь цитату обычно обрывают, но ведь В. И. Ленин говорит дальше, при каких условиях и по каким причинам нужен такой подход: «на хозяйственном расчете потрудитесь построить сначала прочные мостки, ведущие в мелкокрестьянской стране через государственный капитализм к социализму» [Там же].

² Превоначально данная статья составляла вторую часть статьи [14], написанной в 1983 г., но не была опубликована из-за превышения допустимого для журнала объема.

и любой прямолинейно конкретизированный теоретический подход, нельзя провозглашать основой реального бытия или нормативом, которому это бытие должно быть подчинено. Такого рода попытки лишь содействуют возникновению и распространению экономических мифов, которые закрепляются в сфере обыденного сознания и тем создают труднопреодолимые препятствия для объективного анализа актуальных проблем хозяйственного развития.

СИМВОЛЫ УСПЕХА И КОНКРЕТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Было бы полезно проследить, когда и как возникла идея управления народным хозяйством с помощью системы показателей, а потом была отождествлена сначала с идеей планирования, а затем и с представлениями о реализации принципа планомерности в хозяйствовании. Потребовалось бы специальное исследование по истории народного хозяйства и теории планирования, чтобы осветить этот вопрос. В данной статье мы не ставим перед собой такую задачу. Однако то обстоятельство, что в работах соответствующего профиля возникновение подобной идеи не обсуждается с должным тщанием, свидетельствует о ее восприятии как чего-то естественного, само собой разумеющегося и не заслуживающего особого внимания. Конечно, объективные основания для выдвижения идеи народнохозяйственного планирования на основе сквозных агрегированных показателей существовали, и неслучайно не раз высказывалась точка зрения, согласно которой определенному периоду социалистического строительства эта идея по сути своей была имманентна (см. также [12]).

Во-первых, она позволяла сформулировать некоторые альтернативы признанной за капитализмом ориентации на максимизацию прибыли, достаточно ясные и определенные при тех масштабах народного хозяйства и условиях его развития, которые были характерны для конца 20-х — начала 30-х годов. Тем самым как бы совершался отрыв социалистического планирования от развенчанной марксизмом ориентации на увеличение собственного богатства и личного могущества и при этом сохранялась основа для привычных калькуляций, сопровождающих хозяйственную деятельность.

Во-вторых, возможность отождествления состояний реального хозяйства со значениями совокупности экономических показателей подсказывалась многолетним опытом (и его теоретическими обобщениями) хозяйствования в условиях, когда каждый, даже крупный обособленный производитель был несравнимо мал по отношению к системе в целом и его индивидуальная судьба не могла заметно повлиять на состояние так называемых макроэкономических процессов в силу недостаточно высокого уровня обобществления производства.

В-третьих, перед Советской Россией стояли ясные цели, как представлялось, определявшие экономические перспективы на десятилетия: преодоление отсталости и разрухи, восстановление предприятий, индустриализация и электрификация, развитие добывающих отраслей и тяжелой индустрии, обеспечение обороноспособности. Приоритеты были жестко обозначены, а резервы можно было искать в способах природопользования и мобилизации трудовых ресурсов, в совершенствовании достаточно обособленного общехозяйственного воспроизводственного контура [14. С. 337—338]. Вот почему ориентация на сквозные агрегированные показатели, абстрактная и абсурдная по своей сути, в годы первых пятилеток как бы содействовала реализации важнейших целей хозяйственного развития, а призыв к перевыполнению плана, как правило, не оправданный в нынешней хозяйственной ситуации, оказывался «правильно ориентированным» политическим и экономическим лозунгом.

Классический капитализм в его абстрактно-теоретическом толковании способен воспроизводить присущие ему отношения лишь благодаря предельно возможному истреблению конкретности, подмене реальных целей накоплением абстрактных символов успеха — бумажных денег, ценных бумаг и т. д. «Наконец, пришло время, когда все, на что люди привыкли смотреть как на неотчуждаемое, сделалось предметом обмена и торговли и стало отчуждаемым... Это — время всеобщей коррупции, всеобщей продажности, или, выражаясь терминами политической экономики, время, когда всякая вещь, духовная или физическая, сделавшись меновой стоимостью, выносится на рынок, чтобы найти оценку, наиболее соответствующую ее истинной стоимости» [2. С. 73—74]. Эта ориентация на абстрактные ценности сохраняется и по мере развития капиталистической формации, поэтому модификация общественных отношений, связанная с управлением процес-

сами структурообразования на народнохозяйственном и мирохозяйственном уровнях, остается арьергардной, отражая лишь те вынужденные сдвиги, без которых невозможно дальнейшее сохранение самой системы частнособственнического производства.

При социализме планирование как социальная и политическая, а не только экономически обусловленная деятельность общества призвано способствовать восстановлению конкретности, истребленной при капитализме на высших уровнях хозяйственной активности. Между тем организационное обособление экономической науки, непрерывно усиливающееся ее самовосприятие в качестве отрасли знания, более близкой к «точным» наукам, нежели к обществоведению, — привело к ослаблению среди экономистов интереса к методологическим проблемам своей науки, к попыткам объявить абстрактно-экономический анализ реальности единственным подлинно экономическим методом. Абстрактно-экономический подход постоянно подсказывает практику достаточно простые и вполне формальные способы целенаправленного воздействия на всю социально-экономическую систему, обещая вполне конкретные результаты на уровне народного хозяйства в целом. При этом рассмотрение социально-экономической системы априорно сужено, и даже сама экономизация осуществлена согласно весьма односторонним представлениям о сути процессов, происходящих в народном хозяйстве, хозяйственном механизме, о постановке целей и путях их достижения.

Во-первых, неявно постулируется, что заслуживает внимания главным образом абстракция, т. е. выраженные в тех или иных обобщающих показателях формы взаимодействия между хозяйственными субъектами (отношения между социальными субъектами из рассмотрения не исключаются, просто фиксируется определенная сторона этих отношений).

Во-вторых, предполагается осуществимой возможность такого конструирования абстрактных форм взаимодействия, что будет обеспечено целесообразное (толкование этого термина — непростая самостоятельная задача) функционирование всей системы в целом.

В-третьих, считается возможным выделение некоторых ведущих абстрактных экономических характеристик, воздействие на которые способно обеспечить управление реальными и конкретными процессами в обществе.

В-четвертых, конкретная деятельность должна подчиняться движению абстрактных символов, и обсуждению подлежит лишь способ, в соответствии с которым это должно происходить.

Следование (далеко не всегда осознанное) этим предпосылкам неверно объяснять распространением математических методов в экономических исследованиях и управлении. Сформулированные предпосылки откристаллизовались до процесса «математизации» экономики и даже послужили одной из причин его неверного понимания: от математики ждали решения «вечных» экономических проблем, сугубо содержательных по своей сути. В частности, именно по этой причине до сих пор не уделено достаточного внимания тем новым методологическим проблемам, которые связаны с применением математических моделей в экономической теории и хозяйственной практике.

Приведенные здесь предпосылки неявно принимаются многими экономистами, а споры между ними в основном касаются частных вопросов; исходные методологические положения для их участников обычно остаются «за кадром». Известно, как много копий было сломано по поводу выбора общехозяйственного критерия оптимальности. Некоторые исследователи признают, что различные способы формализации общей цели по сути приводят к эквивалентным постановкам задач планирования, ибо с долгосрочной точки зрения нет принципиальной разницы в стремлении к максимизации производимого конечного продукта, фонда потребления или же темпов роста соответствующих показателей. Но даже те, кто готов вынести выбор цели за пределы собственно экономических суждений, нередко требуют, чтобы она актуально существовала, выражалась в абстрактных терминах и предполагала такую настройку хозяйственного механизма, которая обеспечит ее достижение только с помощью средств экономического стимулирования.

Вернемся теперь к идее управления экономикой на основе сквозных агрегированных показателей или же иной, более сложной системы, включающей и специализированные характеристики экономической динамики. Как только подобная идея возобладала и приобрела практическую направленность, хозяйственная реальность, ставшая в какой-то своей части воплощением этой идеи, выдвинула задачу — найти идеальный вариант системы управляющих показателей, которая при ее сращении с социальной и хозяйственной реальностью обеспечит социалистическое

общество адекватным ему хозяйственным механизмом. В итоге возник теоретический подход, при котором экономические символы, будучи вначале чем-то искусственным, в дальнейшем все плотнее замещают реальную хозяйственную жизнь, срастаются с нею, возводятся в ранг целей и средств (якобы, а иногда и на деле), регламентирующих и направляющих деятельность индивида, коллектива и общества.

Идея такой абсолютизации абстрактных показателей, пусть даже не осознаваемая отчетливо, направляет некоторых исследователей в поисках путей совершенствования управления хозяйством, поэтому необходимо анализировать те — несомненно, фантастические — формы общественных отношений, которые из нее вытекают. В этой связи уместна параллель с учением К. Маркса об отчуждении. Не развивая здесь эту тему, напомним лишь, что, в частности, отчуждение капиталистического государства К. Маркс связывал с тем, что общий интерес «принимает самостоятельную форму, оторванную от действительных — как отдельных, так и совместных — интересов, и вместе с тем форму иллюзорной общности» [1. С. 32]. При зрелом капитализме, в условиях господства превращенных форм капитал из отношения превращается в вещь, но «такую вещь, которая содержит в себе, проглотила в себя общественное отношение, — в вещь, обладающую фиктивной жизнью и самостоятельностью, вступающую в отношение с самой собой, в чувственно-сверхчувственное существо» [5. С. 507]. В последнее время идея нереализуемости системы управления социалистическим хозяйством, опирающейся исключительно на абстрактные показатели³, обсуждалась неоднократно; из многочисленных публикаций, так или иначе затрагивающих эту тему, отметим

³ Не следует смешивать идею конкретности планирования с планированием на основе натуральных показателей — последние могут оказаться ничуть не менее абстрактными, чем стоимостные. Например, длительная ориентация Минчермета СССР на рост натуральных показателей производства чугуна и стали привела к тем же (широко обсуждаемым в последние годы) последствиям, к которым ведет любое принижение конкретности: относительно ухудшилось качество металла, структура отрасли формировалась с тем, чтобы благоприятствовать расширению производства абстрактно «выгодной» продукции, и т. п. В этой связи подчеркнем, что дело не в противопоставлении стоимостных и натуральных показателей, а в поиске отвечающих современным условиям решений также и вне рамок этой дилеммы.

[18] (в свою очередь, мы касались ее в [12; 13] и других статьях).

Конечно, вряд ли кто-либо станет отрицать значение развитой и совершенствующейся системы измерителей в качестве средства анализа хозяйственной деятельности и одного из средств управления ею. Такие показатели — важные помощники при оценке вклада объединения, предприятия или его подразделений в общее дело, если они удачно приспособлены к особенностям технологического процесса, к сложившимся или формирующимся в коллективе отношениям. Но стоит только абсолютизировать роль таких показателей, станет ощутимо негативное воздействие этого решения на всю народнохозяйственную деятельность.

К результатам формализации экономических представлений на основе преувеличения роли измерительной функции следует отнести и идею внедрения равновесных цен в практику как панацеи от всех или, во всяком случае, наиболее существенных недостатков действующего хозяйственного механизма. Сторонники этой идеи упускают из виду ряд существеннейших обстоятельств.

Во-первых, функции системы цен многообразны, более того, отчасти противоречивы, и абсолютизировать одну из них — обеспечение равновесия спроса и предложения — неправомерно. Иногда возражают, что если цены выполняют эту функцию, то все остальные выполнены автоматически, однако доказать это можно разве что для модели, абстрагирующей от важнейших аспектов реальности. Кроме того, всякая функция цен, направленная на текущее регулирование, в том числе и на балансировку спроса и предложения, с большой вероятностью противоречит долгосрочным целям развития, если оно ориентировано на преобладание интенсивных факторов. Такие цели всегда связаны со структурными перестройками, а цены, определяемые текущей ситуацией, порождаемые существующей структурой, заведомо содействуют ее закреплению, а не преобразованию. Вот почему противоречие между краткосрочным и долгосрочным аспектами в ценах не может быть разрешено, оно может быть только ослаблено путем усиления конкретности в планировании.

Во-вторых, цены равновесия — абстракция, которая довольно точно отражала реалии капиталистической экономики в домонополистическую эпоху. Однако уже лет сто назад начался процесс вытеснения равновесных (точнее, относительно близких им по способу формирова-

ния) цен монопольными. В развитых капиталистических странах и на мировом капиталистическом рынке этот процесс давно завершился, вследствие чего тезис К. Маркса «издержки производства отнюдь не регулируются отношением между спросом и предложением, а, наоборот, сами регулируют это отношение» [4. С. 210] — не только остается верным, его значение усиливается. Монопольные цены качественно отличны от собственно равновесных, т. е. цен «свободного» рынка, соответствующего схеме совершенной конкуренции, хотя эта разница и незаметна, например, туристу, с позиций «здравого смысла» разглядывающему витрины магазинов. Хорошо известно, что полное удовлетворение платежеспособного спроса при отсутствии затоваривания возможно при различных уровнях цен (в том числе и при социализме), так что равновесие спроса и предложения не является ни необходимым, ни достаточным свойством хорошей системы цен.

В-третьих, все «хорошие» свойства равновесных цен, даже если они существуют, могут проявиться лишь в условиях широкого простора для действия товарно-денежного механизма. Между тем его использование неизбежно контролируется структурами социального управления, ориентированными на достижение целей внеэкономического плана.

В-четвертых, совсем неясным остается вопрос о том, как перейти к равновесным ценам, даже если допустить, что они существуют и обладают достаточно «хорошими» свойствами, в условиях существенно невыпуклых, неопределенных, дискретных зависимостей в хозяйстве (см. также [13]). Вычислить их в одно- или многомодельной системе оптимального планирования, детализированной до многих сотен тысяч ограничений, конечно, нельзя. Действовать же методом последовательных приближений в самой реальности, т. е. повышать или понижать цены в зависимости от того, имеется ли дефицит или излишек, вряд ли правомерно, поскольку это ведет к такому изменению реальных доходов тех или иных групп населения, что им вряд ли можно пренебречь.

В-пятых, переход к равновесным ценам, даже если он возможен и целесообразен, должен сопровождаться весьма радикальными изменениями в хозяйственном механизме, в том числе направленными на обеспечение устойчивости равновесия; однако пока комплекс таких изменений не задан конструктивно и не обоснован.

Сказанное отнюдь не означает, что в принципе целесообразность изменений цен, в том числе и направленных на достижение лучшей сбалансированности предложения и спроса, отрицается. Дело лишь в том, чтобы обеспечение такой сбалансированности не считать самоцелью, чтобы, как и во всех иных случаях, стремиться по возможности полно предвидеть последствия реализации принимаемого решения, среди которых нельзя исключать и нежелательных, и вовсе недопустимых.

Еще одним следствием формализации экономических представлений является чрезмерное значение, которое многими экономистами придается перестройкам организационных структур. Ф. Энгельс писал, что «средства для устранения обнаруженных зол должны быть ... налицо — в более или менее развитом виде — в самих изменившихся производственных отношениях. Надо не *изобретать* эти средства из головы, а *открывать* их при помощи головы в наличных материальных фактах производства» [З. С. 278]. Иначе говоря, совершенствование организационных структур управления должно соответствовать реальным производственно-технологическим, экономическим и социальным обстоятельствам, условиям развития, а не превращаться в бездумное формотворчество.

ПРОТИВОРЕЧИЕ МЕЖДУ ФОРМАЛЬНЫМ И СОДЕРЖАТЕЛЬНЫМ И ПУТИ ЕГО РАЗРЕШЕНИЯ В СОЦИАЛИСТИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКЕ

В предыдущих разделах наряду с негативными последствиями абсолютизации роли формального инструментария в управлении экономикой мы неоднократно отмечали неприемлемость другой крайней позиции, связанной с пренебрежением к стоимостным и иным формальным или тяготеющим к формальности механизмам как средствам, полезным при обеспечении нормальной хозяйственной деятельности при социализме. Проблема не в полной замене формального содержательным (или наоборот), а в адекватном разрешении противоречия между этими двумя сторонами экономического бытия, поэтому в той мере, в какой измерения и сопровождающий их процесс агрегации останутся составной частью хозяйственных решений, она будет актуальной, а способ ее разрешения — одной из

существенных характеристик социально-экономических отношений в обществе.

Согласно представлениям, развитым еще классической школой буржуазной политической экономии, для капитализма характерно господство стоимостных, а следовательно, и формальных отношений. Однако в рамках этой формации содержательное вовсе не перестает быть существенным — важен способ разрешения противоречия между формальным и содержательным, и он таков, что предпочтение формальным стимулам перед содержательностью хозяйственной деятельности отдается во всех случаях, когда возникает возможность это предпочтение реализовать. В хозяйстве, ориентированном исключительно на формальные оценки и не ставящем никаких преград движению в соответствии с отвечающей им логикой, неизбежно возникают острейшие структурные диспропорции; такое хозяйство неспособно существовать длительное время, и неизбежно должно быть ввергнуто в тяжелейший кризис.

Наряду со всеобщим стимулом (который всегда формален, если он измерим) в капиталистической экономике действуют антистимулы. Они весьма многочисленны и несходны, но наиболее существенными являются разнообразные формы риска. Это, конечно, риск в его текущем экономическом понимании, т. е. измеримый в тех же единицах, что и всеобщий стимул. Кроме того, на карту может быть поставлено существование экономического агента, и подобная угроза несоизмерима с обычными для текущей деятельности потерями. Наконец, серьезные кризисные явления в хозяйственной жизни могут перерасти в кризис политический, т. е. способствовать изменению революционного характера.

Важную роль играет предвидение производителем последствий своей деятельности, долгосрочный прогноз, толкающий его к решениям, которые противоречат стремлению к текущей или краткосрочной выгоде, не соответствующей конъюнктуре рынка. Этот фактор становится все более значимым по мере удаления капиталистического хозяйства от схемы «совершенной конкуренции», усиления монополий, регулирующей роли государства.

При социализме не может ставиться задача отказа от формальных, в том числе и стоимостных методов организации хозяйственной деятельности, равно как и от использования рынка, понимаемого в широком смысле. Не может потому, что попытки подчинить целиком хозяйственную

деятельность общественно осознанной необходимости и соответственно выбранным мерам централизованного воздействия вовсе не равносильны восстановлению конкретности и содержательности в противовес абстрактности и формальности и еще не гарантируют «введения» планомерности взамен стихийности. Лишь в особых условиях — индустриализация, военное время — такое подчинение казалось оправданным, ведущим к решению обозримых и четко поставленных задач. В иной ситуации оно неизбежно влечет появление специфических форм отчуждения деятельности, обособление ведомственных и местных интересов от народнохозяйственных, постепенный отказ от подлинно содержательного подхода к принимаемым решениям, который вытесняется вновь изобретенными способами формальной оценки хозяйственной деятельности, тяжкие социальные недуги и перерождение хозяйственных структур.

Вместе с тем для социалистического общества принципиально невозможна организация хозяйства исключительно на основе формальных критериев управления, будь то рынок или планирование, ограничивающееся какой бы то ни было системой сквозных агрегированных показателей. Иначе пришлось бы либо смириться с восстановлением конкретности и содержательности через кризисы, либо признать необходимым постоянное директивное вмешательство в текущее функционирование хозяйственных структур. Первая из этих альтернатив заведомо неприемлема, в условиях же второй, как позволяет утверждать имеющийся опыт, затруднено функционирование обратной связи, призванной своевременно информировать об узких местах в хозяйственной системе, ошибках в управлении, резервах и т. п. И действительно, если хозяйственные решения принимаются лишь в соответствии с абстрактными, формальными экономическими характеристиками, избежать кризисного восстановления пропорций можно только путем «насильственного», т. е. не опирающегося на действующую систему показателей, вмешательства в экономику.

Во всяком случае, стоимостные характеристики — если их применение базируется на развитой системе финансовых отношений и денежного обращения — обладают важными достоинствами, отнюдь не очевидными в случае любых других показателей. Главное из этих преимуществ заключается в обеспечении достаточно надежной обратной связи, в создании для всех участников хозяйственной дея-

тельности естественных ограничений и стимулов, в укреплении ответственности и в формировании условий, при которых быстро выявляются экономически нерентабельные предприятия.

Из приведенных рассуждений вытекают следующие выводы.

Во-первых, формальные экономические отношения, будь то рыночные или основанные на ином способе определяемых сквозных агрегированных показателях, не имманентны принципу плановости, который по своей сути связан с конкретными и содержательными решениями.

Во-вторых, стоимостные показатели, если их использование организовано достаточно последовательно, т. е. затрагивает механизм ценообразования, сферу финансирования и т. д., обладают рядом свойств, делающих их предпочтительнее в качестве ориентиров хозяйственной деятельности в сравнении с иными сквозными агрегированными характеристиками.

В-третьих, организовать функционирование хозяйства без формальных экономических показателей, выполняющих роль ориентиров деятельности, вряд ли возможно.

В-четвертых, отказаться от принципа плановости в качестве ведущего при выработке хозяйственных решений нельзя, ибо это вызовет не только огромные издержки, свойственные стихийно функционирующей экономике, но и приведет к серьезной деформации воспроизводственной структуры хозяйства.

В сформулированных выводах содержатся и требования, которые, на наш взгляд, следует предъявлять механизму управления народным хозяйством. Эти требования противоречивы, а потому удовлетворяющий им в совокупности экономический механизм может обеспечивать лишь паллиативные решения.

Например, после того как в последние годы была осознана специфика долгосрочных и крупномасштабных решений, появилась точка зрения, как бы примиряющая плановость, т. е. содержательную конкретность, с управлением по формальным критериям: долгосрочные и крупномасштабные решения нужно принимать в соответствии с результатами содержательного анализа, сугубо конкретно, а маломасштабные — согласно формальному подходу. В такой позиции есть определенное рациональное зерно, но имеются и существенные слабости: в самом деле, многократно принимаемые «малые» решения

в совокупности — уже не маломасштабное явление, а потому нельзя не учитывать связанных с массовостью таких решений долгосрочных последствий. Кроме того, сказав, что долгосрочные, в том числе и крупномасштабные, решения нужно принимать в соответствии с содержательными критериями, мы лишь вынесли эту область за рамки «традиционной» экономической науки, но не дали ответа на вопрос, как следует организовать процесс их принятия.

Итог, хотя и может показаться неутешительным, вполне закономерен. Было бы более поразительно, если бы для социализма существовала возможность ведения хозяйства на основе «чисто экономических» принципов. Даже современный капитализм, как мы видели выше, не дает примеров «чистого экономического».

На практике разрешение противоречия между содержательным и формальным в управлении хозяйственной деятельностью осуществляется благодаря активному участию в решении каждой конкретной проблемы управления всех, кто в ней «задействован». Поэтому особенно важными оказываются способы обсуждения решений, приемы формирования информации и условия доступа к ней. Как вести экспертизу проектов? Каковы функции экспертизы? Как организовать работу над прогнозными и предплановыми документами, дающими оценку последствий реализации возможных альтернативных решений? Принимать ли во внимание и как именно позицию специалистов, оставшихся в меньшинстве, или тех, кто предлагает не разделяемую остальными, но подробно аргументированную точку зрения?

Все поставленные вопросы — их список нетрудно продолжить — не имеют на первый взгляд отношения к собственно экономике; они, скорее, являются вопросами социально-организационными. Однако именно от ответа на подобные вопросы зависят сегодня и экономическое развитие, и ускорение научно-технического прогресса, и, что особенно важно, последовательное исключение из хозяйственной практики ненужной, бесполезной, а то и вредной для общества деятельности, даже если это может привести к временному снижению стандартных, т. е. формальных, экономических показателей, — зависят гораздо сильнее, чем от чисто экономического анализа механизма управления.

Конечно, и социальные, и экономические отношения нужно совершенствовать одновременно. Однако подчерк-

нем, что социализм как формация может поставить содержательное на приоритетное место по сравнению с формально-экономическим только благодаря совершенствованию социального механизма принятия решений. К этой сфере относятся и сдвиги в экономическом мышлении, и повышение роли трудовых коллективов в управлении, его дальнейшая демократизация.

Социализм не отказывается от формально-экономического, в частности стоимостного, инструментария как одного из важнейших средств измерения, соизмерения, стимулирования и ограничения хозяйственной деятельности. Но социализм предполагает — и должен осуществлять! — постоянный контроль за функционированием этого инструментария, его корректировкой, а также принятием важнейших структурообразующих решений в соответствии с содержательными приоритетами.

Учету и контролю в качестве базовых средств социального управления хозяйственной деятельностью при социализме принадлежит особая роль. С помощью этих средств В. И. Ленин предполагал обеспечить развитие подлинно социалистических отношений при сохранении формальных ориентиров деятельности для отдельных хозяйственных единиц. К сожалению, совершенствование форм учета и способов контроля в последние десятилетия велось главным образом абстрактно-теоретически, не встречая должной заинтересованности среди практиков. Более того, практика даже сделала ряд шагов назад по сравнению с периодом первых пятилеток. Можно без особого преувеличения сказать, что учет до сих пор остается в основном бухгалтерским, а контроль стал в значительной мере ведомственным и потому малоэффективным. Снижению действенности контроля способствует недооценка социальных последствий, связанных с фиксированной дифференциацией контрольных служб в соответствии с ведомственной и территориальной принадлежностью подконтрольных учреждений, организаций, хозяйств. В результате проверки превращаются в рутинную процедуру. В деле учета и контроля очень медленно пробивает дорогу научно-технический прогресс, в то время как во многих других странах изобретения в этой области ценятся ничуть не меньше, чем в любой другой.

Можно назвать ряд конкретных мер, в основном социально-управленческого и технологического характера, которые способствовали бы не только своевременному обнаружению негативных последствий применения фор-

мальных методов управления хозяйственной деятельностью, но уже самим фактом существования соответствующих процедур уменьшали бы возможность неадекватных и незаконных решений.

Во-первых, следует отметить развитие систем автоматического учета и регистрации. База для этого имеется — достаточно широкая сеть АСУ, в том числе АСУ ТП. Однако доступ к программному и технологическому обеспечению таких систем должен быть ограничен.

Во-вторых, необходимо обеспечить сплошную маркировку продукции, снабжая каждый выпускаемый предмет своим порядковым номером.

В-третьих, необходимо совершенствовать формы учета денежных средств, получаемых и расходующих населением. Должно происходить постепенное вытеснение «обезличенных» денег расчетными средствами, поступление и расходование которых аппаратно фиксируются.

В-четвертых, целесообразно рассмотреть возможность строгого разделения по сортам, типам, внешнему оформлению и т. п. продукции, предназначенной для личного и общественного потребления, — бытовые приборы, строительные и отделочные материалы и т. д., а также продукции, производимой общественным и личным хозяйством.

В-пятых, целесообразно более внимательно изучить возможность и формы возрождения системы потребительской кооперации в ее первоначальном виде, когда пайщикам было доступно непосредственное участие в формировании заказов, в распределении товаров, контроль за всеми торговыми операциями.

В-шестых, следовало бы создать сеть хозрасчетных лабораторий, выполняющих по заказам, в том числе от населения, профсоюзных и других общественных организаций, контроль качества товаров и их соответствия стандартам. Обнаружение такими лабораториями отклонений от нормативов должно служить основанием для санкций в пользу потребителя (в этом случае виновный возмещает и расходы на проведение исследования).

Перечень подобных мероприятий можно было бы продолжить; каждое из них нуждается и в специальном обосновании, и в тщательном изучении всех возможных последствий, и в проведении экспериментов, которые не всегда легко организовать. Видимо, еще большее значение имеет активизация участия трудовых коллективов в

управлении предприятиями (см., в частности [16; 20]). Для нас важно было указать здесь примеры направлений, в которых может осуществляться поиск специальных решений, необходимых для обеспечения нормального функционирования экономического механизма, опирающегося на формальные, в том числе стоимостные, показатели.

Конечно, любые технические новшества, связанные с совершенствованием учета и контроля, окажутся мало-результативными, если не будет поддерживаться обстановка заинтересованности в выявлении истинного положения дел, в серьезном и всестороннем анализе последствий принимаемых решений. Сегодня такие требования сформулированы со всей остротой. Партия осудила как вредную практику подмены партийными органами хозяйственных руководителей в борьбе за достижение плановых показателей. В этом содержится глубокий теоретический смысл. Хозяйственные руководители в силу своего положения сами заинтересованы в достижении лучших формальных результатов. Однако далеко не каждый успех, регистрируемый показателями или рынком, является таковым по существу. Вовремя обнаружить подобный разрыв, вскрыть его причины — таковы важнейшие задачи, социальные по своей природе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 3.
2. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 4.
3. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 20.
4. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 25, ч. I.
5. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 26, ч. III.
6. Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 34.
7. Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 35.
8. Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 36.
9. Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 44.
10. Бокль Г. История цивилизации в Англии. СПб., 1864. Т. 2.
11. Бузгалин А. В., Колганов А. И. Специфически социалистические (коммунистические) факторы и стимулы интенсификации. (Препринт доклада.) М., 1985.
12. Данилов-Данильян В. И., Рыбкин А. А. О методологических принципах совершенствования управления народным хозяйством/ Экономика и мат. методы. 1980. Т. 16, вып. 4.
13. Данилов-Данильян В. И., Рыбкин А. А. Основные принципы оптимизационного подхода и возможности его реализации // Системные исследования: Методол. проблемы. Ежегодник, 1983. М., 1983.
14. Данилов-Данильян В. И., Рыбкин А. А. Воспроизводственный

аспект экономического развития и некоторые проблемы управления // Экономика и мат. методы. 1984. Т. 20, вып. 2.

15. *Маршалл А.* Принципы политической экономии. М., 1983. Т. 1.
16. *Самуэльсон П.* Экономика. М., 1964.
17. *Смит А.* Исследование причин и природы богатства народов. М., 1962. Т. 2.
18. *Сухотин Ю. В.* О мотивационном аспекте хозяйственного управления // Экономика и мат. методы. 1983. Т. 19, вып. 2.
19. *Туган-Барановский М. И.* Основы политической экономии. 4-е изд. Рига, 1924.
20. *Угаров В. И.* Прогрессивная мысль — производству. Фрунзе, 1981.
21. *Шмоллер Г.* Народное хозяйство, наука о народном хозяйстве и ее методы: Хозяйство, нравы, и право. Разделение труда. М., 1902.

ОСНОВАНИЯ И ПРИНЦИПЫ МЕТОДОЛОГИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Б. В. СЕДЕЛЕВ

Любое исследование количественных закономерностей природы, претендующее на научную и практическую ценность, должно проходить через ряд важнейших этапов.

На начальном этапе определяются объект и цель исследования. Затем на основе изучения всего объема имеющихся в отношении объекта данных и знаний выявляются его наиболее существенные свойства и закономерности развития, разрабатывается (в понятиях и на языке той науки, к которой относится объект, например экономики) его теория.

Для того чтобы стало возможным надежное количественное исследование объекта, необходимо перейти к понятиям и языку математики (или в случае необходимости разработать новую понятийную структуру) и построить математическую теорию объекта.

На основе качественной и математической теорий объекта разрабатывается его модель, а затем и методы анализа отраженных в модели важнейших свойств и закономерностей развития объекта.

Соединяя с помощью указанных методов модель объекта и имеющуюся в отношении него статистическую информацию, мы производим верификацию модели, узнаем степень ее соответствия реальности. В случае недостаточного соответствия полученные результаты используются для уточнения важнейших свойств объекта, представлений о закономерностях его развития и его математической теории — вдоль по всей цепочке.

При положительном исходе очередной верификации методология исследования считается разработанной, и можно реализовать конечную цель исследования — получение об объекте новых знаний.

В данной работе, посвященной современной эконометрии, мы сосредоточим свое внимание именно на вопросах методологии, на степени их согласованности с основаниями и принципами методологии исследования реальных (в нашем случае — экономических) объектов.

Обсуждая свойства данных объектов и отражающих их наблюдений, традиционная эконометрия исходит из посылки о их соответственно вероятностной и статистической природе. Это позволяет ей сразу же апеллировать к аппарату теории вероятностей и математической статистики, и прежде всего к методам регрессионного и корреляционного анализа, основанным на теореме Гаусса — Маркова и подобных ей (например, теореме Фриша — Боу).

Эта посылка (наряду с другими, которые мы обсудим позже) лежит в основании методологии эконометрии, и степень ее обоснованности в существенной степени определяет обоснованность самой методологии. Она (посылка) принята всеми авторами эконометрических трудов и уже поэтому получила статус научной истины. Но как обстоят дела в действительности?

Обратимся с этой целью к экономическим процессам и отражающим ход их развития временным рядам. В отличие от физических, биологических и технических процессов с их возможностями планирования эксперимента, экономические процессы принципиально неповторимы, а соответствующие им наблюдения — временные ряды представляют собой единственные реализации показателей данных процессов.

В этих условиях нельзя оценить не только такие полные характеристики экономических процессов, как законы распределения вероятностей, но и важнейшие параметры этих распределений — математические ожидания. Если же отсутствует возможность измерения как безусловных, так и условных математических ожиданий показателей, то вправе ли мы считать, что располагаем научно обоснованной, проверяемой по результатам наблюдений, математической (регрессионной, корреляционной) теорией данных объектов?

Это не единственный вопрос к методологии традиционной эконометрии, однако чтобы дать ей оценку в целом, необходимо провести специальный анализ. Мы будем опираться на работы [1; 2], ограничиваясь рассмотрением того, что может быть определено как методология теоретической эконометрии. Кроме того, во второй части работы мы изложим основания и принципы предлагаемой нами методологии, а также подведем итоги сопоставления обеих методологий эконометрии.

В методологическом плане эконометрия ставит своей целью разработку такого набора спецификаций моделей в математической форме, методов оценки их параметров и проверки оцененных моделей, который позволил бы для каждой из моделей «либо прийти к выводу о достаточной реалистичности получаемой с ее помощью картины объекта, либо признать необходимость оценки иной спецификации модели» [1. С. 15].

Нам предстоит выяснить, как реализована эта установка фактически, иначе говоря, каковы основания и принципы методологии теоретической эконометрии, что представляет собой ее объект и согласованы ли свойства различных математических моделей со свойствами этого объекта. В конечном счете нам необходимо ответить на следующий вопрос: насколько существующая методология теоретической эконометрии отвечает потребностям количественных исследований конкретных объектов экономики?

В работе [1. С. 123] начальная спецификация модели дается в форме априорного (без предварительного изучения свойств объекта) постулирования линейной регрессионной модели со свободным членом.

В отношении входящих в нее величин предполагается следующее: функция (объясняемая переменная) и ошибка модели случайны; факторы (объясняющие переменные) не случайны и линейно-независимы; параметры модели (свободный член и коэффициенты при факторах) неизвестны; закон распределения ошибки считается либо нормальным, либо неизвестным; математическое ожидание ошибки равно нулю, дисперсия постоянна, значения ошибки либо попарно некоррелированы (в случае нормального закона), либо стохастически независимы (в случае неизвестного закона).

Ставится задача — разработать такой метод оценки параметров модели и дисперсии ошибки, который бы обеспечивал соответствующим оценкам свойства несмещенности и эффективности. Оценка (в теории под этим понимаются не реальные действия, а описание соответствующих процедур) производится на основе наблюдаемых значений функции и факторов модели, пронумерованных от единицы до некоторого (произвольного, но конечного) числа.

В математической статистике доказана теорема Гаусса—Маркова, в соответствии с которой линейные оценки параметров указанной выше регрессионной модели, полу-

ченные с помощью метода наименьших квадратов, обладают свойствами несмещенности и эффективности.

Итак, осуществлена (постулирована) начальная спецификация модели и указан согласованный с ней метод оценки. Но почему теоретическая эконометрия не говорит ничего (по крайней мере, явным образом) про объект своего исследования? Каков он, каковы его свойства? Может ли объект эконометрии обладать свойствами многих или даже любых конкретных экономических объектов?

Из анализа приведенного выше материала по спецификации модели следует, что в качестве объекта эконометрии выступает некоторый математико-статистический объект, показатели которого (функция и факторы модели) описываются либо случайными величинами, либо случайными стационарными рядами, либо случайными временными рядами (в виде суммы тренда и стационарного ряда с нулевым математическим ожиданием). Таким образом, в объекте эконометрии исследователи конкретных объектов должны видеть то, что ранее было определено как математическая теория объекта.

Сразу же возникает множество вопросов, но будем последовательны в стремлении понять теоретическую эконометрию и ее методологию. Начнем со следующего вопроса — не является ли линейный характер «общей линейной модели» ее главным практическим недостатком?

Конечно, постулированный тип модели (линейной в отношении оцениваемых параметров, но не вида факторов) является существенным ограничением на возможности исследовать все конкретные экономические объекты. Особенно на ограниченной практической ценности «общей линейной модели» настаивают математики, работающие (или знакомые) с нелинейными методами. Однако экономисты и эконометрики, исследующие реальные (экономические) объекты, уверены, в свою очередь, в почти универсальных возможностях «общей линейной модели» и сводимых к ней (первоначально нелинейных, но линеаризуемых с помощью специальных методов) моделей.

В пользу линейности постулированной в теоретической эконометрии модели говорит и следующий убедительный довод: «...из всех возможных объясняющих переменных в спецификацию включается лишь их небольшое подмножество, т. е. мы можем говорить только об аппроксимации моделью некоторых, по-видимому, достаточно сложных, но неизвестных нам взаимосвязей» [1. С. 16]. Заключительная часть фразы — определяющая: экономические

объекты в отличие от объектов природы и техники наблюдаются исключительно косвенным и неполным образом (как правило, через экономическую литературу о них и публикуемую статистическую отчетность). Отсутствие возможностей для планирования эксперимента не позволяет математически определенно вскрыть характер взаимосвязей приведенных в отчетности показателей экономических объектов, чтобы затем отразить его в модели объекта.

Поэтому линейность не может рассматриваться в качестве главного (тем более — главного практического) недостатка постулированной математической модели.

Тем не менее опора на предположения относительно общей теории объекта и его модели (вместо систематизированного исследования) привела к тому, что для временных рядов с трендами общая линейная модель оказывается «физически» нереализуемой.

На первый взгляд это не так: в теоретической эконометрии рассмотрены регрессионные модели для временных рядов с параболическими и иного вида трендами, реализуемость которых ни у кого не вызывала сомнений.

Дело, однако, в том, что это модели для единственного временного ряда, описывающие его компоненты (тренд и стационарные колебания относительно него) в явном виде. Мы же говорим о случае, когда модель связывает ряд показателей (функцию и факторы), каждый из которых описывается своим временным рядом. В отношении последней теоретическая эконометрия просто не ставила указанного выше вопроса, априори исходя из реализуемости общей линейной модели.

Общая линейная модель, как отмечалось ранее, является общей линейной регрессионной моделью. В силу этого она обладает следующим свойством: соответствующая ей линия (гиперплоскость) регрессии должна проходить через точку среднеарифметических значений функции и факторов. Выполняется ли это свойство для указанного выше объекта?

Так как точка среднеарифметических значений принадлежит пространственно-динамической, а не просто пространственной траектории (регрессии), то ей должны отвечать общие, одни и те же для всех координат (функции и факторов) моменты времени.

Характер трендов временных рядов весьма разнообразен. В частности, они совсем не обязательно должны быть линейными функциями времени или, в более общем случае, принадлежать после вычитания константы к классу

симметричных относительно средней точки отрезка наблюдения функций. Поэтому наиболее вероятно, что указанные моменты времени будут отличаться друг от друга и притом существенно. Но нереализуемость среднеарифметических значений в виде точки линии регрессии означает «физическую» переализуемость общей линейной модели для объектов, показатели которой заданы временными рядами.

Единственный «физически» реализуемый случай такой модели — простая регрессия, функция и единственный фактор которой описываются временными рядами с линейными трендами. Для многофакторной регрессии линейность трендов приводит к возникновению других недостатков, природу которых мы обсудим позже.

Конечно, выявленный недостаток относится всего лишь к одной из множества предлагаемых в традиционной эконометрии спецификаций модели в математической форме. Среди них отметим модели для коррелированной ошибки, для ошибки с переменной (например, зависящей от величины объясняемой переменной) дисперсией, для случая, когда не только функция и ошибка, но и факторы являются случайными и т. д. Ну, не подошла одна из моделей, можно взять другую — их много.

Однако проблема гораздо глубже. Во-первых, можно показать, что и другие модели имеют свои (не менее существенные) недостатки. Во-вторых, выявленный выше недостаток хотя и относится к частной спецификации, но имеет причину, носящую общий (методологический) характер. Поэтому вместо того, чтобы рассматривать недостатки различных спецификаций, мы обратимся к традиционной теоретической эконометрии и обсудим ее общие недостатки, объясняющие указанные частные.

Принцип спецификации модели в виде постулирования математической теории (A) и модели (B) объекта («если A , то B ») принят как в эконометрии, так и в прикладном регрессионном анализе, имеющем более широкую сферу приложения, чем эконометрия. «Предположение о математической модели процесса необходимо с многих статистических точек зрения. Следует подчеркнуть, что то, что мы обычно делаем, есть постулирование модели...» [2. С. 31].

Однако постулирование является действенным приемом познания только в том случае, если, во-первых, есть гарантии, что среди постулированных математических теорий и моделей находятся истинные A и B , соответствующие данному объекту исследования. Понятно, что гаран-

тировать этого никто не может. Во-вторых, если среди постулированных и были высказаны истинные математические теории и модели, то, чтобы выявить их, необходимо располагать надежными методами проверки (на истинность) оцененных моделей (вопрос о надежности, точнее, о ненадежности методов проверки рассмотрен в заключение данной работы).

Чтобы устранить этот главный недостаток методологии традиционной эконометрии, предлагается изучать не «общий» объект (с множеством постулированных в отношении него математических теорий и моделей), а условно конкретный, заданный целевым образом — под ракурсом того или иного конкретного вопроса к объекту. Например: Какова средняя эффективность факторов при их воздействии на функцию? Или: Какова эластичность функции по факторам?

Изучение целевым образом заданных экономических свойств и построение модели объекта осуществляется на основе его экономической теории и всегда носит конкретный (в рамках теории — условно конкретный) характер. Что касается математической теории объекта, то она строится на основе анализа статистических свойств информации о показателях объекта (например, в виде временных рядов с трендами). Это позволяет еще до этапа оценки модели проверить, согласованы ли экономические и математические свойства объекта, т. е. свойства его отдельных показателей, связывающей их модели и предлагаемого метода оценки параметров модели (принцип согласования).

Понятно, что указанная согласованность будет иметь место далеко не всегда. Но важно то, что об этом мы будем знать еще до оценки модели, и не просто знать, что соответствующая данной цели модель не может быть корректно оценена, но и определять конкретную причину этого. Заметим, что традиционные методы проверки оцененных моделей не позволяют выявить такие (конкретные) причины. Например, они обнаруживают наличие тренда в ошибке модели, но не указывают на причину его возникновения.

Можно ли разработать теоретическую эконометрию, согласующую математические и экономические свойства объекта? Для этого прежде всего необходимо следовать указанным в начале работы «основаниям и принципам» с одновременным учетом того, что в разрабатываемой методологии эконометрии мы будем иметь дело как с исходным с некоторым условно конкретным объектом, отра-

женным качественно его экономической теорией, а количественно — условными данными о поведении показателей объекта за некоторый («отчетный») период времени.

Чтобы не возникали трудности, имевшие место в традиционной эконометрии из-за чрезмерной общности математического объекта, необходимо разделить этот объект в соответствии с возможными различиями в характере его показателей на объекты, описываемые случайными величинами, стационарными рядами и временными рядами с трендами.

Ниже обсуждаются основания и принципы разработанной автором методологии теоретической эконометрии для экономических объектов, количественно отражаемых временными рядами с трендами. В своей полной и систематической форме она представлена в монографиях автора [3; 4].

II

Отказ от принципа постулирования математической теории и модели объекта и переход к целевой методологии исследования означает перевод теоретической эконометрии на позиции согласования экономических и статистических его свойств.

Отражающая качественные свойства объекта экономическая теория, хотя она и разрабатывается вне теоретической эконометрии, оказывает самое непосредственное воздействие на все собственно экономические этапы исследования. Поэтому центральной проблемой методологии эконометрии является разработка теории, согласующей качественные и количественные свойства объекта и одновременно способной разрешать с помощью компромиссов возникающие между ними противоречия.

Такие компромиссы возникают с первых шагов разработки экономико-математической теории объекта, на этапе исследования свойств информации об отдельных его показателях, постоянно присутствуют при изучении свойств объекта в целом, а затем и при построении модели и методов ее проверки.

Под их воздействием видоизменяется основное требование к модели: она должна сочетать в себе (с помощью компромисса) функцию анализатора тех экономических свойств объекта, которые отвечают цели исследования, и функцию надежного статистического измерителя количественных характеристик этих свойств.

В условиях отказа от принципа постулирования поновому становится вопрос о гипотезах, о их разрушающем воздействии на надежность получаемых с помощью модели новых знаний об объекте — конечной цели эконометрического исследования.

Обращение теоретической эконометрии к целенаправленному исследованию экономической природы и свойств объекта позволяет не только более глубоко и поэтому более адекватно отразить объект в модели, но и в существенной степени конкретизировать требования к предмету моделирования.

Под предметом моделирования мы понимаем некоторый условный экономический процесс, качественные свойства которого отражены в экономической теории, а количественные — во временных рядах значений его показателей за некоторый («отчетный») период времени.

Целью моделирования является получение новых знаний об объекте. Это могут быть, например, определения средней эффективности факторов производства продукции, отражаемой параметрами линейной регрессионной модели, или приростной эффективности факторов (эластичность выпуска по фактору), отражаемой параметрами производственной функции Кобба—Дугласа, или распределения лагов воспроизводственных процессов, отражаемые параметрами моделей с априори неизвестными законами распределения лагов, сводящимися к стандартным линейным регрессиям с помощью специально разработанных методов (см. [3; 4]).

Будем исходить из того, что изменение параметров и структуры исследуемого процесса носит эволюционный характер. Это говорит о возможности выбрать такой период анализа, на котором процесс можно изучать с помощью одной и той же совокупности показателей и одной и той же модели (с постоянными или переменными параметрами). Стремление обеспечить неизменность отражаемых в модели экономических свойств процесса заставляет сокращать указанный период, а стремление сохранить для анализа весь зарегистрированный в «отчетном» периоде времени диапазон вариации (изменения) каждого временного ряда — увеличивать указанный период.

Желание увеличить период анализа, т. е. сохранить все «отчетные» данные, связано со свойством (основанных на анализе вариации показателей) статистических методов повышать надежность оценок параметров модели с ростом числа используемых для этой цели наблюдений.

Разрешая противоречие между требованиями экономического и математического плана, выбираем компромиссный период анализа процесса и оценки параметров его модели, он же и период, на котором необходимо исследовать статистические свойства показателей объекта, представленных временными рядами. Поскольку величина компромиссного периода небольшая, о соответствующих временных рядах будем говорить как о коротких.

В отличие от рядов наблюдений физических, биологических или технических процессов с их возможностью планирования эксперимента и известной точностью измерительных приборов, экономические временные ряды представляют собой единственные принципиально неповторимые реализации показателей процесса с отсутствием информации о статистических характеристиках ошибок измерения. Такова их статистическая природа.

Поэтому говорить, как это имеет место в традиционной эконометрии, что целью анализа временных рядов является отыскание (оценка) их истинных математических ожиданий, дисперсий и прочих статистических характеристик, — значит ставить принципиально неразрешимую задачу.

В этих условиях наиболее целесообразным является такой их анализ, который отвечает указанному ранее принципу цели (разработка модели временных рядов, отвечающая цели их использования в дальнейшем анализе, — в многофакторной регрессионной модели для процесса в целом) и принципу согласования.

Начнем с важного для последующего исследования свойства экономических временных рядов, связанного с независимостью результатов их анализа от положения на временной оси, — так называемой инвариантности по отношению к сдвигу во времени. Обычно значения рядов нумеруются начиная с единицы, но, как мы понимаем, единственный убедительный довод в пользу такой нумерации — ее удобство.

Сказанное наводит на мысль использовать для анализа временных рядов функции, инвариантные по сдвигу во времени. Известны три класса таких функций: степенные полиномы, синус и косинус, показательные функции. Если наряду с этим учесть свойство линейности эконометрических моделей (в отношении неизвестных параметров), то оказывается, что полностью этим положениям удовлетворяют только степенные полиномы. Их мы и выбираем для анализа временных рядов с трендами.

Исследуем зависимость точности приближения степенных полиномов к временному ряду от порядка полинома. Для этого конкретизируем характеристику точности, выбрав в качестве таковой средний квадрат отклонений временного ряда от значений полинома, полученного по критерию минимума среднего квадрата отклонений.

Оказывается, что поведение указанной характеристики точности в зависимости от порядков полиномов имеет для рассматриваемых (коротких) временных рядов следующий вид: при низких порядках характеристика быстро убывает, затем убывание становится медленным и лишь на последнем участке изменения порядков (за 2—3 до максимально возможного) убывание снова становится быстрым.

Высокая точность приближения полиномов с порядками, отвечающими интервалу медленного убывания характеристики точности, позволяет надеяться, что в соответствующих отклонениях нет «остатков» тренда и они представляют собой колебания, близкие по характеру к реализации «белого шума» (с нулевым средним и стохастически независимые).

В условиях коротких рядов колебаний об отсутствии стохастической зависимости можно судить лишь по ее необходимому признаку — нулевой величине коэффициента автокорреляции. Если он действительно окажется практически нулевой, то будем считать, что для исследуемого временного ряда получена совокупность разбиений на две компоненты — полиномиальные тренды и неавтокоррелированные колебания (типа «белого шума»).

Каждый из полиномов охарактеризован значением характеристики точности, но это лишь одна из двух важных для практики характеристик качества оцененного полинома. Что проку в хорошей точности приближения, если окажется, что достигается она ценой плохой надежности оценок его коэффициентов? Анализ последней требует уже другого подхода к исследуемым (наблюденным) временным рядам — стохастического. Это вызывает необходимость ввести в рассмотрение новую (модельную) интерпретацию свойств исследуемого временного ряда.

Измерения компонент временного ряда нельзя отождествлять с выделением собственно показателя («сигнала») на фоне ошибок наблюдения. С этой целью мы принимаем гипотезу о точности исследуемых временных рядов (это же делает и традиционная эконометрия, но с другой целью).

Если анализ указанной совокупности разбиений временного ряда показывает, что для всех или для части из

них коэффициент корреляции колебаний настолько близок к нулю, что можно говорить о некоррелированности этих компонент, то в отношении самого временного ряда принимается гипотеза о его случайности. Ряду наблюдений ставится в соответствие совокупность стохастических моделей разбиения временного ряда на две компоненты — полиномиальные тренды и случайные составляющие.

Какую же из них принять в качестве окончательной модели? Чтобы ответить на этот вопрос, исследуем поведение характеристик надежности оценок коэффициентов полинома в зависимости от порядка трендовых полиномов. В качестве характеристики надежности выбирается отношение среднеквадратического отклонения оценки коэффициента при старшей степени полинома к модулю этой оценки, иначе говоря, ее коэффициент вариации (в условиях инвариантности по сдвигу и связанной с ней изменчивостью всех коэффициентов полинома, помимо старшего, учитывать надежность следует только для последнего).

Быстрое ухудшение характеристики надежности с ростом порядка полиномов показывает, что тенденции точности и надежности полиномиальных трендов исследуемых моделей временного ряда имеют противоположную направленность. Это позволяет предложить для выбора наилучшей стохастической модели временного ряда следующий принцип компромисса: в качестве наилучшей выбирается та модель, которой соответствует наиболее точный из допустимых по надежности оценок старших коэффициентов полином. Тем самым принимается гипотеза о том, что математическое ожидание случайного временного ряда является полиномом, порядок которого равен порядку полинома у наилучшей модели, а соответствующая случайная компонента ряда — «белым шумом».

Отказавшись от принципа постулирования и пройдя по звеньям цепочки исследования описанный выше путь, мы получили ценную информацию о том, какие свойства и параметры временных рядов наблюдаемы и измеряемы, а в отношении каких приходится прибегать к непроверяемым (но и не отвергаемым исходными данными и знаниями) гипотезам.

При построении модели для экономического процесса будем опираться на известную к данному этапу исследования содержательную теорию этого процесса и на математические свойства временных рядов для его отдельных показателей — функции и факторов будущей модели.

Начнем с вопроса о типе модели: какая спецификация модели в математической форме — с неслучайными факторами или со случайными — является более предпочтительной и почему? Ответ зависит от того, существует или не существует практически важный принцип, опираясь на который, мы могли бы предпочесть одну из спецификаций другой.

Такой принцип существует — это принцип минимизации числа гипотез, используемых в процессе исследования объекта с целью получения о нем новых объективных знаний. Каждая из гипотез может только уменьшить степень объективности конечного результата исследования, и тем в большей мере, чем ниже ее надежность.

Поэтому если мы выберем спецификацию, соответствующую неслучайным факторам, то примем только одну непроверяемую гипотезу о случайности временного ряда — для функции. В противном случае число принятых гипотез будет больше на число факторов модели.

Вопрос о типе модели решен тем самым в пользу регрессионной модели. Следует отметить, что при постулировании математической теории объекта вопрос о предпочтительности той или иной спецификации модели просто не возникает — все они в этих условиях равновозможны и равноценны.

Сказанное выше означает, что и при исследовании экономических объектов, показатели которых описываются с помощью стохастических моделей, отличных от моделей временных рядов с трендами, регрессионная модель также более предпочтительна.

Обратимся к экономической теории исследуемого процесса. В ней нашли отражение наиболее важные свойства процесса, раскрывающие его экономическую сущность. Именно эти свойства, описанные на качественном уровне, и предстоит, как правило, отразить в соответствии с целью исследования в модели, чтобы затем дать им (через параметры модели) количественную оценку. Ввиду того, что подлежащих изучению свойств может оказаться несколько, то и моделей для каждого экономического процесса также может быть несколько.

Любая из таких (частных) моделей требует своего набора факторов, отличающегося от других как по составу и числу, так и по математическим свойствам факторов. Например, производственная функция Кобба—Дугласа, отражающая свойство эластичности выпуска продукции по факторам на народнохозяйственном уровне, требует двух

факторов — основных производственных фондов и занятых в народном хозяйстве. Другой частный случай регрессии (сводящейся к линейной) — уравнение с распределенными лагами — отражает свойство показателя воспроизводственных процессов, «эффект» накапливать в своем составе элементы показателя «затраты» за предшествующий (в модели — искомый) период времени. Поэтому в моделях с распределенными лагами число факторов неизвестно. Это заставляет разрабатывать для каждой модели свои специфические методы. Но и для классической, изначально линейной регрессии возникает вопрос о методах учета экономических и математических свойств процесса и его показателей.

Суть этих методов — согласование требований к модели, вытекающих из экономических свойств процесса, с требованиями к ней со стороны математических свойств функции, факторов и ошибки модели. В данной работе мы ограничимся наиболее простой частью проблемы согласования, которая определена в [4. С. 49—56] как пассивное согласование.

Основной задачей пассивного согласования является выбор из всего множества экономических свойств и всего набора показателей процесса таких их сочетаний, которые соответствуют цели исследования и одновременно могут быть отражены и оценены с помощью регрессионных моделей, удовлетворяющих теореме Гаусса—Маркова.

В соответствии с данной задачей необходимо проверить свойства функции и факторов каждой предполагаемой модели. Если мы убеждаемся, что те свойства линейной регрессии, которые зависят от функции и факторов, выполняются (удовлетворяют условиям теоремы Гаусса—Маркова), то принимаем решение об оценке соответствующей модели методом наименьших квадратов. В противном случае обращаемся к методам активного согласования [4. С. 56—65].

Рассмотрим вначале свойство линейной независимости факторов. Чтобы убедиться в том, что оно выполняется, обратимся к ранее полученным для каждого из факторов «наиболее точным из допустимых по надежности оценок старших коэффициентов» трендовым полиномам.

Высокая точность приближения полиномов к временным рядам факторов говорит о малости среднеквадратических величин колебательных компонент по сравнению со значениям полиномов (или их средних значений). При нулевой величине средних значений колебаний (но не их

самих) более правильно говорить не о строгой, а о приближенной линейной независимости (в среднем) факторов, или — о их немультиколлинеарности. Проверка последней сводится в указанных выше условиях к выяснению линейной независимости полиномов и не представляет каких-либо затруднений.

Второе свойство, которое необходимо проверить и обеспечить его выполнение в будущей модели, — это нулевой тренд у ошибки модели: «белый шум» является стационарным процессом (рядом) с нулевым математическим ожиданием. Данное свойство будет выполняться, если вся совокупность временных рядов (для функции и всех факторов) будет мультиколлинеарна. Ее проверка столь же проста, как и указанная выше проверка мультиколлинеарности факторов.

Заметим, что в этих условиях ошибка модели будет обладать не только нулевым трендом, но и постоянной дисперсией.

Обеспечив линейную независимость (немультиколлинеарность) факторов, нулевой тренд и постоянство дисперсии у ошибки уравнения регрессии, следует приступить к его оценке методом наименьших квадратов, поскольку проверить, а тем более обеспечить требуемую в соответствии с теоремой Гаусса—Маркова стохастическую независимость ошибки заранее (до ее наблюдения) нельзя.

Как мы помним, небольшая длина временных рядов вынуждает нас ограничиться анализом степени коррелированности, а не стохастической зависимости ошибки уравнения. Если же вопреки исходным допущениям ошибка окажется автокоррелированной, то после оценки уравнения регрессии она становится наблюдаемой, и можно оценить ее коэффициент автокорреляции. Если он достаточно мал, то в отношении ошибки принимается гипотеза о «белом шуме». Если ошибка автокоррелирована, то оценки параметров модели, оставаясь несмещенными, перестают быть эффективными. Чтобы учесть происходящее при этом ухудшение надежности оценок, предложена специальная процедура [4. С. 64—65].

* * *

Итак, раскрыта суть двух методологий исследования экономических объектов. Однако решающее сопоставление методологий требует оценки со стороны результирующей (целевой) характеристики их качества. Таковой является

надежность получаемых новых знаний об экономических объектах.

Каждая из рассмотренных методологий представляет собой упорядоченную совокупность средств и способов преобразования исходных данных и знаний об объекте в новые знания. Средствами получения новых знаний являются гипотезы о свойствах объекта, и прежде всего гипотезы о виде и свойствах его статистических моделей. Понятно, что более надежной исходной модели будут отвечать и более надежные новые знания об объекте.

Первая из методологий исходит из возможности двух основных моделей — с неслучайными и со случайными факторами. Однако предлагаемые в традиционной эконометрии способы преобразования исходных данных и знаний в новые знания, а именно, — статистические методы проверки оцененных моделей, которые должны позволить для каждой из них либо прийти к выводу о достаточной реалистичности получаемой с ее помощью картины объекта, либо признать необходимость оценки иной спецификации модели, в действительности не позволяют предпочесть как более надежную модель с неслучайными факторами. И здесь не поможет замена одних статистических методов на другие: в условиях реальных, а не постулированных свойств экономических данных гипотеза о нормальности ошибки модели, лежащая в основе всех известных методов проверки оцененных моделей, является непроверяемой, а следовательно, по существу ненадежной основой проверки моделей.

Для эконометрии характерна недостаточность не только исходных данных, но и знаний о свойствах объектов. Как мы видели на примере построения стохастических моделей временных рядов, все усилия теории были сосредоточены на конструктивном определении простейших статистических характеристик случайной компоненты — математического ожидания, дисперсии и коэффициента автокорреляции. Знаний, позволяющих определить столь полную статистическую характеристику случайной компоненты как вид ее закона распределения, заведомо недостаточен. Аналогичная ситуация имеет место и для моделей объектов: в условиях отсутствия строгой теории для главной части модели и получения ошибки модели по принципу остатка нет убедительных теоретических оснований для выявления ее (ошибки) закона распределения.

Предпочтение более надежной модели становится возможным благодаря изменению состава и порядка, в кото-

ром соответствующие (новые) средства и способы преобразования исходных данных и знаний в новые знания об объекте входят в предлагаемую (вторую) методологию. А именно: первая их совокупность определяет начальную задачу методологии — исследование статистической природы и математических свойств отдельных показателей объекта, выбор и обоснование наиболее надежной модели-гипотезы, отражающей экономические и математические свойства объекта, согласование математических свойств выбранной модели и метода оценки со свойствами показателей (обеспечивающее соблюдение основных требований теоремы Гаусса—Маркова еще до этапа оценки модели). На долю второй совокупности средств и способов преобразования приходится указанные выше проверка наблюдаемой модели на автокоррелированность и учет воздействия последней на статистические характеристики оценок параметров модели. Именно такой их состав и порядок обеспечивает выбор наиболее надежной модели-гипотезы и ее согласование с исходными данными и знаниями, а тем самым и получение наиболее надежных новых знаний об объекте. Сказанное означает, что предлагаемая методология эконометрии удовлетворяет главному (целевому) критерию максимизации надежности новых знаний об объекте исследования.

Данная статья была в значительной степени стимулирована методологическими разработками академика А. И. Анчишкина [5] и доктора технических наук В. Н. Цыгичко [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Джонстон Дж.* Эконометрические методы. М., 1980.
2. *Дрейпер Н., Смит Г.* Прикладной регрессионный анализ. М., 1986.
3. *Седелев Б. В.* Оценка распределенных лагов в экономических процессах. М., 1977.
4. *Седелев Б. В.* Оценка параметров и структуры экономических процессов. М., 1985.
5. *Анчишкин А. И.* Наука, техника, экономика. М., 1986.
6. *Цыгичко В. Н.* Прогнозирование социально-экономических процессов. М., 1986.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ГЛОБАЛЬНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

С. В. ДУБОВСКИЙ

Научно-технический прогресс (НТП), как правило, учитывался в первых поколениях глобальных моделей (Медоуза, Месаровича, Робертса, Кайя и других авторов), но обычно использовалась гипотеза стационарного НТП (или близкая к ней), т. е. прогресса с постоянным темпом. Эта гипотеза была заимствована глобальным моделированием из математической теории долгосрочного экономического роста и перенесена на глобальное развитие, что вызвало критические замечания части футурологов.

Так, на неограниченные возможности адаптации общества к новым природно-ресурсным условиям с помощью новых технологий неоднократно указывал футуролог Герман Кан в своих дискуссиях с авторами глобальных моделей, хотя обе дискутирующие стороны в тот момент не могли дать достоверную оценку предельных возможностей этой адаптации за неимением соответствующего разработанного аппарата. Во всяком случае, из этой дискуссии вытекала необходимость более глубокого анализа связи между НТП и глобальными проблемами, так как именно НТП часто является тем фактором, который может способствовать как возникновению проблемы, так и ее решению [15].

Например, экономический рост, ведущий к росту нагрузки на среду обитания и истощению природных ресурсов, генерируется одновременно демографическим ростом и НТП, но именно новые технологии позволяют уменьшать загрязнение среды обитания, экономить истощающиеся ресурсы и заменять их другими.

Как источник роста душевого благосостояния НТП способствует социальному прогрессу, но одновременно он ведет к структурным экономическим и профессиональным сдвигам, что может быть причиной отрицательных социальных последствий.

Высокие темпы НТП, связанные с импортом технологий, ведут к сокращению разрыва в уровнях экономического развития, но одновременно и к технологической зависимости стран-реципиентов от стран-доноров.

Необходимо также иметь ввиду подчеркиваемую многими исследователями нестационарность НТП и даже его цикличность.

В связи с этим сложным, вездесущим, но двойственным влиянием НТП, многообразием его связей и последствий возникает задача системного описания НТП как ведущего (наряду с демографическим) элемента глобальной системы, его измерения, системного моделирования и прогнозирования.

Эта задача подразумевает использование, объединение и обобщение результатов четырех областей исследований, которые до сих пор очень мало связаны между собой: системные исследования с использованием формальных методов описания отдельных отраслевых технологий [14]; общие концептуально-теоретические исследования НТП, основанные в большей мере на анализе статистических данных, чем на привлечении формальных методов [1; 13; 18]; наукометрические исследования внутренних закономерностей научного развития с привлечением формального аппарата для обработки статистических данных, но без учета внешних воздействий на научный потенциал [17]; экономические исследования, в которых НТП обычно рассматривается как экзогенный фактор экономического роста без учета обратных связей к нему со стороны механизма социального и экономического управления [19]. Заметим, что краткий, но достаточно полный обзор методов учета НТП в макроэкономических и глобальных моделях дан в [2].

В настоящей статье рассмотрен подход к системному анализу, измерению и моделированию НТП, который был развит в исследованиях глобального развития, проводимых ВНИИСИ АН СССР [15].

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ СХЕМА НТП

Определим НТП как процесс разработки и реализации всевозможных нововведений (технических, технологических, научных, экономических, управленческих и т. д.), которые повышают социально-экономическую эффективность народного хозяйства, обеспечивают удовлетворение постоянно расширяющихся потребностей общества и поддерживают состояние среды обитания на желаемом уровне.

Теоретической базой нововведений являются научные знания, которые вырабатывает научно-исследовательский потенциал, он же генерирует образцы всевозможных но-

вовведений с новыми техническими, экономическими, социальными и другими характеристиками.

Продуктивность, полезный выход научно-исследовательского потенциала измеряется тем, насколько новые знания расширяют теоретическую базу нововведений, насколько новые поколения нововведений превосходят прежние поколения по социально-экономическим и экологическим критериям, например, для машин и механизмов — по стоимости, производительности и условиям труда, надежности и экономичности в эксплуатации, воздействиям на среду обитания и т. д.

Это качество новых разработок научно-исследовательского потенциала зависит от многих факторов.

Влияют численность, квалификационная структура, социальный статус, условия и стимулы к творческой деятельности, материальная и информационная базы, взаимоотношения с производством, используемые методы финансирования и организации, рациональное распределение ресурсов между фундаментальными, прикладными и опытно-конструкторскими разработками, своевременное переключение ресурсов на ключевые направления.

Важно наличие системы подготовки и отбора научных и конструкторских кадров, позволяющей быстро и без помех проявляться и развиваться всему творческому потенциалу общества.

Генерация знаний и нововведений — интеллектуальный процесс, следовательно важны общие условия существования и развития интеллектуального потенциала.

Как информационный процесс научно-исследовательская деятельность чрезвычайно чувствительна к информационным помехам и фильтрам.

Существенной особенностью процесса генерации знаний и нововведений является его стохастичность; предсказание характеристик, сроков и места появления отдельного нового результата может быть сделано только в вероятностных терминах, что предопределяет обязательную рандомизацию стратегий управления, обязательную состязательность и конкуренцию разработок.

Научно-исследовательская деятельность — протяженный во времени процесс с запаздываниями, поэтому при управлении ею важно учитывать отдаленные последствия.

Однако нововведения только генерируются научно-исследовательским потенциалом, который непрерывно пополняет множество конкурирующих нововведений (ин-

новационный фонд) своими результатами. Черпает из этого множества и реализует нововведения производственный потенциал общества, поэтому темпы НТП и его суммарная социально-экономическая эффективность зависят не только от качества новых разработок, но и от скорости технологического обновления производственного потенциала.

При подготовке производственных и инвестиционных планов, принятии технических и экономических решений из множества конкурирующих нововведений отбираются для реализации наиболее эффективные в данный момент, одновременно из народного хозяйства выбывают устаревшие, неэффективные в новых условиях технологии и технические средства старых поколений. Таким образом непрерывно обновляется множество используемых в народном хозяйстве технологий, технических средств, конструкционных материалов, предметов потребления, информационных потоков, организационных структур, методов и приемов работы, т. е. всего, на что влияет НТП.

В результате этого обновления изменяются социально-экономические макропоказатели всего народного хозяйства и общества в целом — растет производительность труда, снижаются материалоемкость и энергоемкость конечной продукции, повышаются надежность и качество изделий, снижается удельный экологический ущерб от производства, удовлетворяются новые потребности, растет благосостояние населения, хотя не всегда эти процессы являются монотонными.

Сама же скорость технологического обновления производственного потенциала зависит от существующих в народном хозяйстве условий и стимулов к реализации и тиражированию нововведений. Это обновление регулируется правилами социальной и экономической деятельности, реально существующим механизмом отбора и реализации нововведений. Все участники процесса технологического обновления нуждаются в сильной внешней и внутренней мотивации для успешной совместной работы: ведь НТП часто ведет к дестабилизации экономической и профессиональной структур, меняет природно-ресурсную базу производства и установившиеся связи, вызывая тем самым социальное напряжение и сопротивление в случае отсутствия социальных демпферов. Круг этих проблем часто называют восприимчивостью экономики к нововведениям. Естественными ограничениями для скорости технологического обновления явля-

ются также отношение объема валовых производственных инвестиций к имеющимся производственным фондам и относительный объем выбытия устаревших фондов в силу физического или морального износа.

Повышая эффективность народного хозяйства, НТП одновременно расширяет свою материальную, ресурсную и информационную базу для разработки и освоения следующих поколений нововведений, поэтому предлагаемые образцы нововведений могут переходить из множества неэффективных в множество эффективных и наоборот. Таким образом, не только результаты научных разработок воздействуют на развитие экономики и общества, но и состояние экономики определяет направления и возможности научных исследований, т. е. существует устойчивая обратная связь от экономики к научно-исследовательскому потенциалу через ресурсную базу и механизм конкурсного отбора нововведений для реализации. Разумеется, сила этой обратной связи зависит от установленных правил взаимодействия между элементами системы.

В силу неразвитости научно-исследовательского потенциала или по другим причинам страна может ориентироваться на импорт нововведений, тогда начинает играть существенную роль наличие квалифицированных кадров, способных к адаптации технологий.

Изложенная схема НТП позволяет объяснить на качественном уровне ряд особенностей мирового технологического развития.

Например, большие интервалы времени между моментами разработки ряда крупных изобретений и началом их массового использования объясняются тем, что отсутствовали условия для перехода этих изобретений из множества конкурирующих нововведений в множество эффективных.

Медленность процесса технологического выравнивания стран и регионов мира объясняется тем, что из-за неравенства их стартовых экономических возможностей, сильной дифференциации по уровню экономического развития наиболее эффективными для использования в этих странах и регионах являются разные технологии.

Темпы НТП в ряде стран и регионов мира при разных стартовых возможностях на этапе последующего развития оказались неодинаковыми, так как в силу религиозных и идеологических ограничений различными оказались условия развития интеллектуального и творческого

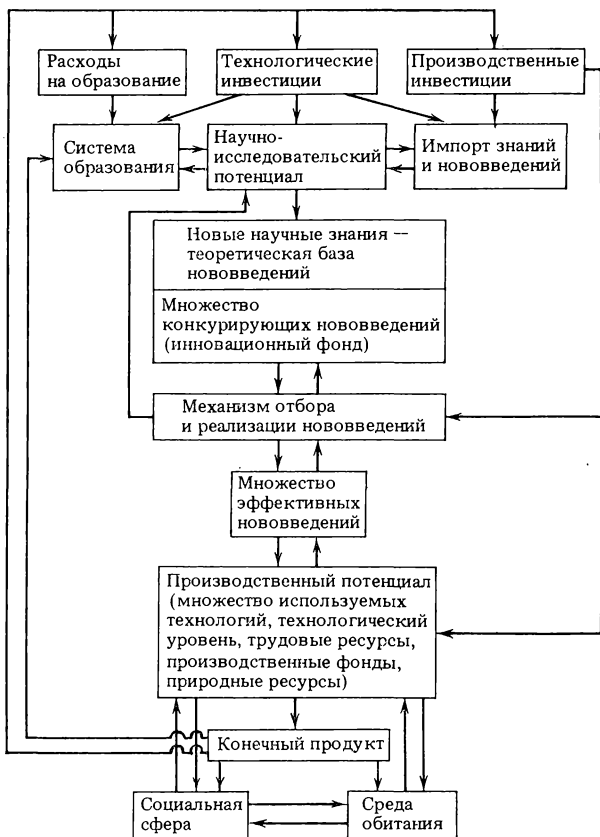


Рис. 1. Блок-схема связей элементов НТП с другими элементами общества

потенциала, условия для генерации и реализации нововведений.

В соответствии с рассмотренной концептуальной схемой общая задача системного описания НТП может быть разделена на следующие взаимосвязанные подзадачи (см. рис. 1):

- описание научно-исследовательского потенциала и его продукции — новых знаний и множества конкурирующих нововведений;
- описание механизма отбора и реализации эффективных нововведений;
- описание динамики макропоказателей технологического уровня производственного потенциала;

— включение разработанного формального аппарата в модели социально-экономического и природно-ресурсного развития.

Далее описывается решение части этих задач на макроуровне.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА

Из множества экономических макропоказателей, характеризующих экономический объект, можно выделить два подмножества: абсолютные показатели (валовый общественный продукт, конечный продукт, валовый внутренний продукт, производственные фонды и материальные оборотные средства, объемы потребляемых ресурсов, численность занятых и т. д.) и удельные показатели (производительность, фондовооруженность и энерговооруженность труда, ресурсные затраты на единицу конечной продукции и т. д.).

Если первая группа показателей характеризует масштабы развития объекта (количественный уровень), то часть показателей второй группы при стабильных организационных и экономических принципах производства и стабильной трудовой активности занятых характеризует технологический уровень развития объекта (качественный уровень).

Макропоказатели этой второй группы являются осредненными характеристиками всех используемых на объекте разновозрастных технологий. Задача описания динамики этих макропоказателей состоит в установлении связи между ними и характеристиками новых технологий, которые признаны эффективными для реализации.

Теоретическим рождением технологии является момент ее генерации научно-исследовательским потенциалом, рабочим рождением — момент реализации в производственных фондах. Если отсчитывать рабочий возраст технологии от второго рождения, то он совпадает с возрастом производственных фондов, поэтому для решения поставленной задачи необходимо использовать распределение производственных фондов по возрастам.

Это распределение описывается следующими соотношениями (см. [4]).

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho}{\partial \tau} = -\mu(t, \tau) \rho, \quad \rho(t_0, \tau) = \rho_0(\tau), \quad \rho(t, 0) = \dot{F}(t), \quad (1)$$

где t — текущее время, τ — возраст фондов, $\rho(t, \tau)$ — распределение фондов по возрастам, $\rho_0(\tau)$ — распределение фондов по возрастам в момент t_0 (заданная функция), $\dot{F}(t)$ — ввод новых фондов в момент t (заданная функция), $\mu(t, \tau)$ — коэффициент выбытия фондов (заданная функция).

Уравнения (1) хорошо известны в математической биологии, где они описывают динамику популяций. Разница имеется лишь в уравнении для рождения фондов, которое в биологии описывается интегральным соотношением.

Если $\mu(t, \tau) = \mu(t)$, то при $\rho(t, \infty) = 0$ из (1) следует известное уравнение для агрегата

$$K(t) = \int_0^{\infty} \rho(t, \tau) d\tau \quad \dot{K}(t) = \dot{F}(t) - \mu(t) K(t). \quad (2)$$

Будем считать, что технологический уровень производственных фондов фиксируется в момент создания этих фондов и остается постоянным до их износа, отключения или реконструкции, следовательно, технологический уровень является функцией от даты рождения $t - \tau$.

Обозначим какой-либо из показателей технологического уровня экономического объекта с разновозрастными фондами и технологиями как $u(t - \tau)$. Если распределение фондов по возрастам задано функцией $\rho(t, \tau)$, то по определению средний технологический уровень экономического объекта с капиталом $K(t)$ дается выражением

$$U(t) = \int_0^{\infty} \frac{\rho(t, \tau) u(t - \tau)}{K(t)} d\tau. \quad (3)$$

Дифференцируя это выражение по времени, учитывая равенство $\frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{\partial u}{\partial \tau}$, а также соотношения (1) и (2), получим из (3) следующее уравнение

$$\frac{\dot{U}(t)}{U(t)} = \frac{\dot{F}(t)}{K(t)} \cdot \frac{u(t - 0) - U(t)}{U(t)}, \quad (4)$$

где все члены имеют ясный экономический смысл: $\dot{U}(t)/U(t)$ — темп роста среднего технологического уровня всего экономического объекта, $\dot{F}(t)/K(t)$ — скорость обновления производственного потенциала, $[u(t - 0) - U(t)]/U(t)$ — относительное превышение новейшего тех-

нологического уровня $u(t - 0)$ над средним технологическим уровнем $U(t)$, т. е. качество новейших технологий.

Если считать, что производственные фонды работают до возраста τ_1 , а затем отключаются, т. е. предположить, что коэффициент выбытия фондов $\mu(t, \tau) = \delta(\tau - \tau_1)$ (δ — функция Дирака), то вместо уравнения (4) получим уравнение

$$\frac{\dot{U}(t)}{U(t)} = \frac{\dot{F}(t)}{K(t)} \cdot \frac{u(t-0) - U(t)}{U(t)} - \frac{\dot{F}(t - \tau_1)}{K(t)} \cdot \frac{u(t - \tau_1) - U(t)}{U(t)}, \quad (5)$$

в которое входит член с относительной величиной и технологической характеристикой выбывающих фондов.

Уравнения (4) и (5) являются формальным описанием того факта, что темпы НТП, измеряемые как темпы роста макропоказателей технологического уровня, определяются скоростью обновления производственного потенциала и относительной экономической эффективностью вновь вводимых и выводимых из обращения технологий.

ИЗМЕРЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

На историческом периоде обычно известна статистика ввода новых и выбытия устаревших производственных фондов, а также динамика макропоказателей всего экономического объекта в целом. Поэтому формулы (4) и (5) позволяют приближенно (без учета других факторов) оценить динамику относительной экономической эффективности новых технологий. Такие оценки прироста стоимости нового рабочего места и производительности труда на нем в промышленности СССР в 1966—1985 гг. приведены в табл. 1. Они получены с помощью дискретного аналога формулы (4); необходимые статистические данные о росте производственных фондов и их выбытия, росте производительности и фондовооруженности труда взяты из [9] и [10].

Приведенные в табл. 1 результаты близки к данным работы [3], где относительное превышение производительности новых машин и механизмов над производительностью машин и механизмов предыдущих поколений оценивалось для 1981—1985 гг. в 25÷30 %. Заметим, что оценки из работы [3] были получены другим методом,

Таблица 1

Относительный прирост стоимости нового рабочего места и производительности труда на нем по сравнению с предшествующим средним уровнем в промышленности СССР (%)

Пятилетки (годы)	1966—1970	1971—1975	1976—1980	1981—1985
Прирост стоимости нового рабочего места	60	68	70	76
Прирост производительности труда на новом рабочем месте	56	55	31	37

а именно с помощью непосредственной обработки статистики по множеству только тех конкретных машин и механизмов, для которых имелись старые прототипы, поэтому полное совпадение результатов оценок по сравниваемым методам не обязательно.

Что касается динамики рассматриваемого показателя в будущем, то о ней в директивных материалах [11] сказано: «Обеспечить, чтобы все вновь осваиваемые виды техники по производительности и надежности превосходили не менее чем в 1,5—2 раза выпускаемую аналогичную продукцию». Это означает, что необходимо добиваться относительного прироста производительности новой техники на $50 \div 100$ %, т. е. в среднем на 75 %.

Интересно оценить по той же методике относительный прирост производительности труда на новых рабочих местах в развитых странах с рыночной экономикой. Такие оценки (выполненные Л. Е. Барановой) приведены в табл. 2, где под производительностью труда подразумевалась выработка валового внутреннего продукта на одного занятого в народном хозяйстве (статистика была взята из статистических ежегодников ООН).

Из приведенных данных, которые должны быть еще уточнены на более точной модели, следует интересный факт отставания Японии от ФРГ и Франции по эффективности новых технологий. Таким образом, лидерство Японии по темпам роста производительности труда объясняется не использованием сверхэффективных технологий, а большой нормой производственного накопления, т. е. большой скоростью обновления производственных фондов.

Приведенные оценки роста относительной экономической эффективности новых технологий в прошлом и их

Таблица 2

Относительный прирост производительности труда на новых рабочих местах (%)

Годы	1961—1965	1966—1970	1971—1975	1976—1980
США	30,5	26,1	12,0	13,5
Япония	43,4	38,6	32,0	23,9
ФРГ	51,3	58,7	52,8	54,5
Великобритания	32,2	31,0	33,5	26,6
Франция	51,2	44,7	47,9	46,3

соответствующие проектировки на будущее показывают, что рассмотренные показатели не только не являются постоянными, но довольно сильно меняются с течением времени. К аналогичному выводу относительно эффективности новых технологий ведут и прямые статистические наблюдения за такими, например, показателями, как среднегодовое количество созданных образцов новых типов машин, оборудования, приборов и аппаратов, объем продукции машиностроения и металлообработки и т. д.

Таким образом, нет оснований считать, что темпы НТП всегда постоянны, т. е. считать НТП стационарным и использовать эту гипотезу, обычно принимаемую в качестве аксиомы в классическом аппарате производственных функций. Макромодели экономического роста с постоянными темпами НТП слишком грубо описывают реальный процесс и должны быть заменены более адекватными моделями, так как обострения глобальных проблем могут быть связаны со снижением темпов НТП, чего модель со стационарным НТП «не замечает».

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Чтобы оценить уровень экономической эффективности новых технологий в будущем, необходимо учитывать следующие основные моменты.

Новые технологии создаются в результате проведения научных исследований и опытно-конструкторских разработок (НИОКР), а также импортируются вместе с оборудованием, закупаемым за границей, или в результате приобретения лицензий и технической документации. Таким

образом, количество и качество новых технологий зависят от расходов на НИОКР и объема импорта лицензионной информации и продукции машиностроения. Общий объем технологических инвестиций, т. е. расходов на разработку, приобретение и освоение новых технологий, колеблется по развитым странам мира от 2 до 5 % валового внутреннего продукта, хотя эту статистику вряд ли можно назвать точной, так как большая часть технологических инвестиций формально проходит по статьям образования и производственных расходов. Даже когда собственные расходы на НИОКР низки, страна должна тратить ресурсы на образование и подготовку кадров, чтобы быть способной к восприятию и адаптации импортных технологий. Поэтому более характерной величиной для НТП могут быть суммарные расходы на НИОКР, образование и импорт технологий.

Длительность цикла НИОКР и освоения новой техники оценивается экспертами в 13—14 лет (см. [13. С. 53]). В директивных материалах [11] предлагается «сократить в 3—4 раза сроки разработки и освоения новой техники». Следовательно при моделировании рассматриваемого процесса необходимо учитывать распределенность затрат по всему циклу разработки и освоения.

Следующая особенность процесса — отбор технологий, наиболее эффективных по социально-экономическим и экологическим критериям. Меньшая часть технологий реализуется сразу после разработки, часть ожидает момента, когда станет эффективной, а часть остается не реализованной, не выдерживая конкуренции с более эффективными. Однако экономическая эффективность технологий, как правило, связана с общим уровнем развития народного хозяйства, с общими социально-экономическими условиями. Например, высокопроизводительная, но дорогая технология может быть экономически эффективной в стране с высокой средней фондовооруженностью и оплатой труда, но оказаться неэффективной в стране с низкой фондовооруженностью и оплатой труда, а также избыточными трудовыми ресурсами, где социальные цели развития могут решаться с помощью создания большого числа дешевых и малопродуктивных рабочих мест. Таким образом, характеристики новых технологий связаны с уже существующим средним технологическим уровнем самой процедурой отбора.

Важными характеристиками процесса, как уже говорилось выше, являются также эффективность работы науч-

но-исследовательского потенциала и восприимчивость системы социального и экономического управления к нововведениям. Как характеристики институциональных структур они могут быть оценены на историческом периоде в результате индентификации параметров модели. На будущее эти характеристики могут быть заданы с помощью сценариев.

Учитывая все сказанное, рассмотрим все гипотезы, которые явно или неявно делались разными авторами при моделировании экономической эффективности новых технологий.

1. Наиболее ранней является гипотеза о стационарности произведения скорости обновления капитала на относительное превышение новейшего технологического уровня над средним технологическим уровнем, т. е.

$$\frac{\dot{F}(t)}{K(t)} \cdot \frac{u(t-0) - U(t)}{U(t)} = v_U = const, \quad (6)$$

откуда с учетом (4) сразу следует известное представление «бесплатного» и экзогенного НТП в виде экспоненциальной функции времени с темпом v_U

$$U(t) = U(t_0) e^{v_U(t-t_0)}. \quad (7)$$

Экономисты часто вводят такое представление НТП в производственные функции и оценивают неизвестный параметр v_U , не используя информации, даваемой формулой (6).

Однако хорошо известно, что норма накопления, а следовательно, и скорость обновления производственных фондов не являются постоянными. Поэтому несколько более реалистичным представляется следующее предположение.

2. Социально-экономические условия отбора и реализации новых технологий являются стационарными, следовательно является стационарным и относительное превышение новейшего технологического уровня над средним технологическим уровнем, т. е.

$$\frac{U(t-0) - U(t)}{U(t)} = \kappa = const. \quad (8)$$

Следствием этой гипотезы и уравнения (4) (при $\mu = const$) является интеграл

$$U(t) = U(t_0) \left[\frac{K(t)}{K(t_0)} \right]^\kappa e^{\mu \kappa (t-t_0)}, \quad (9)$$

который также является известным представлением НТП

в производственных функциях, не обладающих линейной однородностью по труду и капиталу. Стационарная часть НТП здесь связана с выбытием устаревших фондов, а нестационарная — с ростом фондов.

Обе приведенные гипотезы не учитывают технологических инвестиций, НТП в них является «бесплатным». Платность НТП и численность занятых в НИОКР позволяет учесть следующая гипотеза.

3. Относительное превышение нового технологического уровня над существующим средним уровнем прямо пропорционально функции Кобба—Дугласа, переменными которой являются доля технологических инвестиций в общем объеме конечного продукта и доля занятых в реализации технологических инвестиций в общей численности занятых в народном хозяйстве

$$\frac{u(t-0) - U(t)}{U(t)} = c \left[\frac{\dot{F}_U(t)}{Y(t)} \right]^\alpha \left[\frac{L_U(t)}{L(t)} \right]^\beta, \quad (10)$$

где $\dot{F}_U(t)$ — стоимость новейших технологий, $Y(t)$ — конечный продукт, $L_U(t)$ — занятые в реализации технологических инвестиций, $L(t)$ — общая численность занятых в народном хозяйстве, c , α и β — параметры. Здесь $\dot{F}_U(t)$ — стоимость новейших технологий — дается формулой

$$\dot{F}_U(t) = \int_0^{T_U} \omega_U(x) I_U(t - T_U + x) dx, \quad (11)$$

где T_U — длительность цикла разработки технологий, I_U — объем технологических инвестиций, $\omega_U(x)$ — распределение технологических инвестиций по циклу раз-

работки технологий $\left(\int_0^{T_U} \omega_U(x) dx = 1, \quad 0 \leq x \leq T_U \right)$, при

$\dot{T}_U = 0$ и $\omega_U = \delta(0)$ имеет место равенство $\dot{F}_U(t) = I_U(t)$.

Формула (10) использовалась в [4] и ряде более ранних работ с параметрами $\alpha = 1$, $\beta = 0$. В работе [17] также использовалась формула (10), но с абсолютными, а не относительными значениями переменных в правой части, что позволяет получить из (10) модель стационарного НТП только при $\alpha = \beta = 0$. Использование же формулы (10) позволяет получить модель стационарного НТП при любых постоянных значениях параметров α , β , c и относительных переменных \dot{F}_U/Y и L_U/L .

В следующих двух гипотезах предлагается моделировать рост эффективности новых технологий без учета среднего технологического уровня экономики, т. е. игнорировать условия отбора эффективных технологий.

В работе [4] была предложена гипотеза:

4. Темп роста нового технологического уровня прямо пропорционален скорости обновления «технологического капитала», что формально записывается в виде

$$\frac{\dot{u}(t-0)}{u(t-0)} = c \frac{\dot{F}_U(t)}{K_U(t)}, \quad (12)$$

где $K_U(t)$ — «технологический капитал» (суммарная стоимость разработок используемых технологий), c — параметр. В качестве оценки «технологического капитала» может быть использована сумма технологических инвестиций за ряд лет. Нетрудно заметить, что формула (12) подобна формуле (4).

В работе [7] использовалась другая альтернативная гипотеза:

5. Темп роста нового технологического уровня прямо пропорционален скорости обновления производственных мощностей, что формально записывается в виде

$$\frac{\dot{u}(t-0)}{u(t-0)} = c \frac{I_M}{M}, \quad (13)$$

где I_M — ввод новых мощностей, M — суммарные мощности, c — параметр.

Заметим, что если мощность ассоциировать с производственными фондами, а ввод новых мощностей — с вводом новых фондов, то правая часть формулы (13) частично совпадает с правой частью формулы (4) для темпа роста среднего (но не нового!) технологического уровня.

6. Предполагается следующая возможность взаимодействия экономических циклов с НТП: величины \dot{F}/K и κ колеблются около стационарной точки $((F/K)_0, \kappa_0)$ с частотой ω , амплитудами ε_0 и ε_1 и сдвигом по фазе φ , тогда для темпа НТП получается следующая формула

$$\frac{\dot{U}(t)}{U(t)} = \left(\frac{\dot{F}}{K} \right)_0 \kappa_0 (1 + \varepsilon_0 \sin \omega t) [1 + \varepsilon_1 \sin(\omega t + \varphi)],$$

откуда следует возможность возникновения в экономической системе вторичного цикла с частотой 2ω и амплитудой $\varepsilon_0 \varepsilon_1 / 2$.

При $\varphi = 0$ скорость обновления фондов и относительная эффективность новых технологий уменьшаются и растут синхронно, при $\varphi = \pi$ — наоборот. Обе содержательные интерпретации еще нуждаются в статистической проверке.

Заметим также, что множество гипотез о происхождении так называемых длинных волн в экономике можно дополнить еще одной: длинная волна — вторичный цикл с уменьшенной частотой.

Оценивая и сравнивая 6 альтернативных гипотез, используемых для моделирования эффективности новых технологий, можно отметить следующее.

Хотя две первые гипотезы до сих пор широко использовались в эконометрике и глобальном моделировании, как показывают приведенные оценки и проектировки эффективности новых технологий, эти гипотезы в реальных процессах не выполняются. К тому же в первой, второй и пятой гипотезах никак не учитывается необходимость постоянного наполнения множества конкурирующих технологий новыми разработками, т. е. не учитывается деятельность научно-исследовательского потенциала.

Наиболее предпочтительными сейчас представляются третья и четвертая гипотезы, с помощью которых после ряда упрощающих предположений (см. [4]) может быть получено следующее выражение для темпа роста среднего технологического уровня

$$\frac{\dot{U}(t)}{U(t)} = c(n_K n_U)^\alpha \frac{Y(t)}{K(t)}, \quad (14)$$

где n_K и n_U — относительные доли производственных и технологических инвестиций в конечном или валовом внутреннем продукте, c и α — параметры ($0,5 \leq \alpha \leq 1$).

В выражении (14) учтены в явном виде материальная и технологическая составляющие НТП, однако другие не менее важные характеристики (эффективность работы научно-исследовательского потенциала и восприимчивость экономики к нововведениям) учитываются только косвенно при идентификации параметров c и α .

ВКЛЮЧЕНИЕ ОПИСАНИЯ НТП В ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Обычный феноменологический подход к моделированию экономического роста основан на задании экономического выхода системы, например, валового внутренне-

го продукта, конечного продукта и т. д., как функции производственных факторов — труда, капитала, природных ресурсов, научно-технического прогресса. С 1974 г. автор [6], а затем и другие исследователи (в СССР А. А. Петров и И. Г. Поспелов [12], В. С. Самовол [16], В. А. Кузюк [8] и другие) вместо производственных функций стали использовать дифференциальные макро-соотношения в виде дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка или эквивалентного уравнения в полных дифференциалах. Эти дифференциальные макросоотношения выводятся формально после принятия аксиоматики о поведении элементов экономики на микроуровне (см. [4; 7]).

Этот новый подход к моделированию экономического роста в методологическом плане аналогичен подходу статистической физики, где известные макросоотношения, описывающие состояние объекта в макропоказателях, выводятся на основе аксиоматики о поведении микрочастиц. В экономическом моделировании новый подход также является естественным обобщением прежнего феноменологического подхода, так как все известные производственные функции могут быть получены как первые интегралы дифференциальных макросоотношений при выполнении определенных условий. Рассмотрим этот подход на конкретном примере.

Опуская для краткости анализ поведения элементов экономики на микроуровне, предположим, что этот анализ уже проведен и привел к следующим макросоотношениям.

Конечный продукт Y является функцией, линейно однородной по труду L и капиталу K

$$Y = \frac{\partial Y}{\partial K} K + \frac{\partial Y}{\partial L} L. \quad (15)$$

Конечный продукт Y является функцией, линейно однородной по капиталу K и среднему технологическому уровню U

$$\bar{Y} = \frac{\partial Y}{\partial K} K + \frac{\partial Y}{\partial U} U. \quad (16)$$

Частная производная от конечного продукта Y по труду L является средней ставкой заработной платы

$$\frac{\partial Y}{\partial L} = n_L \frac{Y}{L}, \quad (17)$$

где n_L — доля оплаты труда в конечном продукте.

Система уравнений в частных производных (15)–(17) эквивалентна следующему уравнению Пфаффа:

$$\frac{dY}{Y} = (1 - n_L) \frac{dK}{K} + n_L \left(\frac{dL}{L} + \frac{dU}{U} \right), \quad (18)$$

которое при $n_L = const$ имеет первый интеграл в виде производственной функции

$$\frac{Y}{Y_0} = \left(\frac{K}{K_0} \right)^{1-n_L} \left(\frac{L}{L_0} \frac{U}{U_0} \right)^{n_L}. \quad (19)$$

Здесь средний технологический уровень U интерпретируется как НТП по Харроду, который увеличивает производительность труда за счет технологического обновления производственного потенциала.

Подставляя в (19) выражения для $U(t)$ (7) или (9), получим известные производственные функции со стационарным НТП, в первом случае функцию, линейно однородную по труду и капиталу, во втором случае — не однородную:

$$\frac{Y}{Y_0} = \left(\frac{K}{K_0} \right)^{1-n_L} \left(\frac{L}{L_0} \right)^{n_L} e^{n_L \nu U(t-t_0)}$$

или (20)

$$\frac{Y}{Y_0} = \left(\frac{K}{K_0} \right)^{1-n_L + \kappa n_L} \left(\frac{L}{L_0} \right)^{n_L} e^{\mu \kappa (t-t_0)}.$$

Аналогично могут быть получены другие известные производственные функции со стационарным НТП; таким образом известные результаты включаются в новое описание НТП и экономического роста как частные случаи.

Проверим теперь адекватность модели с иной точки зрения. Новое описание НТП включает в себя объем технологических инвестиций, поэтому возможна постановка задачи об оптимальном распределении фиксированных ресурсов между производственными и технологическими инвестициями. Разумеется, решение такой задачи зависит от выбора критерия оптимальности, хотя опыт показывает (см. [5]), что оптимальное решение может быть инвариантом по отношению к некоторому классу критериев. Об адекватности модели можно, в частности, судить и по тому, насколько разумные результаты будут получаться при решении той или иной оптимизационной задачи. Ограничимся здесь рассмотрением двух простейших задач.

В первой задаче предположим, что поведение элементов экономической системы приводит на макроуровне к

максимизации темпов НТП. С формальной точки зрения это означает требование максимизировать правую часть выражения (14) по переменным n_K и n_U при их фиксированной сумме $n_K + n_U = const$. Решением этой задачи является равенство $n_K = n_U$, т. е. равенство технологических и производственных инвестиций.

Во второй задаче предположим, что поведение элементов экономической системы приводит на макроуровне к максимизации темпа экономического роста, который с помощью (2), (14) и (18) может быть выражен как функция переменных n_K и n_U :

$$\dot{Y} = (1 - n_L) \left(\frac{Y}{K} n_K - \mu \right) + n_L \frac{\dot{L}}{L} + cn_L (n_K n_U)^\alpha \frac{Y}{K}. \quad (21)$$

При фиксированной сумме $n_K + n_U = const$ правая часть (21) достигает максимума, если выполняются неравенства $0 \leq n_U \leq n_K$. Причем, $n_U = 0$, если $c = 0$, и $n_U = n_K$, если $c \gg 1$. Эти формальные результаты интерпретируются содержательно: технологические инвестиции не нужны, если они не дают эффекта ($c = 0$); технологические инвестиции достигают уровня производственных, если эффективность новых технологий очень высока ($c \gg 1$).

С качественной точки зрения полученные результаты представляются разумными и даже близкими к действительности, так как фактически в развитых странах производственные инвестиции в 5÷10 раз больше технологических инвестиций. Хотя остается открытым вопрос, является ли сегодняшнее фактическое соотношение между технологическими и производственными инвестициями результатом стихийного стремления элементов экономики к «оптимальному» состоянию или результатом ограниченности группы людей, ориентированных на исследовательский труд? Под вопросом также остается возможное увеличение технологических инвестиций до размера производственных в ходе развития научно-технической революции и соответствующего повышения эффективности новых технологий.

Разработанное описание НТП может быть введено не только в производственные функции и макромоделли экономического роста, но и в модели межотраслевого баланса, где сложной проблемой является прогноз коэффициентов прямых затрат, в частности, коэффициентов трудоемкости и энергоемкости. Зависимости для коэффициентов прямых

затрат могут быть записаны в следующем общем виде:

$$\dot{a}_{ij} = a_{ij} \left[\frac{\dot{F}_j}{K_j} \alpha_{ij} + \mu_j \beta_{ij} + \gamma_{ij} \right], \quad (22)$$

где a_{ij} — расход i -го ресурса на производство единицы j -го ресурса; \dot{F}_j — ввод фондов в j -ой отрасли; K_j — производственные фонды j -ой отрасли; μ_j — коэффициент выбытия фондов j -ой отрасли; α_{ij} — параметр, связанный с обновлением фондов j -ой отрасли; β_{ij} — параметр, связанный с выбытием устаревших фондов; γ_{ij} — параметр, связанный с экзогенным НТП.

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Описанная модель НТП была включена в 9-региональную систему моделей мира, разработанную во ВНИИСИ АН СССР.

Вычислительные эксперименты с этой системой моделей показали, в частности, следующие результаты*.

Среди развитых стран первое место по темпам роста технологической производительности труда в 1960—1980-х годах занимала Япония (около 5 % в год). Она быстрее всех обновляла производственные фонды, имея самую высокую норму производственного накопления среди развитых стран с рыночной экономикой, и реализовала новые технологии с высокой экономической эффективностью. При этом ее собственные затраты на НИОКР находились в пределах 2 % валового внутреннего продукта. Все это говорит о высокой степени восприимчивости системы социального и экономического управления Японии к НТП.

В СССР темпы роста технологической производительности труда в период 1960—1980-х годов не были стабильными, находясь в среднем на уровне $2 \div 2,5$ % в год и постепенно снижаясь, о чем также свидетельствуют данные из таблицы 1.

На траектории инерционного развития в 1966—1985 гг. для СССР было характерно замедление экономического роста, связанное не столько с замедлением роста трудового потенциала и удорожанием добычи энергетических ресурсов, сколько с относительным снижением экономи-

* Вычислительные эксперименты проводились В. М. Васильевым и А. Ф. Миронычевым.

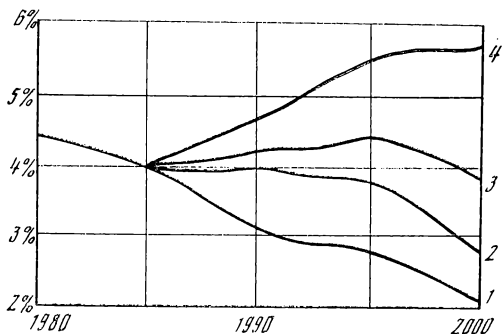


Рис. 2. Среднегодовые темпы роста конечного продукта СССР при различных сценариях развития (система моделирования ВНИИСИ АН СССР, 1985 г.)

1 — Инерционное развитие с механизмом планирования и управления 1966—1985 гг.; 2 — Рост трудовой активности к 2000 г. на 22,5 %; 3 — Рост трудовой активности + прекращение роста стоимостной энергоёмкости конечного продукта к 2000 г.; 4 — Рост трудовой активности + энергосбережение + увеличение прироста производительности новых рабочих мест с 25 % в 1985 г. до 75 % в 2000 г.

ческой эффективности новых технологий и технических средств, а также снижением интенсивности использования имеющегося производственного потенциала.

На рис. 2 приведены результаты расчетов по различным сценариям развития СССР. Из них следует, что задача удвоения к 2000 г. национального дохода и производственного потенциала СССР, поставленная в [11], может быть решена только при утроении (с 25 % до 75 %) относительной экономической эффективности новых технологий (см. [15]), реализации энергосберегающей программы и подъеме трудовой активности занятых в народном хозяйстве.

ВЫВОДЫ

Разработанный к настоящему времени формальный аппарат для описания и анализа НТП в основном отражает его главные черты на макроуровне и позволяет измерять влияние на экономический рост таких важных факторов, как относительная экономическая эффективность новых технологий, объемы технологических инвестиций, длительность цикла НИОКР, скорость обновления производственного потенциала.

Этот аппарат является естественным обобщением моделей стационарного и материализованного НТП, исполь-

зуемых в эконометрике вместе с аппаратом производственных функций.

В то же время этот аппарат более адекватен в ряде задач, так как учитывает игнорируемые ранее особенности НТП: его платность и нестационарность, экономические ограничения на обновление множества используемых технологий, разновозрастность производственных фондов и технологий и т. д.

Установлена динамика темпов НТП, которая имела место на историческом периоде в разных странах и регионах мира. Измерения этой динамики являются основой для сравнения восприимчивости различных социально-экономических систем к технологическим нововведениям, а также для оценки предельных возможностей адаптации глобальной системы к новым природно-ресурсным условиям.

На основании разработанной теории могут быть количественно оценены те характеристики НТП, которые должны быть достигнуты для успешного решения поставленных социально-экономических задач.

Вместе с тем, такие важные факторы, как эффективность работы научно-исследовательского потенциала и восприимчивость системы социально-экономического управления к технологическим нововведениям, пока могут быть оценены только на уровне параметров модели.

Еще не разработаны модели взаимодействия элементов научно-исследовательского потенциала и элементов народного хозяйства, в которых были бы выделены инструментальные переменные, влияющие на эффективность этих взаимодействий. Не разработаны методы измерения и прогнозирования характеристик множества конкурирующих нововведений, не построена модель механизма отбора и реализации нововведений.

Таким образом, современный уровень теории позволяет оценивать результаты и показатели НТП на историческом периоде, задавать его предельные возможности в будущем, сравнивать страны и регионы мира по темпам НТП, однако рекомендации по увеличению темпов НТП (если эти темпы явно низки) пока в основном могут опираться в большей степени на общий концептуальный анализ процесса, чем на разработанную модельную базу.

Если наличие циклов НТП можно однозначно установить по одновременному спаду или подъему эффективности новых технологий сразу во многих странах и регио-

нах мира, то совсем не однозначно объяснение дифференциации стран и регионов мира по темпам НТП.

Возможными причинами длительного снижения эффективности новых технологий наряду с циклическими могут быть следующие:

— низкая эффективность работы научно-исследовательского потенциала, связанная с неудачной организацией управления и неблагоприятными условиями функционирования;

— неблагоприятные условия для распространения нововведений, в частности наличие фильтра длительных и многочисленных согласований в виде громоздкой системы планирования и управления;

— ориентация критериев отбора и реализации новых технологий в инвестиционной политике на технологии с низкой эффективностью;

— отсутствие серьезных побудительных мотивов для реализации нововведений у элементов народного хозяйства, в частности независимость от потребителя, монопольное положение на рынке, отсутствие серьезной конкуренции и т. д.

При всей сложности разработки формального описания подобных проблем задача не является безнадежной и, по-видимому, может быть решена с помощью методов игрового имитационного моделирования, которые позволяют учитывать наличие стохастических элементов и человеческого фактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Васильева Е. М., Лифшиц В. И.* Комплексное прогнозирование научно-технического прогресса в сфере материального производства // Системные исследования: Ежегодник, 1984. М., 1985.
2. *Васильев В. М.* Научно-технический прогресс в моделях глобального развития // Системное моделирование процессов глобального развития. М., ВНИИСИ, 1980. Вып. 14.
3. *Глушков В. М.* Плановое ценообразование: пути совершенствования // Коммунист. 1985. № 3. С. 37.
4. *Дубовский С. В.* Динамика технологической структуры и экономический рост // Процессы глобального развития: моделирование и анализ. М.: ВНИИСИ, 1984. Вып. 3.
5. *Дубовский С. В., Шалаев А. В., Уздемир А. П.* Математические модели экономических процессов // Международный центр научной и технической информации. М., 1977. С. 61.
6. *Дубовский С. В.* Макроанализ роста экономических систем и планирование: Труды международной конференции «Моделирование экономических процессов» (Ереван, апрель 1974 г.). М., 1975.

7. *Краснощекоев П. С., Петров А. А.* Принципы построения моделей М., 1983. С. 197.
8. *Кузюк В. А.* О сравнении оценок динамики производственных возможностей в двух моделях экономического развития: Тез. докл. Всесоюз. конф. «Региональные проблемы экономики, организации и управления научно-техническим прогрессом (Ташкент — Чимкент, май 1986). М., 1986.
9. Народное хозяйство СССР в 1980 г.: Стат. ежегодник. М., 1981.
10. Народное хозяйство СССР в 1985 г.: Стат. ежегодник. М., 1986.
11. Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года. М., 1986. С. 8.
12. *Петров А. А., Поспелов И. Г.* Системный анализ развивающейся экономики: К теории производственной функции. I // Техническая кибернетика. 1979. № 2.
13. *Покровский В. А.* Повышение эффективности научных исследований и разработок. М., 1987. С. 139.
14. *Сахал Д.* Технический прогресс: концепции, модели, оценки. М., 1985. С. 456.
15. Системный анализ процессов глобального развития: Сб. трудов ВНИИСИ/Под редакцией Д. М. Гвишиани и С. В. Дубовского М., 1985. Вып. 3. С. 142.
16. *Шимон Д., Самовол В.* О функционале экономического роста // Экономика и мат. методы. 1981. Т. 17, вып. 2.
17. *Яблонский А. И.* Математические модели в исследовании науки. М., 1986. С. 320.
18. *Яковец Ю. В.* Закономерности научно-технического прогресса и их планомерное использование. М., 1984. С. 354.
19. *Oppenländer K.* Invitionsinduzierter technischer Fortschritt. Berlin; München, 1976. С. 175.

РАВНОВЕСНЫЙ И НЕРАВНОВЕСНЫЙ ПОДХОДЫ В МОДЕЛИРОВАНИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Е. Н. КУЗНЕЦОВ

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Желание осмыслить индуцированные научно-техническим прогрессом быстрые и необратимые изменения в экономической системе вызывает особый интерес к проблемам отражения процессов развития в экономико-математических моделях. Сегодня, однако, как справедливо указывал, например, В. Л. Макаров [12], нет даже удовлетворительного описания таких наиболее обзримых, а потому доступных моделированию проявлений развития, как научно-технические и технологические изменения.

Нередко исследования в рамках проблематики НТП сводятся к изучению различных форм инновационной активности, выявлению причин, ей препятствующих, с целью их последующего устранения. Не подвергая сомнению правомерность такой постановки вопроса, заметим, что в ней таится опасность утраты из поля зрения исследователя целостных процессов развития с присущей им инерцией и преэминентностью, разрешение противоречий которых и вызывает конкретные изменения, обуславливает их темпы и масштаб. Противопоставление хорошей инновационной активности «плохой» инерционности напоминает известное стремление Прудона избавиться от «дурных» сторон противоречия, оставив лишь хорошие. «Существование двух взаимно-противоречащих сторон, их борьба и их слияние в новую категорию составляют сущность диалектического движения. Тот, кто ставит себе задачу устранения дурной стороны, уже одним этим сразу кладет конец диалектическому движению» [1. Т. 4. С. 136]. Таким образом, с системной точки зрения интерес представляет исследование противоречивого сочетания способности экономики к изменениям и их зависимости от предыстории развития, предопределенности многих сегодняшних решений ранее принятыми.

Теорией, позволяющей содержательно обсуждать поставленную проблему, является теория неравномерности НТП. В ней исследуются закономерности формирования

макроструктур научно-технического прогресса — комплексов сопряженных технологий. Можно говорить как о технологической сопряженности (крупномасштабное нововведение, формируя адекватное технологическое окружение, создает цепочку взаимосвязанных производств, элементы которой развиваются синхронно, — технологический уклад [11], техноценоз [9]), так и территориальной (продуктивное использование ресурсов объединяется общей инфраструктурой). В основе развития комплекса лежат синергетические эффекты (эффекты самоорганизации): раз начавшись, процесс распространения новых технологий одновременно создает внутренние импульсы для своего продолжения, изменение инициирует изменение. Интересующая нас зависимость от предыстории процесса (инерционность) вводится здесь через понятие сопряженности.

Поставив проблему на содержательном уровне, обратимся к ее формальной интерпретации. Пусть в экономике сосуществуют два комплекса сопряженных технологий — старый и новый, выпускающие соответственно массовые и качественные [24] ресурсы. Новый комплекс, первоначально формируясь в недрах старого, использует его ресурсы, предоставляя ему свою продукцию. Временная неадекватность технологического окружения, а затем синергетические эффекты (их частный случай — хорошо известные эффекты масштаба) формирующегося комплекса выражаются в немонотонности кривой замещения массовых ресурсов качественными. Сначала она может убывать, но всегда имеются участки возрастания. Это одна из причин нарушения выпуклости технологических множеств. Другая причина заключается в том, что временное сосуществование двух комплексов, выпускающих пересекающиеся номенклатуры продуктов, формально означает объединение двух качественно разнородных альтернатив. Итак, исследование технико-экономического развития лишь в весьма ограниченной степени может опираться на современный аппарат математической экономики, построения которой в основном опираются на гипотезу выпуклости. Этот вывод важен постольку, поскольку он ориентирует исследователя на конструирование не столько формально сложных и интересных для математика конструкций, сколько простых, но ярко иллюстрирующих то или иное явление реальности моделей, дающих пищу для размышлений в содержательных терминах. Разнообраз-

ные возможности для этого предоставляет качественная теория дифференциальных уравнений, и особенно такая ее ветвь, как теория бифуркаций¹ [7].

БИФУРКАЦИЯ РАВНОВЕСНЫХ УРОВНЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НОВОВВЕДЕНИЯ. ПОРОГ НЕЭФФЕКТИВНОЙ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Теоретическая проблема описания процесса замещения одного комплекса технологий другим имеет непосредственное практическое значение. Как в отечественной, так и в зарубежной практике можно найти множество случаев, когда эффективное нововведение, завоевав ограниченный сегмент рынка, наталкивается на своеобразный порог дальнейшего распространения. Его преодоление требует дополнительных усилий: при условии отсутствия таковых настоятельность потребности в нововведении снижается и равновесное состояние низкого уровня распространения (существенно меньшего, чем потенциальный объем применения) может сохраняться долго.

Скорость распространения масштабного нововведения, существенно изменяющего воспроизводственную структуру экономики и требующего крупных единовременных вложений, зависит от двух параметров: эффективности (прибыльности) старой конкурирующей технологии a и интенсивности иницирующего импульса u . Будем считать, что увеличение применения нововведения в момент t $y(t + \Delta t) - y(t)$ пропорционально произведению относительного эффекта $f(a, y)$ у потребителя и потенциального количества потребителей C , желающих использовать нововведение, но не имеющих его ($C - y$). Кроме того, поскольку величина эффекта на начальной стадии формирования комплекса не может стимулировать его дальнейшее распространение, необходим иницирующий импульс u :

$$\dot{y} = f(a, y)(C - y) + u.$$

Относительный эффект удобно представить в виде параболы $f(a, y) = y(y - a) + q$, где q — начальный эффект от использования нововведения. Нисходящая ветвь описывает его распространение в рамках старого комплекса

¹ Бифуркацией (катастрофой) называется любое скачкообразное изменение, происходящее при плавном изменении параметров динамической системы.

технологий в условиях неадекватного технологического окружения, восходящая иллюстрирует положительную обратную связь возрастания эффекта $df/dy \sim y$. Заметим, что речь идет об описании относительного эффекта, так что модель перестает быть адекватной задолго до полного насыщения рынка при появлении нового конкурирующего нововведения. Поверхность равновесия $(y(y - a) + q)(C - y) + u = 0$ описывается в пространстве параметров (a, u) катастрофой «сборка».

Анализ зависимости состояния равновесия $\bar{y}(u)$ при разных значениях a и q (рис. 1) позволяет сделать следующие выводы: 1. Число состояний равновесия различно в зависимости от соотношений эффектов a и q , интенсивности иницирующего импульса. 2. Из трех состояний равновесия на участке (u_1, u_2) всегда реализуется ближайшее к началу координат, поскольку оно является устойчивым. Заметим, что от внедрения масштабной технологии, как правило, ожидают структурного сдвига, качественного изменения. Малый равновесный уровень может означать, что такого качественного сдвига не произошло. Таким образом, величина u_2 — минимальная интенсивность импульса, необходимая, чтобы сделать изменение в нужном направлении необратимым. Примером (подсказанным автору К. Гурьяновым) подобного несостоявшегося структурного сдвига является многообещающее ранее, а ныне незначительное использование легких металлоконструкций в строительном комплексе СССР. Подробнее механизм торможения структурных сдвигов обсуждается далее. 3. Механизм смены комплексов технологий, иллюстрируемый моделью, таков: при падении цены до величины, близкой к издержкам производства, система теряет устойчивость и становится готовой к восприятию иницирующего импульса, а минимальная интенсивность последнего, достаточная для того, чтобы вызвать необратимые изменения, уменьшается.

Рассмотрим теперь кривую распространения или точнее экономически оправданной потребности в нововведении с одним положением равновесия. Она позволяет ясно выделить три этапа в развитии комплекса технологий до начала его стагнации (см. рис. 2а).

1. Этап эмбрионального развития в недрах старого уклада.

На этом этапе необычайно широки возможности выбора технологических решений, предопределяющих буду-

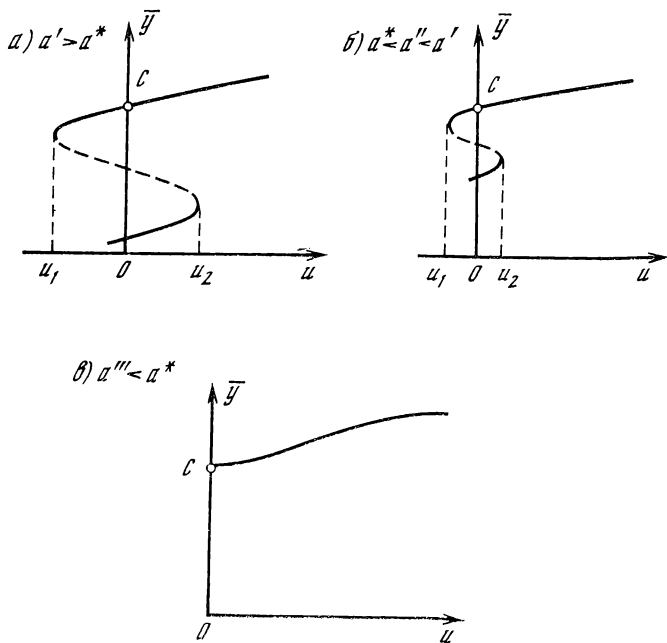


Рис. 1. Зависимость равновесных уровней распространения нововведения от эффективности замещающей технологии a и интенсивности индуцирующего импульса u

a^* — пороговое (бифуркационное) значение эффективности старой технологии; пунктиром обозначены неустойчивые равновесия

щую структуру и тенденции развития экономики. Поясним сказанное примером. В свое время на развитие электронно-вычислительной техники, находившейся в эмбриональной стадии роста, было выделено — исходя из невысокого уровня фактического эффекта, столько капиталовложений, которых оказалось достаточным лишь на копирование зарубежных образцов [21]. И хотя в первые годы после принятия такого решения его недостатки не были заметны, оно породило вполне определенную долгосрочную стратегию «погони за эталоном», изнурительную и бесперспективную.

2. Переход через точку перегиба A_1 — порог неэффективности технологии — означает наступление стадии интенсивного роста.

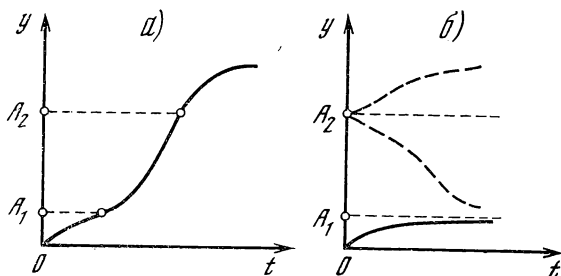


Рис. 2. Кривые распространения новой технологии
 точками обозначена кривая потенциальной потребности в нововведении в условиях адекватного (восходящая ветвь) и остающегося неадекватным (нисходящая ветвь) хозяйственного окружения

На этом этапе кривая потребности аналогична кривой уравнения взрыва $\dot{y} = y^2$. Содержательно это означает, что увеличение производства нового продукта вовсе не способствует насыщению потребности в нем, как это можно было бы ожидать, а формирует контуры обратных связей, увеличивающих спрос по мере увеличения производства. Фактические данные, приведенные в [10], свидетельствуют, что на рынке гибких автоматизированных комплексов в США наблюдается именно такая ситуация. Там ощущается дефицит некоторых типов элементной базы, постепенно преодолеваемый, но распространяющийся на более качественные их уровни, и хронический дефицит квалифицированной рабочей силы, ибо срок ее подготовки объективно длителен; «В 1983 году в США ощущался дефицит программистов в 50—100 тыс. человек и ожидается, что к 1990 году он возрастет до 1 млн человек. Специалистов по роботам не хватает настолько, что купленные роботы некому монтировать. Фирмы-производители не успевают справляться с растущими заказами и не могут никого выделить на монтаж и наладку уже проданного оборудования» [10].

3. Переход через точку перегиба A_2 знаменует наступление фазы зрелости.

Следует признать, что именно функционирование экономики, переживающей стадию зрелости очередного технологического уклада, индуцировало многие теоретические представления современной экономической науки. Так, например, существует уверенность, что развитие технологии можно адекватно описать в удачно выбранных натуральных показателях. Однако на этапах эмбриональ-

ного и интенсивного роста объем понятия (например, ЭВМ) настолько широк, а самое главное, составляющая его номенклатура продуктов меняется столь быстро, что сопоставление значений одного и того же показателя и в близкие периоды времени затруднительно [13]. Это обстоятельство не является препятствием для построения теоретических математических моделей, но осложняет их верификацию².

Считается также, что норматив эффективности и дисконт (позволяющий учесть фактор времени) должны стать во всех случаях решающими аргументами в принятии решений о распределении капитальных вложений. На этапе эмбрионального роста наряду с обычно учитываемыми производственными эффектами от выпуска продукции велики воспроизводственные эффекты выбора структуры будущей системы и стратегий ее развития. «Цена» времени на этом этапе возрастает — решение отложить реализацию проекта может изменить долгосрочную стратегию, а соизмерение доходов с помощью дисконта становится возможным за порогом неэффективности технологии, когда характерное время изменения структуры заведомо больше горизонта планирования.

Существует и неприятие любых форм неравновесия (дефицита, несогласованности интересов и т. д.). Определяющая черта стадии зрелости комплекса — значительная его инерционность (все ключевые решения уже приняты). Поэтому дефицит, раз возникнув, увеличивается — возникает положительная обратная связь. Иное дело временный дефицит на ранних стадиях развития комплекса технологий: он здесь, во-первых, в каких-то формах неизбежен, а во-вторых, необходим, поскольку инициирует изменение. По-видимому, в долгосрочном аспекте следует опасаться не столько дефицита самого по себе, сколько возникновения таких механизмов его преодоления, которые таят в себе опасность стагнации. Это, конечно, не более чем основанная на изучении реальной экономики гипотеза. В дальнейшем мы попытаемся получить некоторое модельное ее подтверждение.

² Поэтому мы не ставили задачу определения точек A_1 и A_2 на конкретной статистике. Однако иногда это удается сделать легко. Например, сглаженная кривая распространения робототехнических устройств² в хозяйстве США, [приведенная в [22], свидетельствует, что годом преодоления порога неэффективности был 1980-й, — в этот год количество заказов на промышленные работы² почти сравнялось с числом роботов, находящихся в эксплуатации.

О ДВУХ ТИПАХ СТРУКТУРНЫХ СДВИГОВ

Чтобы выявить особую роль эмбриональной стадии развития технологии, следует изучить ее взаимодействие на этом этапе с технологиями, находящимися на этапе интенсивного роста, с одной стороны, и зрелости — с другой. Обратим внимание лишь на некоторые возможные исходы таких взаимодействий.

Особенность взаимодействий первого типа в том, что происходит одновременно и насыщение потребности и выбор потребителями одной из двух конкурирующих технологий. Их потенциальные объемы применения становятся взаимозависимыми; перераспределение потребителей между технологиями определяется разностью их эффектов. При этом для эмбриональной технологии дальновидные потребители ориентируются на будущий, а не текущий эффект:

$$\frac{dC_2(y)}{dy} = f_2(\lambda y) - f_1(x), \quad C_2(0) = C_2^0,$$

где $C_2(y)$, $f_2(y)$ — емкость рынка, эффективность эмбриональной технологии; $f_1(x)$ — эффективность технологии на стадии интенсивного роста; λ — своеобразный параметр, отражающий меру дальновидности потребителей. Модель с квадратичными функциями эффекта допускает качественное изменение фазового портрета в зависимости от величины параметра λ (см. рис. 2 а, б). Когда горизонт планирования хозяйствующего субъекта меньше определенного порога λ^* (на языке модели $\lambda < \lambda^*$), возможны два устойчивых состояния равновесия. Таким образом, если не предпринимать специальных усилий, то бурно развивающаяся технология может подавить не менее перспективную эмбриональную, которая достигнет уровня насыщения, так и не преодолев порога неэффективности. Так, эксплуатация дирижаблей (эмбриональная стадия роста) была практически полностью вытеснена вертолетами и самолетами, в то время как по своим технико-экономическим параметрам дирижабль незаменим при освоении необжитых районов нашей страны [15]. Показательно, что достижение малого равновесного уровня распространения таких нововведений сопровождается также и исчезновением общественной потребности в них, а уже накопленное оборудование загружается не полностью, воспринимается как относительно излишнее (такова интерпретация нисходящей кривой на рис. 2б). Сложившаяся си-

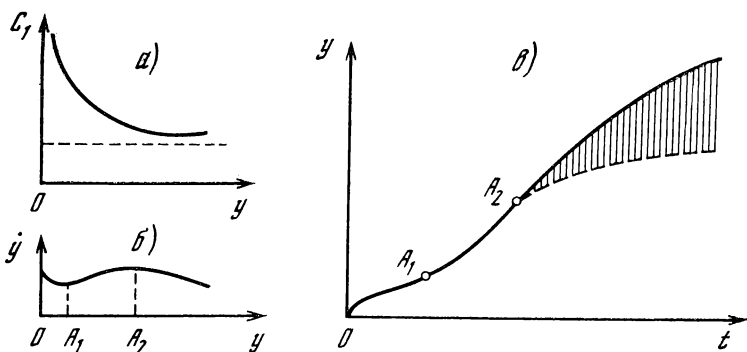


Рис. 3. Распространение нововведения в инерционной экономике C_1 — емкость рынка; штрихом обозначен относительно избыточный спрос

система отторгает чужеродные элементы, которые она не готова интегрировать в свой состав: в этом причина многочисленных фактов относительной избыточности качественных ресурсов.

Особенность взаимодействий второго типа в том, что необходимое перераспределение, высвобождение ресурсов для развития новой технологии может быть затруднено стремлением к стабильности систем, использующих технологию стадии зрелости. Если интересы обеспечения стабильности являются преобладающими, то независимо от эффекта сохраняется определенное число потребителей, готовых всегда использовать устаревшие продукты, т. е. кривая емкости рынка имеет горизонтальную асимптоту, отличную от оси абсцисс (рис. 3а). Величина инвестиций для новой технологии оказывается недостаточной, стадия эмбрионального роста затягивается. Нововведение кажется потребителю неэффективным (так, редкая сеть газонаполнительных станций обуславливает большое плечо передвижений для заправки, что вызывает нежелание использовать на автомобилях газобаллонные установки). Стадии эмбрионального и интенсивного роста становятся неразличимыми, неравномерности роста на них сглаживаются, а его темп определяется темпом высвобождения ресурсов из инерционной зрелой технологической системы³ (рис. 3б). Понятно, что в этом случае кривая распро-

³ Трудно удержаться от поучительного замечания. Недоступные подчас для нас темпы структурных перестроек в развитых капиталистических странах заставляют думать, что инерция зрелых технологических систем там отсутствует. Снижение нормы прибыли в зрелых технологических системах вовсе не означает, что от-

странения технологии не имеет горизонтальной асимптоты и по форме близка к прямой⁴, тангенс угла наклона которой близок к интенсивности начального инициирующего импульса. Таким образом, эмбриональная стадия развития технологии определяет здесь не только структурообразующие решения, но и формальные показатели темпов ее распространения. Отсутствие асимптоты означает также принципиальную ненасыщаемость потребности в массовых ресурсах (нововведение в стадии зрелости вполне можно считать таковым, поскольку длительность вовлечения его в хозяйственный оборот невелика), а значит, и их хроническую нехватку.

Заметим, что модель такого рода взаимодействий позволяет оценить относительный, вызванный затратным хозяйственным механизмом, избыточный спрос по сравнению с экономически оправданной потребностью (рис. 3в).

Научно-технический прогресс как одно из проявлений экономического развития — особый предмет исследования. Особый прежде всего потому, что увеличение разнообразия применяемых технологий, форм организации производства, подлежащих решению проблем является его неотъемлемым свойством. Поэтому конкретность анализа — необходимое условие его плодотворности. Обеспечить ее может лишь достаточное разнообразие моделей замещения технологии, учитывающих разные стадии ее роста, воздействие хозяйственного механизма и другие факторы [19].

туда начнется отток капитала, — в условиях монополизированного рынка он затруднен. Не будет лишь притока капитала, а оставшиеся фирмы сделают все, чтобы снизить издержки. Таким образом, под воздействием состязательного хозяйственного механизма стремление к стабильности рождает инновационную активность.

⁴ Аналитически получив этот результат, автор долго не решался обнародовать его, пока не обнаружил в [4] эмпирические кривые распространения новых технологий в промышленности СССР, которые, за редкими исключениями, аппроксимируются прямыми, а не S-образными линиями. В реальности насыщение, конечно, рано или поздно происходит. Использование кривой без насыщения призвано подчеркнуть необычайно низкие темпы сокращения производства некоторых видов массовых ресурсов (например, металлорежущих станков).

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕРАВНОВЕСНОЙ ЭКОНОМИКИ

До сих пор при обсуждении моделей технологических изменений основное внимание уделялось бифуркациям равновесных уровней распространения технологии. Оправданным представляется и иной, противоположный по сути подход, основным понятием которого является понятие неравновесия. Привлекательные свойства традиционных моделей равновесия [2]: достижение баланса спроса и предложения, равновесия, по Нэшу, в соответствующей бескоалиционной игре, оптимума по Парето, достигаются за счет введения двух чрезвычайно ограничительных в условиях высоких темпов инновационной активности предпосылок. Считается, что заранее заданы как общественная потребность в новой продукции, так и технологические множества на фиксированном наборе продуктов, предполагается также их выпуклость. Намечаются два пути преодоления недостатков равновесных моделей.

Первый — он очевиден — введение в модель стохастичности. Второй — переход к неравновесным моделям — кажется нам более плодотворным, поскольку в условиях быстро меняющегося, подчас с трудом поддающегося прогнозированию спроса на радикальные нововведения столь же изменчивых условий производства равенство спроса и предложения на конкретный продукт становится неустойчивым, как неустойчивыми становятся и общественно необходимые затраты труда на его производство. Теряет привлекательность и свойство равновесия по Нэшу: удовлетворенность достигнутым состоянием означает отсутствие всяких стимулов к изменению.

Неравновесные модели, если они претендуют на описание НТП, непременно должны быть нелинейными; нелинейность стабилизирует или, наоборот, усиливает процессы, о росте которых говорит линейная система, что и позволяет описать функционирование системы в быстро меняющихся условиях. Чтобы сделать обсуждение более конкретным, приведем простую нелинейную модель, вспомогательное назначение которой оправдывает некоторую искусственность заложенных в нее предположений. Переменные модели: y — мера инновационной активности, x — объем применения массовых ресурсов. Массовые ресурсы требуют меньшего времени вовлечения в хозяйственный оборот, чем являющиеся результатом инновационной активности качественные. Z — интенсивность дефицита на рынке благ производственного назначения. Эта

своеобразная мера неравновесности включает и временные дисбалансы, появляющиеся в ходе освоения новой технологии, и хронический дефицит. Довольствуемся интуитивным пониманием этой переменной; проблемы измерения и индикаторы уровня дефицита обсуждаются в [16; 27].

Повышение инновационной активности неизбежно обостряет «внутренние трения» в системе. Порог повышенных синхронных затрат на пути распространения новой техники [14] также приводит к усилению напряженности и дефицита. Его снижение можно ожидать лишь тогда, когда уже накоплен, а не только еще создается современный производственный потенциал, который, в свою очередь, делает возможным дальнейшее повышение инновационной активности. Обозначим этот пороговый уровень через d_2 . С другой стороны, система, имеющая возможность интенсивно эксплуатировать природную среду, довольствуясь вялым НТП и не прибегая к массовому обновлению основного капитала, может за ее счет снизить дефицитность. Продолжительность такой стратегии, хотя она и ограничена сроком жизни основного капитала, может быть, как показывает опыт, весьма велика. Обозначим нижний порог интенсивности, превышение которого реализует именно такую стратегию, через d_1 . Таким образом, инновационная активность воздействует на усиление дефицита нелинейно и немонотонно. Принимая во внимание также свойство дефицита самоусиливаться, получаем простейшее уравнение его динамики

$$\dot{z} = (y - d_1)(d_2 - y) + z. \quad (1)$$

Предполагается⁵, что $z > 0$. Внедрение новых технологий и наращивание производства массовых ресурсов конкурируют между собой. Дефицит вынуждает направлять больше средств в массовые производства для ускорения отдачи ресурсов; такова, по крайней мере, возможная стратегия.

$$\dot{y} = y^2 - yz \quad y \geq 0; \quad (2)$$

$$\dot{x} = \lambda(z)x + yz \quad \lambda'_z < 0, \quad x \geq 0. \quad (3)$$

⁵ Для отрицательных значений z содержательная интерпретация возможна, но уравнение (1) уже неадекватно. Необходимо его доопределение, например такое: при $y < d_1$, $z \geq 0$. В дальнейшем используется доопределенное уравнение (1).

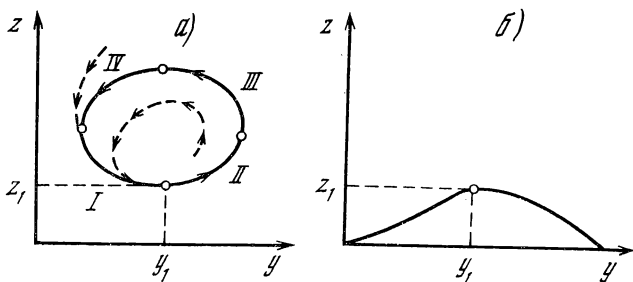


Рис. 4. Возможные состояния несбалансированности

а) воспроизводящийся дефицит; б) периодическая временная несбалансированность

Первое слагаемое в (2) отражает, как и прежде, эффект масштаба (поэтому оно остается адекватным до определенной границы $y < y'$), второе — перераспределение инвестиций в пользу массовых ресурсов, тем более интенсивное, чем выше уровень дефицита.

Система (1, 2) имеет устойчивый предельный цикл, описывающий функционирование богатой ресурсами экономики в условиях хронического дефицита (рис. 4 а). Острота проблем такой экономики, устраняемая частично за счет невысокого уровня инновационной активности и интенсивной эксплуатации природных ресурсов (участок I), нарастает под давлением порога повышенных синхронных затрат (II), что заставляет обратиться к вовлечению массовых ресурсов, и это вновь увеличивает дефицит (III). Затем находится новый спасительный природный ресурс, эксплуатация которого позволяет начать движение заново (IV).

Темп роста (точнее, расширения) экономики на наиболее неблагоприятных участках III и IV снижения инновационной активности может быть даже выше, чем на участках I и II ее увеличения. Объясняется это тем, что именно для ресурсоемких проектов, обеспечивающих вовлечение массовых ресурсов, наиболее высоки «индукторы» роста — мультипликатор и акселератор. Таким образом, развитие, как качественное изменение, противостоит в модели росту, как количественному расширению.

Возникновение в модели цикла — следствие вполне определенного правила распределения ресурсов, в соответствии с которым наличные средства направляются именно в тот сектор хозяйства, где возникли напряженности и «узкие места». В начале 20-х годов мы были вы-

нуждены прибегать к этой стратегии, известной как метод «ударного хозяйствования» из-за острой нехватки времени. Уже тогда были хорошо известны последствия ее реализации: «Не успели вытащить ударный нос, как тут же увяз неударный хвост. Хвост объявляется ударным и все начинается сначала» [8]. В затратном хозмеханизме эта стратегия воспроизводится из-за стремления к расширению ведомственных систем-монополий. Не следует также сбрасывать со счетов очевидность этого правила для обыденного экономического сознания.

Предположим теперь, что удалось перераспределить средства между качественными и массовыми ресурсами

$$\dot{y} = y^2 - yz + u(4), \quad \dot{x} = \lambda(z)x + yz - u$$

так, чтобы при любом уровне дефицита инновационная активность не уменьшалась бы. Анализ параболы (4) показывает, что необходимая для этого величина u_{\min} может быть весьма небольшой. Результатом такого перераспределения станет качественное изменение механизма функционирования: хронический дефицит сменяется временными дисбалансами качественных ресурсов (см. рис. 4б). Высказанная нами гипотеза о двух видах дефицита получила некоторое подтверждение.

Обратим внимание, что характеристики состояния системы в данной модели не информативны: они не позволяют судить о будущем. Статически идентичные состояния (y_1, z_1) на рис. 4а, б сменяются в дальнейшем принципиально различными тенденциями развития, т. е. какая-либо оценка достигнутого состояния невозможна без знания свойств процесса, в который оно включено. В рамках неравновесного подхода в теории НТП исследуется не положение равновесия на рынке отдельного товара или общее экономическое равновесие, — считается, что оно заведомо неустойчиво к внешним воздействиям и может «превратиться» в целый спектр различных процессов, свойства которых и следует изучать.

Исследование конкретного процесса проводится в теории нелинейных дифференциальных уравнений с помощью двух понятий, отражающих противоположные стороны развития — инерционность и изменчивость. Инерционности соответствует понятие аттрактора [7] — притягивающего множества точек, которых в пределе должна достигнуть система. Аттрактор не обязательно является точкой; это, как правило, определенная траектория —

процесс; в описанной модели им был предельный цикл. Выход на этот цикл обеспечивался с широкого класса начальных данных (система их «забывала») и при управляющих воздействиях $u < u_{\min}$. Начальные данные также можно интерпретировать как управляющие воздействия, только прошлые. Таким образом, система была невосприимчива к целому классу воздействий и развивалась, реализуя собственную инерцию. Конечно, устойчивость аттрактора характеризует инерцию весьма условно, не позволяя отразить собственно зависимость от предыстории. Предоставляющие такую возможность интегральные и дифференциальные уравнения с отклоняющимся аргументом в настоящее время малоприменимы в исследовании экономической динамики из-за неразработанности аналитических методов их решения. Изменчивости соответствует понятие бифуркации, или катастрофы — качественной перестройки поведения системы под влиянием управляющих воздействий, согласованных с ее внутренними свойствами. Итак, необходимо изучать, с одной стороны, собственные внутрисистемные закономерности поведения объекта и его восприимчивость на *определённом* этапе развития к *некоторым* управляющим воздействиям *требуемой* интенсивности. — с другой.

Приведенные в статье модели показывают, что глубина, масштабы и темпы изменений могут быть весьма неоднозначно связаны с интенсивностью такого воздействия (инициирующего импульса). Этот парадоксальный вывод кажется неправдоподобным; каждому известно: для того чтобы получить масштабный результат, нужны значительные инвестиции. Менее известны многочисленные факты экономической истории, когда одно и то же нововведение, вызвав в одних конкретных условиях крупномасштабные технологические, а затем и социальные изменения, не привело к сколько-нибудь существенным сдвигам в других. Так, порох, компас, бумага, инициировавшие в Западной Европе значительные структурные сдвиги, не вызвали таковых в Китае [3]. Следовательно, важна готовность системы воспринять инвестиции, нововведения и т. д. Социолог, пожалуй, сочтет эти рассуждения наивными: в исследованиях социальных изменений анализ условий и предпосылок их осуществления занимает центральное место. Однако при обосновании технологических сдвигов редко идут дальше расчетов легко калькулируемых эффектов увеличения выпуска продукции или улучшения ее качества. По нашему мнению, для уяснения

взаимосвязей в технико-экономическом развитии необходим анализ воспроизводственных эффектов хозяйственных мероприятий, всегда существующих помимо и независимо от ближайших целей, ради которого то или иное мероприятие осуществлялось, но воздействующих на будущее развитие экономики.

Согласно марксистской теории воспроизводства, результат (эффект) деятельности проявляется в двух формах: в удовлетворении конкретных общественных потребностей и создании предпосылок — социальных (воспроизводство общественных отношений), научно-технических для будущей целесообразной деятельности; воздействии на будущую систему потребностей.

Будущие производственные потребности в той мере, в какой они predeterminedены уже принятыми инвестиционными решениями, складываются объективно под влиянием сложившихся потребностей и структуры затрат. «Потребление создает потребность в *новом* производстве, стало быть, идеальный, внутренне побуждающий мотив производства, который является его предпосылкой. Потребление создает побуждение к производству, оно создает также и предмет, который воздействует на производство, определяя его цель» [1. Т. 12. С. 717]. Однако для общества будущая система потребностей далеко не безразлична: она может быть более или менее рациональной, ориентированной на наукоемкое производство или потребление массовых ресурсов. Так, создание технологии производства многослойных труб, даже если бы ее удалось реализовать в широких масштабах, способствовало бы закреплению низкокачественной структуры металла, поскольку по крайней мере один из «внутренне побуждающих мотивов» ее улучшения исчез (многослойность труб вызывалась низким качеством металла). Наоборот, реализация наукоемкого проекта (например, Атоммаша) заставляет «подтянуться» все отрасли, участвующие в его ресурсообеспечении (прежде всего точное машиностроение и производство качественного проката).

Другой тип воспроизводственных эффектов связан с обучением, накоплением опыта, получением нового знания в ходе реализации научно-технических мероприятий. Значение первой атомной электростанции не определялось ее мощностью: то был объект экспериментальный. Но ускорение НТП означает, в частности, и то, что ныне все новые производства приобретают черты экспериментальных. Поэтому, например, при прочих равных условиях

создание собственного оборудования предпочтительнее закупок за рубежом. Таким образом, производственная деятельность приобретает черты всеобщего труда, обусловливаемого «частью кооперацией современников, частью использованием труда предшественников» [1. Т. 25, ч. I. С. 116]. Всеобщий труд, потребление результатов которого не ограничено ни местом, ни временем, объединяет различные циклы воспроизводства и поколения техники, обеспечивая преемственность развития.

Конкретный анализ воспроизводственных эффектов заслуживает отдельного исследования [5; 6]. Для нас важно, что воспроизводственные эффекты готовят систему к изменению, создают предпосылки для него. Иницирующий импульс (не обязательно капиталовложения или нововведение; им может служить любое событие, изменяющее «самовосприятие» системы) играет роль «спускового крючка», стимулируя осуществление качественного сдвига. Таковы представления о развитии, индуцированные приведенными моделями. Можно надеяться, что изучение и, самое главное, содержательная интерпретация нелинейных моделей экономической динамики обогатят наши знания о взаимосвязях в процессах развития, что, в свою очередь, сделает действенным управление структурными сдвигами в экономике.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Признание системного характера знания [18; 23] предполагает применение самых разнообразных подходов к изучению того или иного феномена реальности. Стационарным и нестационарным моделям научно-технического прогресса, обсуждавшимся в статье, содержательно соответствуют равновесный и неравновесный подходы к его описанию.

В математической экономике понятие равновесия употребляется в двух смыслах. Во-первых, как рыночное равновесие. Неравновесие означает отсутствие баланса спроса и предложения [16; 25; 27]. Во-вторых, как стационарное, неизменное во времени состояние динамической системы⁶. Неравновесие здесь — синоним изменчивости, неустойчивости к внешним воздействиям. «Нормальный уровень дефицита» Я. Корнаи [27] не будет

⁶ Наличие какого-либо динамического инварианта (например, неизменность скорости роста) свидетельствует о равновесных свойствах системы.

равновесием в первом смысле, хотя является таковым во втором. Нас интересует неравновесие в широком смысле слова: предполагается отсутствие также и второго признака равновесности.

Обратим внимание на различия в описании и объяснении процессов изменения в рамках этих двух подходов. В первом из них тенденция развития определяется приближением системы к устойчивому состоянию. Исследуются либо процессы перехода от одного состояния равновесия к другому (переходные процессы), либо флуктуации около заданного состояния равновесия. Проведенное в статье изучение двух типов структурных сдвигов есть пример исследования переходных процессов. Плодотворность такого подхода в социально-экономических исследованиях столь же очевидна ⁷, как и его ограниченность. Как определить тенденцию изменения, если состояние равновесия отсутствует или неустойчиво к внешним воздействиям? Ярким примером возникающих здесь трудностей является известная система дифференциальных уравнений Лоренца [20]. Ее решения оказываются неустойчивыми: разность двух решений может быстро расти со временем, даже если начальные данные были очень близки. Таким образом, предсказать ход процесса удастся только локально, в точке. Долговременный прогноз невозможен, поскольку поведение системы стохастично. Выход здесь — в переходе к изучению более инерционной суперсистемы, формирующей управляющие воздействия в отношении исследуемой [5; 6].

Главное, что отличает названные подходы, — это представления о времени. В равновесных построениях время является параметром, фиксирующим то или иное равновесное состояние из бесконечной их череды [17; 26]. Учет реального исторического времени, воздействия на спектр альтернатив выбора и экономическую перспективу предыстории развития — таково требование неравновесного подхода, пока трудно реализуемое формально. Такая трактовка времени означает, что последствия осуществ-

⁷ Однако переходные процессы в моделировании социально-экономических систем изучены явно недостаточно. Исключение составляет демография, где, например, демографический взрыв рассматривается как следствие перехода от аграрного к современному типу воспроизводства населения, когда уже сложившейся низкой смертности соответствует по-прежнему высокая рождаемость.

вления любой экономической акции нужно проследивать как можно дальше, обращая особое внимание на ее воспроизводственные эффекты. Следовательно, оценка того или иного явления, мероприятия, действия зависит от горизонта анализа — утверждение, забвение которого чревато расплывчатостью наших оценок и выводов.

Нет необходимости противопоставлять друг другу названные подходы. Каждый из них может оказаться плодотворным, а их совместное применение позволяет создать многомерную, изменяющуюся картину действительности, в чем и заключается системное видение мира.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 4; 12; 25, ч. I.
2. Ашманов С. Введение в математическую экономику. М., 1984.
3. Бродель Ф. Структуры повседневности. М., 1986.
4. Глазьев С. Ю. Экономические измерения технического развития народного хозяйства. (Канд. дис.) М.: ЦЭМИ АН СССР, 1986.
5. Данилов-Данильян В. И., Рывкин А. А. Воспроизводственный аспект экономического развития и некоторые проблемы управления // Экономика и мат. методы. 1984. Т. 20, вып. 2.
6. Данилов-Данильян В. И., Рывкин А. А. Некоторые методологические проблемы экономики научно-технического прогресса // Экономика и мат. методы. 1984. Т. 20, вып. 6.
7. Итоги науки и техники // Современные проблемы математики: Фундаментальные направления. 1986, № 5: Динамические системы. М., 1986.
8. Крицман Л. О едином хозяйственном плане. М., 1920.
9. Кудрин Б. И. Научно-технический прогресс и формирование технотенозов // ЭКО. 1980. № 8.
10. Кутейников И. Конкуренция на рынках новых наукоемких товаров // США: экономика, политика, идеология. 1984. № 8.
11. Львов Д. С., Глазьев С. Ю. Теоретические и прикладные аспекты управления научно-техническим прогрессом // Экономика и мат. методы. 1987. Т. 23, вып. 5.
12. Макаров В. Л. О развитии экономико-математического инструментария на современном этапе // Экономика и мат. методы. 1986. Т. 22, вып. 3.
13. Малков Л. П., Паппэ Я. Ш. Компьютеризация в США: экономические аспекты (обзор публикаций) // Экономика и мат. методы. 1987. Т. 23, вып. 4.
14. Новожиллов В. В. Проблемы измерения затрат и результатов при оптимальном планировании. М., 1972.
15. Полет на энтузиазме // ЭКО. 1983. № 8.
16. Полтерович В. М. Проблема измерения дефицитности благ // Экономика и мат. методы. 1983. Т. 19, вып. 5.
17. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М., 1986.
18. Садовский В. И. Методология науки и системный подход // Системные исследования: Ежегодник, 1977. М., 1977.

19. *Сахал Д.* Технический прогресс: концепции, модели, оценки. М., 1985.
20. Странные аттракторы. М., 1981.
21. ЭВМ: шаги к мировому уровню // Соц. индустрия. 1987. 4 авг.
22. Эйрис Р. *Миллер С.* Перспективы развития робототехники. М., 1986.
23. *Юдин Э. Г.* Системный подход и принцип деятельности: Методол. пробл. соврем. науки. М., 1978.
24. *Яременко Ю. В.* Структурные изменения в социалистической экономике. М., 1981.
25. *Benassy J. P.* Macroeconomie et theorie du desequilibre. P., 1984.
26. *O'Driscoll G. P., Rizzo N. J.* The economics of time and ignorance. Oxford; N. Y. 1985.
27. *Kornai J.* Growth, shortage and efficiency. Oxford, 1982.

ПРОЕКТНОЕ ЗНАНИЕ: ОПЫТ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

А. В. КАРТАШОВ

Отношение между научно-техническим прогрессом и обществом в философской литературе до недавнего времени анализировалось главным образом со стороны тех социокультурных метаморфоз, которые приносит все более интенсивное внедрение продуктов научно-технической деятельности в сферу социально-экономической жизни общества. При этом сравнительно немного внимания уделялось изучению функционирования обратной связи между наукой и обществом, т. е. тому, как изменившийся социальный статус научно-технической деятельности отражается на интеллектуальном облике науки. Утверждения, подобные тому, что в течение последних нескольких десятилетий природа научной деятельности неузнаваемо изменилась, теперь стали общим местом; однако характер этих изменений исследователи науки, как правило, связывали с определенными внешними атрибутами или, в лучшем случае, ограничивались социологическим анализом статуса научной деятельности в современном обществе. Вопрос о том, какую деформацию претерпели сами принципы организации научного знания в эпоху научно-технической революции, до сих пор не подвергался подробному методологическому анализу.

Начало новой эпохи в истории научной деятельности некоторые историки науки связывают с осуществлением так называемого «Манхэттенского проекта», в рамках которого была создана атомная бомба [4]. Открытие и использование ядерной энергии, невиданного до этого инструмента разрушения и созидания, заставило политиков и общественность в значительной степени пересмотреть традиционные взгляды на науку и научную деятельность. Если ранее достижения в области науки, точно так же, как и достижения в области литературы, искусства, архитектуры и т. п., рассматривались в общекультурном контексте и считались, в лучшем случае, делом государственного престижа, то с середины XX в. наука постепенно, но неуклонно начинает превращаться в стратегическую силу, от ускоренного наращивания которой в значительной степени зависит сама жизнеспособность нации.

Коренное изменение общественно-политического статуса науки не могло самым непосредственным образом не сказаться на ее структурных, организационных и социологических характеристиках. В этой работе будет сделана попытка отразить самые общие методологические черты нового типа организации теоретической деятельности, который здесь будет условно обозначен термином «проектное знание», объем которого составляет широкий спектр научно-технических мероприятий по интеллектуальному обеспечению социальных заказов.

Попытка типологизировать такого рода деятельность в качестве автономного интеллектуального образования может встретить возражение, что наука с самого начала являлась ответом на определенного рода социальные потребности. Одной из главных задач бурно развивающейся ныне социологии знания как раз и является изучение механизма взаимодействия науки и социокультурной среды. Не вдаваясь в подробности дискуссии между сторонниками так называемых «экстерналистских» и «интерналистских» моделей развития научного знания, отметим здесь только, что социальные заказы, даже если они и определяли в значительной степени развитие «классической» европейской науки, делали это опосредованно, проходя сквозь фильтр теоретического сознания ученых, определявшего структуру и характер задач, релевантных институционализированным стереотипам. В отличие от этого деятельность по непосредственному интеллектуальному обеспечению социальных заказов, будучи сопряженной с дисциплинарной наукой и проводимой главным образом специалистами, получившими дисциплинарное образование, тем не менее обладает целым рядом специфических признаков, позволяющих типологизировать ее в качестве автономной формы интеллектуальной деятельности.

Появление и развитие нового типа научной деятельности было обусловлено рядом событий социально-экономического порядка.

Во-первых, изменившийся социально-политический статус научного знания в середине XX в. повлек за собой колоссальный рост объемов фондов, выделяемых правительствами промышленно развитых стран на проведение конкретных исследований по анализу и решению общественно значимых проблем. До этого времени научные разработки в капиталистических странах либо финансировались главным образом из частных источников, либо проводились в академических центрах, субсидировавшихся

правительством, и, как правило, без предварительных обязательств со стороны ученых заниматься изучением заранее оговоренных проблем. С возникновением и широким распространением ряда проектных исследований все больше финансовых средств стало вкладываться в реализацию целевых научных программ, задача которых заключалась в теоретическом обеспечении социальных или экономических мероприятий¹. Поскольку одним из требований, предъявляемых к такого рода программам, являлось требование «комплексного» анализа изучаемого явления, для осуществления которого сложившийся теоретический аппарат дисциплинарной науки не всегда оказывался пригодным, одним из следствий реализации целевых научных программ стало возникновение существенно новых форм когнитивной и социальной организации знания. Взросшая зависимость ученых от интересов политических или общественных сил отразилась, в частности, и на характере и способах проведения научных дискуссий [14; 16; 17].

Во-вторых, стандартное представление, сильно укоренившееся в существующей культурной традиции, в соответствии с которым «естественное» развитие технологии в конечном счете неизбежно ведет к общему прогрессу общества, было поколеблено. Создание оружия массового уничтожения, угрожающего самому существованию человеческой цивилизации, экологические катастрофы, вызванные бесконтрольным применением современных технических средств, привлекли внимание общественности к проблемам управления научно-техническим прогрессом. Требование экологического обеспечения крупных народнохозяйственных программ также в немалой степени способствовало распространению целевых научных исследований. Успехи мероприятий такого рода породили среди наиболее радикально настроенных представителей экологической науки требование реорганизации всего массива научного знания по образцу экологии, т. е. вне-

¹ Так, в странах Западной Европы на проведение целевых научных исследований расходуется до 50 % общих государственных расходов на науку, — приблизительно столько же расходуется на «общее поощрение исследований», проводимых в университетских и академических центрах. Среди целевых научных программ в этих странах наибольший удельный вес приходится соответственно на оборону, энергетику, здравоохранение и исследования в области промышленной технологии [1. С. 39].

дрения ценностных стандартов в структуру научного знания [7]. Как оказалось, это требование, не реализуемое в рамках дисциплинарной формы организации науки, приемлемо для проектного знания, гораздо более устойчивого к внедрению фрагментов знания различного гносеологического статуса.

Осуществление первых проектных исследований доказало возможность специфического способа управления наукой. Прирост нового знания, осуществлявшийся в науке прежде главным образом за счет детализации или переформулировки основных структурных единиц теоретического аппарата соответствующих дисциплин, оказалось возможным реализовывать в результате более эффективного использования его уже имеющихся фрагментов. Это означает, что создание мобильных исследовательских групп, объединяющих специалистов самых различных областей научного знания, часто способно более быстро и эффективно решать задачи по теоретическому обеспечению крупных народнохозяйственных мероприятий, чем «кумулятивное» развитие соответствующих дисциплин.

Целевые научно-исследовательские программы охватывают широкий спектр проблем. В качестве самых общих свойств, характеризующих проблемы этого рода, можно указать на их уникальность, пространственную и временную локализованность и на наличие четкого критерия, определяющего момент, когда поставленная задача считается решенной. Ориентация исследований в рамках дисциплины осуществляется, как правило, благодаря наличию в господствующей исследовательской программе системы методологических правил, часто не выраженных эксплицитно и определяющих природу релевантных задач, иерархию их значимости, приоритетные направления исследования и т. д. При этом изучение проблемы в рамках дисциплины может продолжаться сколь угодно долго и глубоко, так как не существует естественного ограничителя, препятствующего продолжению анализа. На этих особенностях дисциплинарной формы организации научного знания основан распространенный способ управления наукой, состоящий в преимущественном финансировании наиболее перспективных направлений научного поиска и основанный на мнениях экспертов — специалистов данной области исследования ².

² В статье [3] изложена основанная на мнениях экспертов процедура оценки значимости научных результатов в астрономии. Однако политика финансирования научных разработок, основанная

В отличие от дисциплинарных проблем задачи проектного типа обладают тем существенным признаком, что их теоретическая реализация часто происходит благодаря образованию временных исследовательских групп. Существенно отличаются от методов, принятых в рамках дисциплинарных исследований, методы оценки результатов проектного анализа. Если оценка теорий, разработанных в рамках дисциплины, осуществляется путем применения сложных методологических процедур, включающих в себя анализ достоверности и значимости эмпирического материала, сравнение данной теории с более широкими концептуальными блоками, выявление аномалий и предсказательной силы, — т. е. комплекса методологических правил, целью которых в конечном счете является проверка теории на истинность, то оценка результатов целевых исследовательских программ происходит несколько иначе. Временная ограниченность исследования накладывает границы на глубину разработок. В первую очередь эти ограничения сказываются на объяснительной силе модели. При оценке проектной модели анализу подвергается не столько ее правдоподобность, т. е. возможно более полная изоморфность проблемной ситуации, сколько ее надежность, т. е. степень изоморфности, адекватная цели исследования.

Отсутствие четких методологических стандартов, которые были бы характерны для этого типа организации знания, объясняется также тем фактом, что проектные исследования, как правило, объединяют специалистов, получивших различное дисциплинарное образование, которые привносят в исследование собственные методологические представления. Недостаток единых методологических представлений часто приводит к тому, что альтернативные модели, создаваемые группами, ориентированными на различные социальные установки, могут находиться в отношении, напоминающем отношение «несравнимости», описанное Т. Куном.

На некоторых общих методологических особенностях проектных исследований следует остановиться подробнее.

на таких методах, может встретить сопротивление со стороны части ученых, когда не существует согласия между представителями различных специальностей соответствующей дисциплины относительно сравнительной значимости проблемных областей. Подробно этот вопрос изложен в работе [9. Гл. IV].

Далеко за рамки так называемых «научных фактов», т. е. сведений, дедуктивно или содержательно выводимых из существующих теорий, выходят номенклатура и объем знаний, используемых в контекстах интеллектуальной деятельности этого типа. Ограничения, накладываемые на продолжительность и глубину исследования, неизбежно приводят к образованию «белых пятен» в содержании проектной модели, не заполняемых следствиями из базисных представлений о проблемной ситуации. Часто в таких случаях канонический вывод возможно заменить гипотезами, почерпнутыми из источников нетрадиционных. Сюда могут входить оценочные суждения, мнения экспертов, созданные специально «для случая» приблизительные модели с ограниченной объяснительной силой, — иначе говоря, самый широкий спектр когнитивных образований различного гносеологического статуса. Более того, надежность конструируемой модели в существенной степени определяется объемом используемой базы знаний и разнообразием ее номенклатуры. Как показывает опыт, ограничение информационной базы рамками узкодисциплинарных или узкоэкономических аспектов может привести к созданию искаженной модели проблемной ситуации. Использование нетрадиционных источников знаний и локальных закономерностей имеет еще то преимущество, что они способны доставлять информацию, которую в рамках дисциплины невозможно было бы получить при сколь угодно глубоком ее развитии. Это прежде всего относится к информации в связи с конкретным контекстом проблемной ситуации.

Своеобразными характеристиками обладает и способ представления знания в проектных моделях. Знания, обладающие различным гносеологическим статусом и почерпнутые из самих различных источников, должны быть очищены от инородных контекстуальных наслоений, от груза дисциплинарных, методологических и т. п. детерминант, не относящихся непосредственно к характеру решаемой задачи. Способ представления знаний для проектных систем должен обладать качествами, позволяющими безболезненно включать их в самые различные контексты, создаваемые альтернативными моделями проблемной ситуации. Кроме того, немаловажно, чтобы база знаний, образующая фундамент для формирования проектной модели, допускала возможность их обработки на электронно-вычислительной технике. Задача представления конвенционального знания в формах, приемлемых для обработки на

современных вычислительных машинах, становится сегодня одним из магистральных путей развития информатики и сама требует междисциплинарного подхода, который объединял бы усилия программистов, логиков, лингвистов, психологов.

Очищенные от инородных контекстуальных наслоений знания, таким образом, должны быть представлены в форме информации, т. е. массива автономных обособленных фрагментов знания. Такой способ представления знания существенно отличается от способа представления знания, характерного для дисциплинарной науки, где эпистемологический статус утверждений поддерживается и закрепляется иерархической структурой дисциплины и наличием методологических правил, определяющих возможность перехода от одних утверждений к другим.

Негативной стороной процедуры «деконтекстуализации» знаний может явиться то, что в ее результате произойдет определенная смысловая деформация исходных фрагментов знания. Указанная трудность, однако, может быть преодолена путем ограничения области употребления полученной информации объемами, для которых эта деформация не ведет к потере эпистемологического статуса предложений. Неизбежные ограничения, накладываемые на область употребления фрагментов знания различного происхождения и природы, компенсируются их мобильностью и пластичностью, позволяющими включать их в различные альтернативные модели.

Процесс включения фрагментов знания различного происхождения и природы в конструктивную целостность, моделирующую проблемную ситуацию, т. е. деятельность по организации знаний, может осуществляться только путем применения специальных методологических процедур. Методологическая деятельность по определению объема, способов представления и методов обработки знания вырастает здесь в самостоятельную задачу, решение которой непосредственно влияет на результат исследовательской программы.

В связи с усилением потребности в методологическом оснащении такого рода задач с середины 50-х годов нынешнего столетия интенсивно развивается специальная отрасль методологического знания — системные представления. Специфика системных представлений проявляется в том, что, в отличие от классической эпистемологии, сложившейся в начале этого столетия и рассматривавшейся в качестве некоторого метанаучного знания, выделяе-

мого из истории науки как общей теории рационального познания, системные представления являются имманентной составляющей особого рода конкретных исследований. В настоящее время связь между системным подходом и проектными исследованиями осознана не только в теоретическом, но и в практическом плане: ни одно крупное мероприятие проектного типа не обходится ныне без создания группы системного анализа, теоретический инструментарий для которого был подготовлен в рамках системных представлений.

В работе [12], рассматривающей поведение ученых, участвующих в реализации целевых программ, было отмечено наличие некоторого несоответствия между методологическими принципами и представлениями ученых и задачами программ такого рода. Дисциплинарная форма организации научного знания с необходимостью включает в себя собственные правила развития. Среди комплекса этих правил было выделено три важные группы: правила для выбора проблем, правила отказа от невыгодных направлений исследования и правила, определяющие то, что следует считать приемлемым решением проблемы. Обычно эти правила вступают в конфликт с технологической ориентацией программы, создаваемой часто вопреки правилам развития дисциплинарного знания, и ученые неохотно приспосабливаются к новым условиям исследования.

Поэтому реализация целевых научных программ, которые часто не являются побочным продуктом «нормального» развития научного знания, требует создания специальных инструментов, предназначенных для формирования и закрепления интеллектуальных мероприятий этого рода.

При анализе процессов институционализации проектных исследований следует учитывать два важных момента: во-первых, степень их институционализации определяется характером задачи и необходимой глубиной ее исследования; во-вторых, если в рамках дисциплинарной формы организации знания высокая степень когнитивной институционализации не влечет за собой с необходимостью высокую степень социальной институционализации ученых, объединенных общностью интересов и соответствующими методологическими представлениями, то высокая степень социальной институционализации является необходимым условием успешного завершения проектных исследований. Причина этого кроется в том, что в силу уникальности решаемых задач и временного существования программы

ученые, объединенные рамками целевого исследования, лишены средств, способствующих когнитивной унификации дисциплинарного знания: периодических изданий, конференций, симпозиумов, монографий и т. п. Обычно целевые исследования проводятся в рамках специализированных исследовательских групп, так как для реализации целевых программ необходимо создание возможно более тесного сотрудничества между исследователями. Высокая степень социальной институционализации обладает и дополнительным психологическим преимуществом: близкое общение между специалистами, представляющими различные дисциплины, способствует эффективной ломке дисциплинарных стереотипов и выработке специфического взгляда на проблему, на основе которого создается системная модель проблемной ситуации и намечаются пути ее преобразования.

Меры, предпринимаемые для создания исследовательских групп целевого назначения, многообразны, как многообразны и возникающие в результате осуществления этих мер типы исследовательских единиц. Однако, используя критерий глубины исследования и степени институционализации, можно выделить несколько характерных типов исследовательских единиц, грубо соответствующих определенного рода социальным мероприятиям, стимулирующим их рост и функционирование.

1. Создание премиального фонда, стимулирующего исследования прикладного характера с целью выявления наиболее перспективных проектов и разработок, способных стать основой для дальнейших исследований в заданном направлении.

Этот так называемый «конкурсный» способ управления наукой с целью привлечения ученых к изучению общественно значимых, но с дисциплинарной точки зрения малопривлекательных проблем известен, возможно, с самого начала становления науки как особой сферы общественного сознания. В настоящее время соревнование между исследовательскими группами, вызванное, с одной стороны, стремлением ученых получить дополнительные фонды на проведение исследований и, с другой — потребностями общества в решении наиболее неотложных задач, становится одной из важнейших черт социального облика науки. Взаимодействие такого рода между интересами сложившихся научно-исследовательских групп и потребностями общества осуществляется, как правило, путем перевода проблемной ситуации на дисциплинарный язык и

поиска ее решения в рамках сложившейся в данной дисциплине парадигмы исследования.

Переориентация исследований на решение общественно важных задач может происходить и стихийно, без непосредственного вмешательства общественных институтов, когда ученые предчувствуют возможность большой экономической отдачи и, следовательно, будущих ассигнований в случае решения определенного рода задач. Так, например, Р. Данфорд [8], анализируя область исследований по использованию солнечной энергии, обратил внимание на то, что обострение интереса к этой проблематике произошло в середине 70-х годов нынешнего столетия, когда большинство развитых капиталистических стран было охвачено энергетическим кризисом. Характерно, что большинство из вовлеченных таким образом исследователей фактически продолжали ту же работу, что делали раньше. Рост публикаций по использованию солнечной энергии в значительной степени был обусловлен переориентацией оригинальных исследований и переформулировкой их задач, когда становилась очевидной их приложимость к возможностям использования солнечной энергии.

Характерной чертой исследований этого типа является низкий уровень когнитивного взаимодействия между различными исследовательскими объединениями. Возможное участие самого широкого спектра научных специальностей в решении поставленной задачи и даже наличие формальных признаков институционализированной области исследования — таких, как журналы, симпозиумы и т. д., — часто не влекут за собой появление работ, выходящих за рамки дисциплинарных стереотипов анализа.

В этом случае согласие относительно области исследования существует на таком общем уровне, что оно почти бесполезно для формирования междисциплинарной исследовательской программы, а различия, существующие между специальностями, не реализуют возможности взаимовыгодного разделения теоретического труда.

Поэтому исследования этого рода еще не знаменуют собой выхода за рамки дисциплинарной формы организации научного знания, а отражают лишь соревнование между различными научными коллективами, исследовательскими школами и т. д. за статус релевантности данному типу задач³. Взаимодействие между различными ис-

³ Анализ мотивов, побуждающих исследовательские группы к соревнованию за получение заказов прикладного характера, см. в [5].

следовательскими группами в этом случае редко носит кооперативный характер и осуществляется, как правило, в рамках дискуссий об адекватной формулировке проблемной ситуации.

Низкая эффективность дисциплинарного подхода к решению «неинституционализированных» задач привела к методологическим поискам новых форм организации научного знания.

2. Образование комитета, координирующего направления исследования групп различной научной специализации в целях получения многосторонней модели проблемой ситуации.

Неадекватность дисциплинарного подхода к решению нестандартных задач и ее методологическое осмысление способствовали распространению так называемых мультидисциплинарных исследований, в которых каждая дисциплина занимает собственную теоретическую нишу. Возможность такого подхода диктовалась довольно простыми соображениями методологического характера: мир поделен дисциплинами на некоторые слои, изучаемые различными науками; поэтому для создания адекватной модели того или иного явления достаточно, как кажется на первый взгляд, решить довольно простую задачу — выделить в этом явлении соответствующие онтологические страты и поделить их между релевантными дисциплинами. Полученный в результате идеальный продукт и будет являться всеобъемлющей моделью явления. На деле, конечно, попытка объяснить дифференцированность и высокую специализированность существующей в настоящее время научной картины мира онтологическими соображениями едва ли может считаться плодотворной. Теоретический инструментарий и система гносеологических ценностей, вырабатываемые дисциплиной, образуют своеобразный когнитивный фильтр, с помощью которого отбираются проблемы, признаваемые всеми членами дисциплинарного сообщества релевантными данной области исследования. При этом развитие дисциплины в процессе формирования исследовательских программ настолько «деформирует» наличный эмпирический материал, что получаемые результаты лишь весьма условно могут быть «привязаны» к тем или иным областям чувственно воспринимаемого мира.

Однако вопреки достаточно сомнительной методологической состоятельности подобного редукционистского подхода, мультидисциплинарные исследования в настоящее время успешно применяются для решения определен-

ного рода задач. В частности, эта форма организации научного знания часто применяется при анализе экологических последствий вмешательства технической деятельности человека в окружающую среду, когда совокупный результат исследования определяется независимыми усилиями метеорологов, гидрологов, почвоведов и т. д. Разумеется, сфера приложимости мультидисциплинарного подхода резко ограничивается проблемами, поддающимися простой и однозначной структурализации, и ситуациями, для которых технический инструментарий, предлагаемый соответствующими дисциплинами, оказывается [достаточным].

Уровень когнитивной координации между различными дисциплинарными группами в мультидисциплинарном исследовании обеспечивается структурным единством проекта, но междисциплинарные взаимодействия слабы, а междисциплинарный синтез носит чисто формальный характер, — ученые могут «обслуживать» свой участок изучаемой проблемы, даже не имея представления о целом проекте.

Хотя мультидисциплинарный подход и означает определенный выход за рамки дисциплинарного знания, в нем используется принятый в рамках существующих специальностей теоретический инструментарий и он может быть использован лишь для решения весьма узкого круга хорошо структурированных задач. Кроме того, редукция проблемы к серии конкретно-научных проблем чревата опасностью упустить из вида существенные взаимосвязи между различными аспектами проблемной ситуации.

3. Создание временной исследовательской группы, объединяющей специалистов из различных областей знания.

Наиболее распространенным и, возможно, наиболее эффективным методом решения нестандартных задач в настоящее время стало создание междисциплинарных исследовательских групп, организованных специально для проведения конкретного исследования. Как правило, группы такого типа создаются для решения тех задач, для которых процесс редукции глобальной проблемы к серии узкодисциплинарных вопросов в силу каких-либо причин затруднен. В этом случае необходимость нового синтетического и подчас уникального подхода к решаемой проблеме обеспечивается за счет творческой деятельности участников проектного исследования.

В качестве основных характеристик исследований этого рода можно назвать временный, преходящий характер их существования и наличие тесного сотрудничества между специалистами из самых различных областей знания. Задачи, поставленные перед такими группами, как правило, требуют не только комплексного, но и целостного подхода, т. е. выработки специфического уникального взгляда на проблему, охватывающего все ее стороны и различные составляющие. Решая междисциплинарную задачу, специалист до некоторой степени чувствует себя свободным от методологических стандартов, накладываемых на него дисциплинарной формой организации знания, так как сам факт обращения к задаче, не санкционированной господствующей дисциплинарной парадигмой, ослабляет психологическую зависимость специалиста от дисциплинарных стереотипов. Еще более ослабляет эти стереотипы исследовательская кооперация специалистов, принадлежащих к различным дисциплинарным, а порой и методологическим традициям.

Общеизвестны факты истории науки, когда появление новых оригинальных решений было связано с использованием учеными заимствованных моделей из иных областей знания; достаточно сказать, например, об использовании Дарвином при формировании концепции эволюции органической природы социологической теории Мальтуса [6] или об открытии Максвеллом законов электромагнитного взаимодействия при помощи моделей, разработанных в рамках классической гидродинамики [2]. В междисциплинарных исследованиях восприимчивость сознания ученых к инородным когнитивным образованиям в значительной степени возрастает. Внимание исследователей концентрируется на вопросах, характеризующих взаимосвязи между различными составляющими проблемной ситуации.

Временный характер существования исследовательских групп этого типа накладывает отпечаток и на характер используемых методологических представлений. Отказ от нормативов максимально возможной точности, аксиоматической формы построения теории, обязательной дедуктивной выводимости принципиальных положений теории из дисциплинарных постулатов приводит к тому, что широкое распространение получают «промежуточные» когнитивные образования, такие, как приблизительные модели, интуитивные оценки экспертов и т. д. Интересный анализ этого явления был дан в работе [11] об исследовательской политике бристольской лаборатории по изуче-

нию физики твердого тела. Для осуществления цели ликвидировать наметившийся в 30-х годах нынешнего столетия разрыв между теорией и практикой в лаборатории преднамеренно проводилась политика предельной исследовательской децентрализации, исключавшая чрезмерную концентрацию на фиксированной области исследования. По мнению авторов работы [11], именно эта политика поддержки самого широкого спектра специальных интересов привела в конечном счете к ситуации, когда критическая масса исследовательских результатов была зафиксирована в многосторонней программе исследования различных аспектов твердого состояния материи. Помимо этого, сотрудники бристольской лаборатории не стремились к доскональному изучению основополагающих принципов, которое чрезмерно зависело бы от количественной трактовки релевантных феноменов. Вот как описывал методологию междисциплинарного исследования руководитель бристольской лаборатории: «Мне кажется, что в этой области какой-либо факт стоит объяснять, если его можно объяснить просто. Если же для этого требуется длительное вычисление, то лучше оставить его необъясненным... Мы предпочитаем построить простую модель явления, рассмотреть следствия из нее и исследовать, сколько наблюдаемых явлений может описать полученная в результате схема. Мы даем теории простейшую форму и затем критически обсуждаем, при каких условиях можно принять эту простую модель» [цит. по 11].

Отличительной чертой этого типа организации знания является то, что синтез различных направлений исследования в целостную модель проблемной ситуации может осуществиться лишь задним числом, а концептуализация области исследования происходит лишь тогда, когда выработано общезначимое для всех участников группы представление о структуре проблемной ситуации и о том, какое место в ней занимают частные направления исследования.

Как уже было отмечено, необходимая «временность» проектных исследований этого типа накладывает ограничения на точность и глубину научного анализа. Чем более продолжителен промежуток времени, в течение которого работает проектная группа, тем менее существенны эти ограничения и, как следствие, междисциплинарное исследование приобретает новые черты.

4. Создание долговременной исследовательской группы проектного типа.

Как правило, временные исследовательские группы проектного типа создаются для теоретического обеспечения неотложных социальных задач, требующих оперативного вмешательства экспертов различной специализации. Создание теоретической модели проблемной ситуации и деятельности по ее преобразованию обычно является абсолютным концом исследовательской программы, после чего дальнейшая ее разработка оказывается чаще всего бессмысленной. В самом деле, задача лечения рака или строительства АЭС может быть выполнена или нет, но если она все же выполнена, то едва ли кому-нибудь придет в голову решать ее вторично ⁴.

В отличие от задач этого рода существуют задачи, для которых критерий выполнения указать гораздо сложнее, если вообще возможно. Так, например, задача использования ядерной энергии в народнохозяйственных целях требует создания специальной исследовательской программы, поскольку к моменту открытия ядерной энергии ни одна из существующих дисциплин не располагала теоретическим инструментарием для ее комплексного решения. С другой стороны, природа решаемой задачи в этом случае не накладывает никаких ограничений на продолжительность и глубину ее исследования.

В результате, если возникающая при этом опасность распыления полноценного исследования в серию узких моделей будет ликвидирована эффективными социально-организационными мероприятиями, возникает особое квазидисциплинарное образование, которое в случае успешного развития исследовательской программы постепенно приобретает все атрибуты зрелой дисциплины: разделение научно-исследовательской деятельности на аналитическую и экспериментальную, появление специализированных журналов, проведение конгрессов и т. д. И, наконец, важнейшая черта, отличающая дисциплину от иных форм организации научного знания, — способность к «самодвижению», т. е. к генерации самостоятельной проблематики, — также становится неотъемлемым свойством исследований этого рода. Распространенное представление,

⁴ Однако, как показали авторы исследования [13], не следует спешить с расформированием успешно работающих проектных групп, если в будущем намечается необходимость решения аналогичных задач. По данным авторов, среднее время существования менее продуктивных групп (около 3 патентов) составляет всего 2,5 года, в то время как группы, работающие 4 и более лет, гораздо более продуктивны (свыше 20 патентов).

согласно которому образование новых дисциплин происходит исключительно в результате отпочкования частных фрагментов исследования от более общего корпуса знания [15] или благодаря выделению отдельной исследовательской программы в качестве автономного направления исследования [10], требует поэтому существенного дополнения. По мнению авторов работы [11], многие из современных физических дисциплин возникли именно благодаря институционализации долгосрочных проектных программ. С углублением исследований этого типа постепенно отмирают черты их «заданности» и «искусственности», одновременно создается специфический терминологический словарь для описания проблемных ситуаций данной области исследования.

Таким образом, «нестандартная» наука снова приобретает черты стандартной дисциплинарной формы организации научного знания как только исчезает необходимость оперативного вмешательства экспертов в области, не интерпретируемые теориями сложившихся дисциплин. Это, однако, не означает, что организация знания по типу проектного носит периферийный по отношению к основному корпусу научного знания характер. Скорее, напротив, можно высказать гипотезу, что структура переднего края науки состоит в значительной степени из исследований, с трудом вписывающихся в рамки определенных дисциплин и представляющих собой разновидности проектного анализа различной глубины, дисциплинаризация которых происходит лишь в результате длительного процесса развития первоначально достаточного аморфных когнитивных образований.

Широкое распространение различного рода проектных исследований не привело, однако, к тому, чтобы их генеральные методологические компоненты были подвергнуты тщательному анализу. Ученые, участвующие непосредственно в проектном исследовании, чаще всего восполняют недостаток методологической базы путем обращения к уже существующим «экземплярам», т. е. успешным решениям в этой области, выступающим в качестве эталона для однотипных с данным исследований. Наличие таких экземпляров в методологическом арсенале ученых часто свидетельствует о существовании четких, но не сформулированных эксплицитно методологических принципов и представлений, но в случае с краткосрочными проектными исследованиями существование такой методологической системы может быть подвергнуто серьез-

ным сомнениям. Практически неразрешимые дискуссии о сравнительной ценности альтернативных проектов, особенно если они вызваны к жизни интересами общественных групп с несовпадающими интересами, свидетельствуют об отсутствии единой методологической системы отсчета.

Ближе всего в настоящее время к методологии проектных исследований стоит системный подход, с самого начала предложенный в качестве теории организации знания. Системная методология выработала ряд важных принципов, практически полезных для использования в конкретной научной деятельности, а теория организации и представления знания, разработанная в рамках системного подхода, давно и успешно используется при создании человеко-машинных систем.

В связи со все более интенсивным внедрением в научную практику современных вычислительных средств удельный вес проектного знания в массиве научных исследований, по-видимому, будет возрастать. Это связано прежде всего с тем, что современные средства обработки информации позволяют включать в массив данных практически неограниченный спектр фрагментов знания различного гносеологического статуса. Как следствие этого существенно меняется и статус методологического знания. До недавнего времени методология науки выполняла две основные функции: дескриптивную, реализуемую через создание непротиворечивой рациональной картины истории науки, и нормативную, сферой приложения которой была оценка различных теоретических образований в соответствии с выработанными нормами научной рациональности. Качественно изменившееся место методологии в системе научного знания обусловлено возникновением новой — регулятивной — функции методологического знания, связанной с выявлением принципов организации знания в условиях становления передовых форм теоретического освоения мира.

Термин «проектное знание», вынесенный в заголовок статьи, является достаточно условной метафорой, объединяющей самые разнообразные явления современной деятельности по теоретическому освоению мира. В настоящее время именно в исследованиях обозначенного типа проявляется общенаучная тенденция к получению синтетической картины мира. Важным следствием анализа теоретико-познавательных образований этого типа является также вывод о необходимости объединения эпис-

темологической и социологической составляющих современного науковедения, поскольку понять механизм функционирования этих образований без анализа способов, с помощью которых общественные интересы формируют методологическое сознание участников исследовательских программ, едва ли возможно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горемыкина Л. Е. Научно-техническая политика ЕЭС. (Препринт ВНИИСИ.) М., 1977.
2. Степин В. С. Диалектика генезиса и функционирования научной теории // Вопр. философии. 1984. № 3.
3. Татаринов Ю. Б. Проблема оценки значимости научных результатов // Ист. астрон. исслед. М., 1986. Вып. XVIII.
4. Badash L., Hodes E., Tiddens A. Nuclear fission: reaction to the discovery in 1939 // Proceedings of the american philosophical society. Philadelphia, 1986. Vol. 30.
5. Bromberg J. L. TFTR: the anatomy of a programme decision // Social studies of science. 1982. Vol. 12.
6. Clark R. W. The survival of Charles Darwin. L., 1985.
7. Cramer J., Daele W. van den. Is ecology an «alternative» natural science? // Synthese. 1985. Vol. 65.
8. Dunford R. W. The problem of relevant collectivities: solar energy in Australia // Social studies of science. 1985. Vol. 15.
9. Hagstorn W. O. The scientific community. N. Y.; L., 1965.
10. Geison G. Scientific change, emerging specialities and research school // History of science. 1981. Vol. XIX.
11. Keith S. T., Hoch P. K. Formation of a research school: theoretical solid state physics at Bristol in 1931—1954 // Brit. journ. for the history of science. 1986. Vol. 19.
12. Küppers G. Fusion forschung — zur Zielorientierung in Bereich Grundlagenforschung // Geplante forschung/Eds. van den Daele et al. Frankfurt am Main, 1979.
13. Leistungsreserve Schoptertum: forschungsergebnisse zue Kreavität in Schule, Ausbildung u. Wiss. // Hrsg von Neuner G. B., 1986.
14. Mazur A. Disputes between experts // Minerva. 1973. Vol. 11.
15. Mulkay M. J. Three models of scientific development // Sociological review. 1981. Vol. XXIII.
16. Nelkin D. Scientists in environmental controversy // Science studies. 1971. Vol. 1.
17. Nelkin D. The political impact of technical expertise // Social studies of science. 1975. Vol. 5.

ИМПЕРАТИВЫ ВЫЖИВАНИЯ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС

Э. С. МАРКАРЯН

Императивы выживания предъявляют принципиально новые требования к научно-техническому прогрессу (НТП). В первую очередь, они предполагают переосмысление его традиционно узкого понимания, сводимого к обеспечению развития и совершенствования материальных технологий. В современных условиях полноправными компонентами НТП должны стать развитие и совершенствование средств социального управления; соответственно в них должны быть включены не только естественно-технические, но и общественные науки. В статье осуществляется попытка обоснования подобного понимания НТП.

ФЕНОМЕН ТЕХНОЛОГИИ

Выработка концепции НТП, отвечающей современным условиям, находится в прямой зависимости от последовательного преодоления традиций узкого понимания технологии. Обычно данное явление отождествляется с материально-производственными технологиями. Типичным примером подобного отождествления может послужить характеристика технологии, даваемая в совсем недавно изданном словаре «Научно-технический прогресс». Там технология определяется как совокупность процессов, правил, навыков, применяемых при изготовлении какого-либо вида продукции в любой сфере производственной деятельности [8. С. 293].

За последние десятилетия предпринято немало попыток преодоления подобного узкого понимания технологии, одним из результатов которого явилось введение в оборот понятия «социальная технология». Нам это понятие представляется потенциально важным познавательным средством, которое можно использовать при выработке новых подходов к НТП. Все, однако, зависит от того, какое

конкретное содержание в него вкладывать, ибо существуют такие трактовки данного понятия, которые продолжают всецело оставаться в границах традиционно узкого понимания технологии (см., например [6. С. 20]).

Наиболее продуктивным представляется подход, надеющийся социальные технологии социорегулятивными, управленческими функциями. Он нашел свое отражение, в частности, у ряда болгарских исследователей. «Концепция технологии управления,— пишет в этой связи М. Марков,— базируется на объективно существующем сходстве между организацией производства и организацией управления. В обоих случаях преследуется одна цель — преобразовать материальные и духовные факторы для получения искомого эффекта» [3. С. 43].

Думается, однако, что задача обоснования социальной технологии не может быть решена лишь путем выявления сходства в организации материального производства и управления. Для того, чтобы это показать, охарактеризуем феномен технологии как таковой, безотносительно к различным его видам. Обычно сущность технологии пытаются выразить посредством понятий процедуры и операций, т. е. набора последовательных действий, с помощью которых осуществляются соответствующие этапы технологического процесса. Так поступает и М. Марков [Там же. С. 48]. На наш взгляд, гораздо точнее сущность технологии выразить посредством понятий способа деятельности и образующих его средств осуществления этой деятельности. Логика тут такова: раз задаются те или иные процессы деятельности, то им должны соответствовать определенные способы (технологии) их осуществления.

Элементарной единицей технологии является «средство деятельности». Различные комбинации средств и образуют реальные технологии деятельности. Важно в этой связи выделить два типа средств: их объективированные формы (скажем, орудия труда) и умения, навыки, способности оперировать этими формами. Часто, говоря о технологии, ее неправомерно сводят к последнему типу средств. Но, спрашивается, возможно ли представить реальные способы технологии рубки леса или письма без включения в них топора или пилы, ручки или карандаша? Теперь относительно процедуры и операций. Думается, что они являются как раз деятельностным выражением определенных способов осуществления процессов активности.

Необходимо при этом подчеркнуть, что феномен технологии не ограничивается лишь процессами человеческой деятельности — не случайно К. Маркс считал правомерным говорить и о «естественной технологии». Существуют технологии, заданные биологическим типом организации, и технологии надбиологического порядка, выраженные в специфически характерных для людей средствах и способах деятельности, иначе говоря, в культуре. Мы полагаем, что рассмотренная в свете принципов синергетики культура предстает в качестве универсальной технологии человеческой деятельности, ее специфического адаптивного и оптимизационного механизма.

Рассмотрим теперь вопрос о соотношении материальных и социальных технологий. Есть все основания утверждать, что материальные технологии (материально-технические системы¹) и социорегулятивные технологии (выраженные в соответствующих программах деятельности, институтах и ценностно-нормативных системах) функционально представляют собой «исполнительные органы» и «нервную систему» социального организма. Хотя эти понятия правомерно прилагать лишь к способам человеческой деятельности, их аналоги, на наш взгляд, имеются и в биологических организмах — ими являются исполнительные органы и нервная система этих организмов. Аналогия эта позволяет как нельзя лучше понять критерии дифференциации и одновременно органическую связь материальных и социальных (социорегулятивных) технологий.

Такая аналогия позволяет рассматривать исполнительные и социорегулятивные средства человеческой деятельности не только как сопоставимые явления, но и как звенья единого механизма осуществления данной деятельности — культуры. Очень важную интегрирующую роль при этом выполняет расширительно интерпретируемое понятие «средство деятельности». В широкой культурологической перспективе в качестве средств деятельности предстают не только исполнительные механизмы достижения соответствующих целей, но и сами эти цели и сопря-

¹ Понятие «техника», по нашему мнению, призвано выразить технологические системы статично, в состоянии, абстрагированном от процесса деятельности, и, так сказать, поблочно, в структурно-функциональной дифференцированности. Благодаря этим свойствам понятие «техника» и дает возможность классифицировать составляющие технологического процесса и выразить его общую систематику.

женные с ними ценностные установки, например механизмы программирования деятельности или же сплочения человеческих коллективов.

Понятия культуры и технологии весьма близки и взаимно дополняют друг друга (см. [1; 2; 8], сравни [11]). С одной стороны, культура позволяет понять объемно реальные функции технологии в человеческом обществе и создает объективную основу для требуемой ее расширительной интерпретации. С другой же — технологическая интерпретация культурных явлений дает возможность придать понятию культуры требуемую строгость. Тем самым создаются предпосылки и для использования потенциальных прикладных возможностей культурологического знания в собственном значении этого слова.

Императивы выживания диктуют необходимость кардинального преобразования всего категориального базиса современной цивилизации. До настоящего времени ее система категорий главным образом отражала установку на достижение частных эффектов деятельности, связанных со стремительно растущим многообразием потребностей людей. Сложившаяся же сегодня в мире ситуация однозначно требует того, чтобы процесс удовлетворения этих потребностей был подчинен решению глобальной социальной задачи № 1: самосохранению человечества. Тем самым утверждение императивов выживания означает кардинальное изменение в исходных установках, детерминирующих программы человеческой деятельности, их последовательную ориентацию на достижение системно-оптимизационных и интегративных целей.

В свете отмеченных тенденций повсеместно распространенные в мире и сегодня мало у кого вызывающие сомнения традиции узко ограничительной трактовки таких интегративных по своей природе категорий, как технология или же культура, неожиданно предстают буквально в виде реликтов прошедшей эпохи. Но прошедшей она является пока с точки зрения новых стратегических установок и базисных требований, а не актуально действующих стереотипов, включая и традицию крайне расточительного типа использования интегративных категорий в практике познания и преобразования мира.

Для того чтобы читатель сумел ощутимо представить, каким познавательным тормозом выступают сегодня традиции узкой интерпретации технологии, обратимся к конкретному примеру. Он связан с поставленной выше проблемой выявления глубинных факторов дестабилизации

общественной жизни, порожденных имевшей место стратегией НТП. Это позволит высветить некоторые очень важные свойства машинной цивилизации, носящей общечеловеческий характер.

К ЗАДАЧЕ ВЫЯВЛЕНИЯ ГЛУБИННОГО ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩЕГО МЕХАНИЗМА ОБЩЕСТВЕННОЙ ЖИЗНИ, ПОРОЖДЕННОГО МАШИННОЙ ЦИВИЛИЗАЦИЕЙ

Неконтролируемый, экспоненциальный характер определенных процессов общественной жизни отмечал наряду с другими авторами Эрих Янч. Развитие технологии (сводимой им к орудиям покорения природы), одного только элемента во всей системе, сейчас уподобилось, по его мнению, раковой опухоли. Оно нарушает и подавляет здоровое развитие других частей системы [6. С. 87, 461].

Янч отмечает и другой фактор, порожденный технологией, — сильнейшую положительную обратную связь в различных областях. Будучи однажды введены, изменения приобретают необратимый характер, порождают еще большие изменения, скорость которых возрастает. Короче говоря, в системе (которая охватывает человека и окружающую среду) развивается тенденция к динамической неустойчивости и поэтому возникает опасность катастрофических отклонений от нормального пути [6. С. 461, 462].

Эти рассуждения Янч завершает вопросом, связанным с необходимостью выработки механизма, способного стабилизировать ситуацию в мире. Какая отрицательная обратная связь, пишет он, могла бы противодействовать мощной положительной обратной связи, порожденной технологией, и настолько стабилизировать развитие на нашей планете, чтобы исключить возможность опасных флуктуаций?

Так вот, думается, что Янч в результате узкого понимания технологии блокирует саму возможность правильного решения этого исключительно важного вопроса. Дело в том, что два отмеченных выше качественно различных вида технологий человеческой деятельности — материальные и социальные (социорегулятивные), представляющие собой, как уже отмечалось, две фундаментальные подсистемы культуры, — в реальной действительности представляют целостную систему, континуум. Вопрос, следовательно, состоит в том, что экспоненциальные,

неконтролируемые процессы и динамическая неустойчивость в мире, о которых говорит Янч, порождаются резким дисбалансом между развитием материальных и социорегулятивных технологий.

Для того чтобы понять непосредственную причину этого дисбаланса, следует ввести и третий компонент рассматриваемого процесса — практически ориентированную науку современного типа, которая стала формироваться после промышленной революции в результате зарождения и развития машинной индустрии. Она и отмеченные виды технологий как раз и образуют ключевые компоненты анализируемого процесса, который является специфической, характерной для современной эпохи манифестацией широкого класса процессов, названных Уильямом Огборном «культурным лагом». Уже проведенные исследования [2] позволяют утверждать, что именно культурологический анализ взаимодействия этих компонентов при использовании общих принципов самоорганизации позволяет пролить свет на основные причины интересующего нас процесса, а также ответить на вопрос о механизме стабилизации развития.

Как известно, наиболее фундаментальное свойство самоорганизующихся живых систем, включая общественные, состоит в способности аккумулировать и передавать жизненный опыт, используя его для адаптации к среде по принципу обратной связи.

В свете этого свойства практически ориентированная наука современного типа может быть охарактеризована как особый специализированный генератор нового опыта, призванный обеспечивать оптимизацию технологий человеческой деятельности. В данном случае имеются в виду и технологии социального управления, хотя непосредственным стимулом к возникновению практически ориентированной науки послужил союз естествознания и материального производства.

Одним из фундаментальных последствий этого союза и опирающегося на него развития практически ориентированной науки следует считать разрушение стабилизирующего механизма общественной жизни людей, характерного для предшествующей истории человечества. Благодаря ему в прошлые эпохи в той или иной форме в конечном итоге приводились в определенное соответствие характер и темпы развития основных составляющих культуры — материальных и социальных технологий человеческой деятельности.

Действие отмеченного механизма находило свое выражение в процессах эмпирического, растянутого на достаточно длительные интервалы времени, накопления и преобразования опыта в рассматриваемых технологических подсистемах. Его разрушение произошло в результате все более расширяющегося и углубляющего научного обеспечения процессов совершенствования и развития материально-технических элементов культуры, посредством которых осваивается, преобразуется биофизическая среда и осуществляется процесс материального производства.

Несомненно, и до промышленной революции между материально- и социально-технологическими компонентами культуры возникали противоречия и несоответствия, в частности, в результате создания и внедрения новых орудий труда, оружия. Но эмпирический характер их создания и процессов внедрения, их растянутость на длительные интервалы времени не позволяли возникшим несоответствиям превращаться в постоянно действующие и стремительно нарастающие дисбалансы. В той или иной форме традиционная форма аккумуляции, преобразования и передачи опыта позволяла стихийно приводить в соответствие материальные и социальные технологии, восстанавливать нарушенный между ними баланс.

Качественно иная ситуация создалась после промышленной революции в результате развития машинной индустрии и возникновения практически ориентированной науки современного типа. Появление этого потенциально чрезвычайно мощного генератора изменений по мере его совершенствования, углубления и расширения союза науки и материального производства создавало ситуацию, в которой материально-технологические компоненты культуры в ее различных подсистемах стали стремительно развиваться. В то же время социально-технологические компоненты этих подсистем развивались значительно медленнее, а порой и оставались без сколько-нибудь существенных изменений, чему сопутствовало резкое отставание в развитии общественных наук².

Наиболее ярко рассматриваемый дисбаланс проявляется сегодня в подсистеме культуры, которая призвана регулировать взаимодействия между странами и народами

² При этом и развитие самого естествознания приобретало весьма односторонний, деформированный характер (см., например, [11. С. 147—148]).

и может быть названа «интерсоциорегулятивной»³. Помимо соответствующих институтов, норм, ценностей, подобная подсистема включает в себя также материально-технологические компоненты, выраженные в различных видах оружия. Так вот, в то время как производство все более эффективных вооружений развивается с поразительной быстротой, основные принципы международной политики остаются пока во многом прежними, а если и изменяются, то несравненно медленнее.

В принципе аналогичные по своему характеру дисбалансы между материальными и социорегулятивными компонентами культуры имеют место и в двух других ее фундаментальных подсистемах — интрасоциорегулятивной и природно-экологической. В частности, и в них резко возрастающая материально-техническая мощь все еще в основном сопровождается нормативно-ценностной ориентацией на достижение сиюминутных выгод без должного учета и принятия во внимание долговременных комплексных последствий их получения. Подобная ориентация исторически была порождена общим типом прошлых эпох, для которых были характерны значительно более медленные темпы общественного развития, принципиально иная материально-техническая вооруженность. Для наших же дней она является крайне опасным анахронизмом.

МОНОДИСЦИПЛИНАРНАЯ СТРАТЕГИЯ НАУКИ КАК ИСТОЧНИК ДИСБАЛАНСОВ МЕЖДУ МАТЕРИАЛЬНЫМИ И СОЦИОРЕГУЛЯТИВНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПОДСИСТЕМАМИ КУЛЬТУРЫ, ЕЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ И ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНЫМИ СИЛАМИ

Сопряжение науки с машинной индустрией, порождающей все большую и большую специализацию сфер деятельности, в свою очередь требующих научного обеспечения, имело очень существенные, далеко идущие последствия. Это отразилось прежде всего на общей стратегии развития самой науки, оптимизационный потенциал которой оказался, по сути дела, нацеленным на удовлетворение частных и сугубо материальных потребностей общества (продовольственных, жилищных, транспортных, здраво-

³ Наряду с ней следует выделить «интрасоциорегулятивную» подсистему культуры, призванную регулировать взаимодействия индивидов и групп в отдельных обществах.

охранных, оборонных и множества других). Подобное использование потенциала науки в сочетании с ее прогрессирующей специализацией неизбежно вело к проявлению крайне опасного феномена в развитии культуры, который можно назвать ведомственной оптимизацией общественной практики. Данная тенденция, в свою очередь, вела к аккумуляции огромных центробежных сил культуры, ко все более усиливающемуся их дисбалансу с силами центростремительными, выражающими интересы общественной жизни в целом, и прежде всего потребность в ее самосохранении.

Охарактеризованный выше тип научного развития, способ производства и потребления знаний можно назвать монодисциплинарной научной культурой. Это вовсе не означает, что в ее рамках не имели места научно-интегративные процессы. Но явно преобладающей была тенденция ко все большей, чаще всего односторонней, специализации научного знания, явно экстенсивному развитию науки на разных ее уровнях.

Критерием экстенсивного и интенсивного типов развития может служить уровень кооперативных связей между частями системы. Интенсификация деятельности сопровождается таким усилением этого типа связей, при котором само их наличие оказывается особым ресурсом развития. До сих пор этот тип развития имел место на уровне отдельных областей научного знания, но не на уровне развития науки как единой системы. Система науки в целом характеризовалась, наоборот, слабыми кооперативными связями. Особенно слабыми они были между естественно-техническими и общественными науками. Но и в рамках отдельных групп наук кооперативные связи носили диспропорциональный характер, приобретая тенденцию к усилению лишь на отдельных участках в зависимости от действующих там внутри- и внеаучных стимулов развития.

В связи с задачей выработки новой парадигмы НТП закономерно встает вопрос об общем воздействии монодисциплинарного развития науки на общественную жизнь в целом. Очень важно в этой связи иметь в виду, что наука, проникая во все сферы общественной жизни, оказывает совместно с образованием огромное воздействие на ее воспроизводственные процессы. Наука является специализированным генератором нового опыта, воспроизводственные же процессы любых форм жизни осуществляются благодаря стереотипизации и передаче накопленного

опыта. Поэтому очень важную роль в осуществлении этих процессов наряду с наукой играет образование, посредством которого генерированный опыт получает распространение и передается последующим поколениям в виде определенных образцов поведения ⁴.

Исходя из той роли, которую приобрели в современном обществе наука и строящееся в основном по ее матрицам образование, можно сделать вывод о том, что образцы поведения, характерные для их общего типа, оказывают определяющее влияние на воспроизводственные процессы общественной жизни (особенно это касается развитых стран). Поэтому и путь к любым радикальным преобразованиям лежит через изменение господствующих типов науки и образования.

Вернемся теперь в свете сказанного к анализу того явления, которое выше было названо ведомственной оптимизацией. Дело в том, что оно и является непосредственным механизмом экспоненциального, неконтролируемого развития соответствующих общественных процессов, их расширенного воспроизводства и акселерации.

Вообще, без определенной дифференциации и автономизации различных сфер человеческой деятельности, выдвижения в них определенных групповых интересов, потребностей и целей само существование общества и его прогресс невозможны. Важно, однако, при этом иметь в виду, что любая автономизация групповых (и личностных) интересов, потребностей и целей способна потенциально нести в себе социальные дисфункции в силу их возможного несовпадения с интересами, потребностями и целями общества как целостного образования.

Отмеченный выше традиционный, эмпирический и растянутый на длительные интервалы времени способ накопления, преобразования и передачи социального опыта позволял, несмотря на все возникающие несоответствия групповых и социетальных потребностей, сохранять определенный баланс между ними. В данном случае стихийно действовал тот же самый стабилизирующий механизм, благодаря которому достигалось определенное соответствие между материальными и социальными технологиями.

⁴ Большое значение для уяснения всех этих процессов приобретает формирующаяся интегративная парадигма традиции. В соответствии с ней понятие «традиция» охватывает любые групповые стереотипы деятельности и аккумулированный в них опыт. С этой точки зрения культурная традиция оказывается универсальным стабилизирующим и воспроизводственным механизмом общественной жизни людей [2. С. 58—61, 74—76, 84—91].

В современную же эпоху, когда возник новый ускоритель изменений в виде практически ориентированной науки монодисциплинарного типа, ситуация коренным образом изменилась. При научном обеспечении определенных относительно узких программ развития в рамках тех или иных сфер человеческой деятельности создались весьма благоприятные условия для превращения потенциальных дисфункций, заложенных в групповых интересах, потребностях и целях, в дисфункции реально действующие и все более усиливающиеся. Суть вопроса состоит в том, что благодаря монодисциплинарной стратегии развития практически ориентированной науки создалась материальная основа для все более усиливающейся тенденции превращения групповых потребностей, установок и целей в самоценные. Эта тенденция в сочетании с экстенсивными чертами развития как раз и лежит в основе экспоненциального, неконтролируемого роста отдельных подсистем общества, напоминающего рост раковых опухолей. В своем наиболее чистом, незатемненном виде описанные дисфункции проявляются сегодня, несмотря на достигнутые позитивные договоренности по разоружению, в гонке отдельных видов вооружений.

Мы видим определенную близость между идеями ведомственной, экстенсивной оптимизации и недифференцированного роста, противопоставленного К. Месаровичем и Э. Пестелем росту ограническому [9]. Ведь для явлений и процессов, выражаемых в понятиях ведомственной оптимизации, экстенсивного и недифференцированного роста, характерна как раз тенденция к минимизации кооперативных связей между частями социального организма, к их самоценному развитию. И наоборот, усиление кооперативных связей, интенсификация деятельности характерны как для системной оптимизации этих частей, так и для их органического роста. Кстати, Месарович и Пестель, вводя понятия недифференцированного и органического роста, рассматривали их применительно к миру в целом, к соотношению между образующими его странами, народами и регионами. Предложенный же нами подход позволяет рассматривать аналогичные или же близкие типы роста на любом уровне анализа общества.

НТП И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЖИВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Теперь о самом главном — о позитивной программе НТП, способной в данном случае эффективно противодействовать развитию канцероподобных общественных про-

цессов. На наш взгляд, ключ к решению данной задачи состоит в гармонизации развития материальных и социально-управленческих технологий. Иначе крайне опасный дисбаланс между центробежными и центростремительными тенденциями общественной жизни будет все более усиливаться. Как мы попытались показать, непосредственным его источником, как и дисбаланса между материальными и социальными технологиями, явилась монодисциплинарная стратегия развития практически ориентированной науки. Поэтому без кардинального изменения этой стратегии рассматриваемая задача успешно решена быть не может; общество будет продолжать воспроизводить себя в прежнем режиме деятельности, а тем самым репродуцировать и усиливать рассматриваемые дисбалансы.

Суть позитивного решения рассматриваемой задачи состоит в восстановлении разрушенного стабилизирующего механизма, благодаря которому в предыдущие эпохи приводились в соответствие характер и темпы развития материальных и социальных технологий человеческой деятельности. А это станет возможно лишь тогда, когда равноценным материальному производству объектом приложения научных знаний станет социально-управленческая практика. Необходимость этого настоятельно диктуется самим характером современной эпохи, когда жизненно важным стало эффективное осуществление социальным управлением системно-оптимизационных, прогностических и планирующих функций. Способность же к осуществлению этих функций может быть обеспечена лишь благодаря новому типу производства и потребления научных знаний. Он должен быть ориентирован на такой способ научного обеспечения общественной практики, при котором удовлетворение многообразных конкретных повседневных нужд и потребностей находилось бы в непосредственной зависимости от постоянно осуществляемого поиска оптимальных состояний, связей общественной жизни, адаптивных стратегий ее развития. Тем самым это должен быть поиск оптимальных стратегий и материально-технологического развития, а также НТП в целом.

Все это необходимым образом предполагает нахождение механизмов эффективной, экологически апробированной регуляции развития человеческих потребностей. Оно не должно идти на поводу случайных научных или материально-технологических открытий, а руководствоваться экологическими критериями. В противном случае люди

неизбежно подрубят тот сук, на котором сидят, ибо человеческие потребности могут расти безгранично, и лишь экологические критерии могут дать надежные ориентиры этому процессу. Вообще экологические критерии в силу их общесистемной природы приобретают путеводное значение как для реализации новой стратегии НТП, так и решения ключевой задачи, выдвигаемой императивами выживания, взятой в целом, — задачи мобилизации адаптивного потенциала культуры.

Мы являемся сегодня очевидцами такой мобилизации в сфере международной политической культуры в связи со все возрастающими усилиями, направляемыми на ограничение гонки вооружений. В результате этих усилий удалось привести в действие механизмы самосохранения в этой сфере культуры, с чрезвычайно большими трудностями, со скрежетом, но все же удалось. Главное же состоит в том, что в этой сфере уже достаточно четко обозначены ориентиры дальнейших действий и намечена общая программа, реализация которой способна предотвратить термоядерную катастрофу.

Не так, однако, обстоит дело с предотвращением экологической катастрофы. Несмотря на начавшееся осознание грозящей опасности, на предпринимаемые за последнее время меры, ширящееся во все мире движение в защиту природной среды и прогресс экологического знания, нет пока оснований говорить о существенном продвижении в решении аналогичной задачи в сфере природопользования. Ведь не будет секретом сказать, что на сегодняшний день не имеется сколько-нибудь четкой комплексной стратегической программы экологического выживания, не говоря уже о плане практических действий по реализации подобной программы.

В значительной степени существующие сегодня в мире экологические программы носят специализированный и частный характер. При этом в них обычно преобладают программы естественнонаучного типа исследований, в центре внимания которых оказывается анализ последствий антропогенных воздействий на природные составляющие биосферы (почвы, леса, животный мир, водные бассейны и др.). Типичным примером в данном случае может послужить биосферный проект [10], осуществляемый в настоящее время в Международном институте прикладного системного анализа.

Как бы ни были важны подобные исследовательские проекты, их реализация еще совершенно недостаточна для

решения стратегических задач, связанных с предотвращением экологической катастрофы, ибо они рассматривают человеческие воздействия в качестве сил, идущих как бы извне биосферы. Иначе говоря, в эти проекты не включают в качестве непосредственного предмета исследования саму общественную жизнь. В результате вне поля зрения оказываются основные причины, вызывающие современную экологическую напряженность в мире.

Создавшаяся ситуация обусловлена прежде всего традициями экстенсивного природопользования, порождающего секторальную, разобщенную экологическую практику и соответствующие ей традиции НТП, ведущие к односторонне дифференцированному развитию естественно-технических и общественных наук. Для преодоления мощных центробежных сил, которые порождаются этими традициями, требуются какие-то принципиально новые шаги, направленные на концентрацию усилий в сферах экологической практики и взаимодействия общественных, естественных и технических наук.

За последние десятилетия созданы важные теоретические предпосылки для интегративного взаимодействия этих групп наук. Они выражены в ряде синтетических областей знания, таких, как кибернетика, общая теория систем, синергетика, социальная экология. Их число постоянно растет — так, к ним прибавляется общая теория эволюции (см., например [7]). Но эти интегративные процессы не охватили пока сколько-нибудь широко системы современной науки, образования и общественной практики в целом и не повлияли на общую стратегию их развития.

Для этого требуется выдвижение таких комплексных проектов, сама реализация которых в качестве своего необходимого условия предполагает сбалансированную представленность отмеченных групп наук и их тесное интегративное взаимодействие. Думается, что в наибольшей степени этой задаче соответствует недавно зародившийся в Армянской ССР проект проведения регионального эколого-ноосферного эксперимента (РЭНЭ) с целью создания опытных зон по системной оптимизации природопользования.

Значение идеи РЭНЭ состоит в том, что она нацеливает на комплексное практическое решение фундаментальных проблем гармонизации процессов взаимодействия общества и природы, проблем, которые до сих пор обсуждались обычно лишь на абстрактно-теоретическом уровне. Мы

уже высказывали мысль [2], что реализация данной идеи могла бы стать одним из тех принципиально новых шагов, которые требуются для мобилизации адаптивного потенциала культуры в целях экологического выживания и придания требуемой направленности НТП. И действительно, выдвигаемые в рамках данной общей идеи чрезвычайно сложные и необычные задачи потребуют максимальной концентрации усилий, но зато при должном подходе к их решению могут быть созданы предпосылки для выхода на совершенно новые рубежи интенсификации общественного развития. А это позволит создать условия для выработки стабилизирующего механизма, призванного взаимно приводить в соответствие материальные и социорегулятивные технологии человеческой деятельности. Правда, эти условия будут создаваться в ограниченных региональных рамках. Но регионализация — это единственный реальный путь, позволяющий начать в мире процесс систематической выработки способов максимальной концентрации и интеграции усилий, необходимых для успешного преодоления мощных центробежных сил, порожденных машинной цивилизацией.

Идея РЭНЭ полирегиональна и международна по своему характеру. Начать нужно, по-видимому, с одной или двух экспериментальных зон. Но затем, используя полученный опыт, поэтапно, по единой программе следует переходить к созданию целой серии таких зон, приспособленных к различным географическим и социально-экономическим условиям. Думается, поэтому, что проект РЭНЭ как нельзя лучше соответствует задачам Международного фонда за выживание и развитие человечества.

Очень важно подчеркнуть, что идея РЭНЭ созвучна и процессу перестройки социалистического общества. И не только потому, что этот процесс предъявляет качественно новые требования к задаче охраны природы, но и своим отмеченным интенсификационным потенциалом. Ведь перестройка — это процесс, направленный на интенсификацию всего социального организма, а не только отдельных его подсистем. И если в принципе возможны эксперименты типа РЭНЭ, то их проведение значительно облегчило бы решение многих задач, выдвинутых перестройкой.

ПРОЕКТ РЭНЭ И ЗАДАЧИ ВЫРАБОТКИ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НТП

Идея РЭНЭ находится пока на стадии своего обоснования и подготовки к тщательному многостороннему междисциплинарному обсуждению. В результате подобного обсуждения можно надеяться на выработку эффективных комплексных программ по проведению региональных системно-оптимизационных экологических исследований, призванных создать адекватную научную базу для проведения эксперимента. Но уже и эти подготовительные этапы могут оказаться эвристически очень полезными во многих отношениях, в том числе и в отношении разработки новой концепции НТП. Исходя из опыта, полученного в ходе отмеченного исследования по обоснованию идеи РЭНЭ, мы можем сказать, что в процессе решения выдвинутых ею задач с самого же начала создается удивительно насыщенное и широкое интеллектуальное поле. В рамках этого поля задаются стимулы взаимоувязанного решения многих важных проблем, многие из которых обычно изучаются независимо друг от друга или вовсе не ставятся.

В их числе находятся и проблемы, связанные с необходимостью переосмысления НТП в соответствии с императивами выживания. Во всяком случае, для нас именно работа над проектом РЭНЭ позволила сформулировать изложенные в настоящей статье принципы подхода к НТП. Она также явилась стимулом для разработки комплексной программы культурологического исследования основного катализатора и ускорителя НТП — практически ориентированной науки современного типа, рассмотренной как единая система [2. С. 131—141, 159—162]. Программа базируется на сочетании синергетических принципов с интегративными возможностями теории культуры и теории традиции, которые были широко использованы при обосновании идеи РЭНЭ.

Данная программа ориентирована как на историческое исследование науки в общем контексте НТП, включая и современные ее состояния, так и на нормативно-прогностический поиск. Обе эти исследовательские части программы сопряжены с проектом РЭНЭ, но далеко не в одинаковой степени. Для первой подпрограммы проект РЭНЭ служит в основном лишь стимулом к проведению исторического исследования развития науки как единой системы от первой промышленной революции до наших

дней и задает ему общую теоретическую перспективу, а также конечные цели. Для осуществления же второй, нормативно-прогностической подпрограммы проект РЭНЭ призван послужить непосредственным познавательным инструментом поиска.

Как уже было отмечено, задача системной оптимизации природопользования предполагает пропорциональную представленность общественных, естественных и технических наук и их тесное интегративное взаимодействие как исходное условие решения данной задачи. И именно это обстоятельство позволяет в региональной перспективе создать нормативную интенсивную модель науки как единой системы. Начинать, естественно, следует с создания актуально действующей в целом экстенсивной модели науки. При этом в качестве объективного критерия экстенсивности и интенсивности функционирования и развития науки как раз и следует принять уровень кооперативных связей между их различными составляющими (основными группами наук и их соответствующими областями знания).

В соответствии с рассматриваемой исследовательской программой, прогноз развития науки как единой системы от ее начальных (существующих в настоящий момент) состояний до нормативно идеализированных состояний осуществляется при допущении того, что начата реализация проекта. Поэтому основная задача должна состоять в том, чтобы модельно проиграть возможные последствия этой гипотетически предполагаемой реализации проекта РЭНЭ. Это моделирование должно стать составной частью общего процесса осуществления подготовительных, квазиэкспериментальных (модельных) стадий реализации данного проекта (см. о них [2. С.16, 17]), нацеленных на создание научных предпосылок проведения натурального эксперимента по системной оптимизации природопользования в регионе. Предпосылки эти должны найти свое синтетическое выражение в оптимизационной модели экосистемы региона, причем в соответствии с интегративными целями проекта в понятие экосистемы непосредственно включается и общественная жизнь региона.

Процесс создания оптимизационной модели экосистемы региона как раз и выступит в качестве того широкого нормативно задаваемого теоретического поля, в рамках которого будет осуществляться целевое прогнозирование науки и НТП в целом в связи с эксплицируемыми данной моделью императивами выживания. В соответствии с ними

цель РЭНЭ должна состоять прежде всего в достижении такого типа природопользования, при котором рост общественного производства и иных видов человеческого воздействия на природные комплексы не подрывал бы их самовосстановительный и самовоспроизводственный потенциал. Поскольку эта комплексная цель проекта является исходной предпосылкой существования людей, то ее следует квалифицировать как фундаментальную, служащую основой и для более частных целей, связанных с углублением процесса гармонизации общества и природных составляющих биосферы.

В отмеченных рамках модели экосистемы можно, отталкиваясь от начальных условий, нормативно выразить системную коррелятивную динамику развития материально-производственных и социально-управленческих технологий, а также тех подсистем науки, которые призваны обеспечивать их совершенствование. Это как раз и позволит проиграть различные сценарии развития НТП и выбрать среди них оптимальный, руководствуясь критерием экологического выживания.

Хотя разработку основных звеньев общей оптимизационной модели нужно начинать одновременно и скоррелированно, создание подмоделей науки и образования, осмысление ноосферной стратегии их развития должны носить в определенной степени опережающий характер. Ведь благодаря этому и станут возможными междисциплинарная увязка всех звеньев проекта и кадровое обеспечение его реализации. Рассмотренные с этой точки зрения данные подмодели призваны выполнять функцию как бы «скрепляющего раствора» всего проекта. Исходной же методологической предпосылкой осуществления этой функции призвана в данном случае стать общенаучная синергетическая интерпретация культуры, позволяющая рассматривать науку и образование как особые звенья единого механизма самоорганизации общественной жизни.

Оценивая роль системной связи культуры, науки и образования для проекта РЭНЭ, мы обратили внимание на то, является ли случайным обстоятельством, что в данном случае имеет место комбинация трех основных ингредиентов, определяющих деятельность ЮНЕСКО. Как бы то ни было, думается, что проект РЭНЭ может представить интерес для этой международной организации, как и для всех других организаций, выдвигающих широкомасштабные междисциплинарные задачи.

Завершая статью, мы бы хотели специально подчеркнуть, что предложенный подход к НТП подразумевает и принципиально новую интерпретацию совершающейся научно-технической революции. Суть вопроса состоит в том, что в свете императивов выживания она должна стать процессом преобразований не только в сфере создания исполнительных, но и социорегулятивных средств человеческой деятельности, средств опережающего, системно-оптимизационного управления. Лишь в этом случае НТР из фактора дестабилизации общественной жизни, каким она во многом была до сих пор, превратится в стабилизирующий механизм культуры, направленный на ликвидацию возникших в ней опаснейших дисбалансов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Маркарян Э. С.* Теория культуры и современная наука: Логико-методологический анализ. М., 1983.
2. *Маркарян Э. С.* Региональный эколого-ноосферный эксперимент: Обоснование идеи и концепция программы системно-оптимизационных экологических исследований (на примере Арм. ССР): Докл. Науч. совету по пробл. биосферы АН СССР. Ереван. 1986.
3. *Марков М.* Технология и эффективность социального управления. М., 1982.
4. Научно-технический прогресс: Словарь. М., 1987.
5. Природа моделей и модели природы. М., 1986.
6. *Янч Э.* Прогнозирование научно-технического прогресса. М., 1974.
7. *Laszlo E.* Evolution: The grand synthesis. Boston, 1987.
8. *Markarjan E.* Theorie der kultur // Moskauer Redaktion «Gesellschaftswissenschaften und Gegenwart», 1986.
9. *Mesarovic M., Pestel E.* Mankind at the turning point: The second report to the Club of Rome. N. Y., 1974.
10. Options. IIASA. December 1985.
11. *White L. A.* The concept of cultural systems: A key to understanding tribes and nations. N. Y., 1975.

СИСТЕМНАЯ ТРИАДА — СТРУКТУРНАЯ ЯЧЕЙКА СИНТЕЗА

Р. Г. БАРАНЦЕВ

В поле зрения автора триадная структура попала сначала при определении асимптотических методов в математике [5], затем как эвристический принцип упорядочения в теории классификации [8] и, наконец, при создании информационной системы в молекулярной газодинамике [11]. Такая вездесущность обращала на себя внимание и заставляла искать в этой структуре некие общие свойства — привлекал не столько сам факт троичности, сколько семантическое единство возникающих триад, их соответствие системному архетипу.

ОТ ДИАД К ТРИАДАМ

В процессе систематизации, как при группировании, так и при членении материалов, элементарным актом является сопоставление сравнимых объектов. Число объектов в отдельном акте может быть различным. Расщепление на две части, т. е. дихотомия, выглядит проще, чем трихотомия и вообще политомия. Последовательное деление пополам оказывается предпочтительным и с информационной точки зрения. Поэтому часто проявляется тенденция сводить дело к совокупности дихотомических операций. Но всегда ли правомерен этот диадный редукционизм?

Дихотомии в систематике соответствует антитетика в диалектике. Диалектические противоречия изучаются обычно тоже в форме бинарных оппозиций (антитез): объект — субъект, необходимость — случайность, дискретность — непрерывность и т. д. И хотя реальные противоречия многосторонни, в качестве элементарных почти всегда рассматриваются двусторонние.

Пытаясь выйти из рамок диадной схемы, прежде всего отметим, что для фиксированного объекта часто возможны несколько оппозиций. Например, теорию можно сопоставлять с практикой, а можно и с экспериментом; понятию формы могут противостоять сущность, материя, содержание, процесс, функция; понятию эволюции — эманация, инволюция, эпигенез, революция и др. [17]. Таким образом, диалектика, вообще говоря, многомерна, и каждая

независимая антитеза выделяет свою линию сравнения как координатную ось в пространстве мышления. Иными словами, диады можно рассматривать как одномерные сечения многомерной системы.

Но полностью ли описывается система, если перебраны все характерные антитезы? Оказывается, нет. По отдельным сечениям полная картина однозначно, вообще говоря, не восстанавливается, даже когда охвачены все критерии. Покажем это на простом математическом примере. Рассмотрим функцию двух переменных $f(x, y)$. Пусть известно ее поведение в сечениях $x = 1$ и $y = 1$, а именно, скажем, $f(1, y) = y$, $f(x, 1) = x$. Легко видеть, что этим условиям удовлетворяет много функций: $f(x, y) = xy$, $f(x, y) = 2xy - x - y + 1$ и др. Но если предположить, что $f(x, y) = g_1(x) \cdot g_2(y)$, то знание f в сечениях $x = \text{const}$ и $y = \text{const}$ достаточно для нахождения всей функции. Это дополнительное предположение о факторизации есть гипотеза об отсутствии корреляций между сечениями. Оно означает, что поведение объекта в каждой оппозиции не зависит от ситуации в других оппозициях. Следовательно, суть проблемы — в корреляциях.

Другой важный пример, или даже урок, дает молекулярная физика. В кинетической теории поведение n взаимодействующих частиц описывается функцией их совместного распределения f_n . Если коллективное взаимодействие сводится к последовательности парных столкновений, f_n распадается на произведение одночастичных функций распределения f_1 . Так происходит, например, в достаточно разреженном газе. В общем случае коллективное взаимодействие обычно описывается цепочкой многочастичных функций распределения: f_1, f_2, f_3, \dots , которая обрывается по мере угасания корреляций.

Эти примеры достаточно ясно показывают ограниченность метода парных оппозиций. Одновременно они подсказывают возможный путь обобщения антитетики. Первым шагом на этом пути должно быть исследование тройных взаимодействий и трихотомий.

ФОРМУЛА СИСТЕМНОЙ ТРИАДЫ

Триадой мы называем совокупность трех элементов, связанных каким-то образом между собой в единый комплекс. В зависимости от характера связей возможны разные типы триад. Будем различать триады вырожденные, переходные и системные [5; 21]. Комплексы, третий элемент

которых находится на той же оси, что и два первых, являются вырожденными. Например, единица—десяток—сотня, конвергенция—параллелизм—дивергенция и т. п. Такие триады не содержат существенного нового по сравнению с диадами.

Переходными триадами будем называть комплексы, в которых два элемента порождают третий, принадлежащий более высокому уровню организации. Сюда относятся, конечно, гегелевские триады типа «тезис—антитезис—синтез». Переходные триады можно рассматривать и сверху, расщепляя один элемент на два более простых. При этом становится ясным, что такие триады вполне укладываются в дихотомическую структуру. Объединяя бинарные оппозиции, гегелевская диалектика играет роль, обратную дихотомии.

В теории систем принципиальное значение имеют комплексы, единство которых создается тремя элементами одного уровня. Такие триады можно называть одноуровневыми, целостными, системными. Если переходные триады в пространстве объектов мыслятся вертикально, то системные — горизонтально, чем подчеркивается потенциальное равноправие элементов, необходимое для устойчивости такого комплекса.

Диада высвечивает в пространстве мышления ось, триада (невырожденная) — плоскость. Двумерное сечение богаче одномерного, но с ростом размерности возрастают и архитектурные трудности. Если генезис диады тривиально антитетичен (добро—зло, анализ—синтез, причина—следствие), то в плоскости триады одновременно существуют три парных отношения, смещенные относительно центра. Для понимания генезиса триады нужно сначала освободиться от рутины диадного мышления, выйти из рамок одномерной схемы двух противоположностей. На плоскости имеются две степени свободы и, кроме радиальных, есть круговые отношения. Поэтому формула генезиса должна быть двумерной. Расщепляя объект на три части, нужно видеть не только радиальные, но и круговые движения; дополняя объект до триады, нужно не упускать отношения между включенными элементами.

Формальный подход не исчерпывает проблемы типологии, ибо не все мыслимые формы одинаково наполняются содержанием. В мире диад выживают лишь пары с достаточно интенсивным взаимодействием. Жизненность триады обеспечивается наличием корреляций, удерживающих тройной комплекс от распада на независимые части. Реаль-

ное значение триадного формализма зависит от того, существуют ли достаточно общие устойчивые типы целостных триад.

В поисках общих закономерностей трихотомии обратимся к целостным триадам, сложившимся в истории человеческой культуры. Выпишем несколько популярных образцов, сохраняя пока линейную форму, хотя для адекватного изображения системных триад требуются двумерные модели. Итак: добро—истина—красота, дух—разум—чувства, вера—надежда—любовь, свобода—равенство—братство... Элементы триад упорядочены здесь таким образом, что нетрудно увидеть сходные черты в соответствующих по порядку. Первые элементы характеризуют интуитивную сторону триады, вторые — рациональную, третьи — сенситивную.

Можно полагать, что эта закономерность связана со свойствами нашего мышления, которое способно оперировать и смутными символами, и четкими понятиями, и художественными образами одновременно. В литературе, посвященной исследованию процесса творчества [1], встречается немало интересных соображений о многогранности познания, принадлежащих таким выдающимся мыслителям, как А. Пуанкаре, А. Эйнштейн, Н. Винер и др. Тот факт, что в веках отстоялись целостные триады именно такого типа, заставляет серьезно отнестись к гипотезе о равновесии интуитивной, рациональной и сенситивной сторон мышления. На этой основе можно предложить следующую структурную формулу системной триады, выделяющую три равноправных аспекта:



Рис. 1.

Эта формула может играть роль генетической матрицы, канона при исследовании конкретных системных триад. Треугольная запись подчеркивает двумерность триадного мышления в отличие от одномерности диадного. Следует также отметить, что, различая аспекты, мы не разрушаем целостности, ибо различие не есть разделение.

Ограничиваясь бинарными отношениями, мы остаемся в мире одномерных актов мышления. Еще Гете заметил, что между двумя противоположными мнениями находится не истина, а проблема. Введение дополнительного измерения во многих случаях открывает простой выход из затруднений, не разрешимых при одномерном подходе.

Представление о структуре целостной триады позволяет дополнять многие диады до более гармоничных комплексов, находя недостающие элементы. Например, легко видеть, что в антитезе «явление—сущность» не хватает рационального элемента и можно провести аналитическое замыкание, скажем, через «структуру». В дилемме «множество—единство» отсутствует феноменальный фактор, роль которого могло бы сыграть «отношение». Диада «преступление—наказание» не содержит интуитивной компоненты и замыкается в области духа, допустим, через «раскаяние».

Этот алгоритм открывает иногда неожиданные и очень любопытные вещи. Например, разделяя литературу на научную и художественную, обычно говорят об информационном и эстетическом эффектах чтения. Но если добавить интуитивную компоненту восприятия, то вырисовывается и утверждается в должных правах третий тип чтения — ассоциативное. Действительно, книги, да и не только их, следует ценить по рождаемым ассоциациям не меньше, чем по количеству информации и силе радости.

Отдельные символы, понятия, образы, тяготеющие к одной из сторон мышления, также можно дополнять до системных триад. Например, понятие меры, характеризующее рациональный аспект оптимизации, естественно дополнить до триады «такт—мера—вкус».

Замыкание не всегда достигается путем дополнения. Если элементы диады неравносильны, более подходящим оказывается расщепление доминирующей стороны. Этот способ уместен в случае диад типа «конечное—бесконечное», «дискретное—непрерывное», «сознательное—бессознательное».

Если вся триада тяготеет к одной из сторон мышления, появляется желание уравновесить ее подходящими комплексами, т. е. замкнуть в системную триаду более высокого уровня. Возьмем, например, триаду «добро—истина—красота». В ней явно доминирует субстанциальное начало. Аналитической проекцией этой сущности является «этика—наука—эстетика». Остается построить качественную триа-

ду, связывающую познание с идеалом. В этическом плане отношения регулируются моралью, в научном — парадигмой, в эстетическом — стилем. В результате приходим к следующей триаде триад:

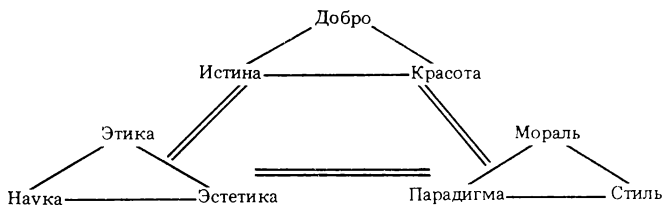


Рис. 2.

Общность триадного мышления проявляется в том, что системные закономерности, обнаруженные на одной триаде, распространяются на другие. Одно из важнейших свойств подметил художник К. С. Петров-Водкин, исследуя триаду основных цветов «синий—желтый—красный». Он заинтересовался тем, что «у цвета имеется свойство не выбиваться из трехцветия, дающего в сумме белый цвет, т. е. свет. Благодаря этому свойству сложный (двойной) цвет вызывает по соседству нехваткающий ему для образования трехцветия дополнительный» [24.С.492]. В качестве примера он называет зеленый луч заката, синюю ночь у костра, красную дорожку на лугу. Это стихийное стремление к гармонии целого через мираж дополнения является очень любопытным свойством человеческой психики. Не по той ли закономерности мы в истине хотим видеть добро и красоту, в любви обретаем надежду и веру, в озарении чувствуем отблеск радости и пользы?

Синтезируя отдельные признаки, стороны, аспекты в целостное единство, системная триада образует замкнутую фигуру двумерного мышления, устойчивый комплекс, инвариант. Поэтому неудивительно, что определения многих понятий имеют триадную структуру [6]. Само понятие системы содержит три компоненты «целостность—элементность—связанность». Асимптотические методы математики мы определили триадой «простота—точность—локальность» [4], в понятии ценности различаем компоненты «постижение—польза—радость» [7]. Исследуя природу обоснования, Е. П. Никитин объединяет в одну группу научное объяснение факта, интерпретацию художественного произведения и нравственное оправдание поступка [20];

в результате термин «обоснование» фактически определяется через триаду «оправдание—объяснение—интерпретация».

В действии кольцо триады может разворачиваться в спираль, выводящую на другие уровни понимания. Такова, например, триада динамики «перемещение—развитие—преобразование» [12].

ПРИМЕРЫ ИЗ ИСТОРИИ

Заглядывая в историю религии, науки, культуры, можно найти много стихийно сложившихся системных триад. Самое интересное в этих коллекциях то, что всегда выделяются компоненты, тяготеющие к субстанциальному, аналитическому и качественному аспектам триады. Иными словами, в любой достаточно устойчивой триадной конструкции просматривается единый архетип, канон, образец.

В истории религии сформировались триады, связанные с догматами тринитарного мышления [37]. Например, различаются три типа икон с изображением девы Марии: молящаяся, указующая, умиляющаяся; существуют три монашеских обета: послушание, нестяжательство, безбрачие. Три смысла текста: духовный (аллегорическо-мистический), телесный (буквальный, историческо-грамматический) и душевный (моральный) — четко различались в христианском богословии уже в III веке [22]. При этом, как указывает П. А. Флоренский, любое слово «имеет значение, во-первых, чувственно-буквальное, во-вторых, отвлеченно-нравоучительное и, в-третьих, идеально-мистическое, или таинственное» [31. С. 357]. Становление самого догмата Троицы в христианстве, согласно исследованиям С. Н. Павлова [23], связывается с возникновением единой епископальной церкви в конце II в.

В математике принято различать три типа структур: топологические, порядковые и алгебраические. Методы прикладной математики подразделяются на эвристические, точные и асимптотические. В семиотике существует традиционное деление на семантику, синтактику и прагматику [28]. Б. М. Кедров [14] называет три возможных подхода к классификации наук: предметный (что?), прикладной (для чего?), методологический (как?). Философию часто делят на онтологию, гносеологию и аксиологию. Три способа познания — интуитивный, демонстративный и сенситивный — выделял еще Д. Локк в XVII веке [16].

И. Кант различал три средства сообщения: тон—слово—движение, три формы сообщения: модуляция—артикуляция—жестикация и соответственно три вида изящных искусств: игровые—словесные—пластические [2]. Д. И. Менделеев в послесловии к своим «Заветным мыслям» писал: «Хочется-то мне выразить заветнейшую мысль о нераздельности и сочетанности таких отдельных граней познания, каковы: вещество, сила и дух; инстинкт, разум и воля; свобода, труд и долг» [19. С. 173]. Д. Хофштадтер, исследуя способность к постижению, отражению и обсуждению собственных пределов, объединяет этой темой Баха — в музыке, Гёделя — в математике, Эсхера — в изобразительном искусстве [15].

В искусстве трихотомия встречается не реже, чем в науке. Фольклор просто изобилует триадами: три героя, три сына, три попытки и т. п. Одномерные на первый взгляд, эти триады в итоге оказываются целостными. Изобразительное искусство обычно расщепляется на композицию, рисунок и живопись. В архитектуре уже две тысячи лет живет триада Витрувия: прочность—польза—красота, или конструктивность—функциональность—образность [18].

Многие крупные писатели вершились трилогиями. Жизнь и творчество Л. Н. Толстого вполне допускает взгляд на него через триаду «Воскресение»—«Война и мир»—«Анна Каренина». Лучший путь к постижению Ф. М. Достоевского — через триаду братьев Карамазовых: Алексей—Иван—Дмитрий. А. В. Эфрос характеризует пьесу А. П. Чехова «Три сестры» триадой «вера—долг—тоска» [34]. Говоря о гармонии в рассказах В. М. Шукшина, С. Ю. Юрский отмечает, что в них три потока — драматизм, юмор, нежность — существуют неразрывно [35]. Герои рассказов Шукшина с их беспокойными, болящими, страждущими душами заставляют думать о том, что, сколько бы мы ни пытались совмещать полезное с приятным, это не избавляет от тоски по полноте.

Таким образом, проявления триадной структуры встречаются в истории повсеместно. Однако методологически она осознается как новый этап развития диалектики, отвечающий запросам нашего времени.

ТРИАДЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ГАЗОДИНАМИКИ

Рассмотрим в качестве конкретной системы некоторую совокупность взаимодействующих молекул газа [10]. Формализация задачи сопровождается моделированием

всех сторон этой системы, т. е. ее элементов, их взаимодействия и внешних связей. В результате достигается математическая постановка задачи, которая обычно содержит перечень искоемых величин, основных уравнений и дополнительных условий. Если искоемые величины рассматривать как элементы системы, а основные уравнения как внутренние связи, то дополнительные условия играют роль внешних связей, и через них проявляется системная целостность [8]. Раскрывая внешние связи снова по принципу системной триады, можно различать в них граничные условия, начальные условия и масштабные каналы влияния других уровней. В совокупности они дают возможность замкнутой постановки задачи в некоторой пространственно-временной области и на определенном масштабном уровне описания. Таким образом, математическая формулировка физической задачи тоже может рассматриваться как система, а совокупность внешних связей как подсистема, целостность которой определяется масштабными каналами.

Расшифровка всех указанных элементов постановки задачи зависит от уровня описания. В случае бесструктурного газа, различая молекулярный, кинетический и газодинамический уровни [3], назовем для каждого из них искоемые величины, основные уравнения и масштабные каналы связи. На молекулярном уровне в рамках классической механики имеем уравнения Ньютона для траекторий $\bar{r}_n(t)$ с потенциалами взаимодействия, моделирующими эффект электронной структуры атомных частиц. На кинетическом уровне выписываются уравнения для одночастичных функций распределения $f_i(\bar{r}, \bar{u}, t)$ с функциями взаимодействия, характеризующими результаты молекулярных столкновений. На газодинамическом уровне остаются уравнения переноса для макровеличин $M_j(\bar{r}, t)$ с коэффициентами диффузии, вязкости, теплопроводности,...

Элементы исходной системы и ее внутренние связи тоже можно рассматривать как подсистемы, расщепляя их на соответствующие триады. Так, классифицируя молекулы, естественно различать составляющие их атомы, межатомные связи и потенциалы взаимодействия с другими молекулами. Раскрывая внутренние связи с учетом их физического содержания, можно различать уравнения трех типов: сохранения, релаксации и управления. В свою очередь законы сохранения распадаются на уравнения

массы, импульса и энергии; релаксационные процессы — на упругие, неупругие и химические. Системное расщепление управляющих (конститутивных) уравнений и реализация их на разных уровнях описания требуют дополнительных исследований.

Включая взаимодействие газа с поверхностью, приходится рассматривать систему, состоящую из разных типов элементов. Соответственно множатся и типы внутренних и внешних связей. Структура таких задач исследуется в работе [13].

АКТУАЛЬНОСТЬ ТРИАДНОГО СИНТЕЗА

Относительные роли анализа и синтеза со временем периодически меняются. В современной науке заметно насыщение анализом и характерна тяга к синтезу. Процесс дифференциации начинает уравниваться встречными тенденциями интеграции. Возникают и утверждаются такие синтезирующие науки, как экология, синергетика, информатика.

В последние годы разворачивается междисциплинарное классификационное движение. Проводятся всесоюзные школы-семинары по теории и методологии классификации, международные конференции по исследованию классификаций. Классификационный опыт, накопленный в отдельных областях знания, изучается, осмысливается и обобщается на новом метауровне. Обнаруживается, что возникающие при этом вопросы унификации, самоорганизации и синтеза выходят за пределы предметных областей и требуют привлечения общенаучной методологии.

Накопление количественных данных с использованием ЭВМ часто происходит без управления качественными характеристиками объекта, с потерей общего представления о структуре материала. Разобраться в массиве полученных чисел при этом оказывается не легче, чем в исходной постановке задачи. Тем самым совершается парадокс превращения информации в энтропию. Приходится возвращаться к началу и заботиться о сохранении качественной картины. Проектирование современных информационных систем как раз и начинается с создания классификатора, обеспечивающего естественную организацию ее элементов и связей.

Узкий специалист не сразу осознает потребность в системной методологии. Сначала он прекрасно обходится профессиональным знанием материала и уверенно пере-

числяет все, что требуется для решения конкретной задачи. Но с усложнением задач эти списки растут, становятся неоднородными, и структуризация вырастает в проблему. На семинарах по классификации большой популярностью пользуется следующий образец одномерного перечисления: животные подразделяются на а) принадлежащих Императору, б) бальзамированных, в) прирученных, г) молочных поросят, д) сирен, е) сказочных, ж) бродячих собак, з) включенных в настоящую классификацию, и) буйствующих, как в безумии, к) неисчислимых, л) нарисованных очень тонкой кисточкой из верблюжей шерсти, м) и прочих, н) только что разбивших кувшин, о) издали кажущихся мухами [33]. Смешно это или печально, но многие перечни разделов или факторов в научной литературе в принципе недалеко ушли от этого «шедевра». Хотя пересечений разделов обычно избегают и уровни описания стараются не смешивать, разные модальности зачастую структурно не выделяются.

Системный подход выработал представление о системе как множестве элементов, взаимодействующих между собой и образующих целостное единство. В этой триадной дефиниции «целостность—элементность—связанность» существенно новым является понятие целостности. Без него система вырождается в множество. Однако раскрывается это фундаментальное понятие не легко и не сразу. Даже для формализованных систем, где целостность выражается через внешние связи, структурные формулы появились совсем недавно [10].

В процессе классификации явно или неявно доминирует стремление выделять в рабочем пространстве области целостных образований. Эта естественная тенденция составляет гносеологическую основу системной структуризации. Различение трех компонент системы делает классификационные деревья трихотомическими. Тетрады, пентады и другие более сложные структуры на горизонтальном уровне вырождены и приводимы к триадному симплексу. Выделив уровень описания, нужно стремиться, с одной стороны, комплексировать факторы согласно триадному канону, с другой — обеспечивать представительство каждой компоненты.

Если диада — элементарное орудие анализа, то системная триада — фундаментальная структурная ячейка синтеза. Именно она кристаллизуется в исследованиях по структурированию баз данных для информационных систем в расчете на компьютеры пятого поколения. В них

различаются иерархические, сетевые и реляционные базы данных с тремя уровнями структурного проектирования (концептуальным, физическим, реализационным), каждый из которых вновь подвергается трихотомии [29]. В частности, концептуальный уровень характеризуется триадой «сущность—атрибуты—связи», близкой к известной философской триаде «вещь—свойства—отношения», стимулировавшей разработку тернарного формализма А. И. Уемова [30]. Аналогичная ситуация складывается в исследованиях по искусственному интеллекту, где возникают три вида систем нового типа (информационно-поисковые, расчетно-логические и экспертные) и формируется интеллектуальный интерфейс с тремя блоками: процессор общения, база знаний, планировщик [25].

Производство информационных систем становится доминирующим видом общественного производства [26], и существенное использование системных триад в этой области уже оправдывает их изучение и внедрение. Однако роль системно-триадного синтеза этим не ограничивается. Дело в том, что характерной чертой современной стадии научно-технического прогресса является слияние локальных проблем в глобальные, осознание приоритета общечеловеческих ценностей над групповыми, соединение судеб людей и народов в единую общую судьбу человечества. Как отмечает И. Т. Фролов, сейчас в опасности вся глобальная триада «мир—человек—природа» [32]. Проблемы синтеза наук, единства частей и выживаемости человечества становятся одной проблемой.

Доминирование отдельных сторон системной триады нарушает жизненное равновесие. Так, господство анализа сместило критерии ценности в сторону утилитаризма, практицизм привел к экологическому кризису. Научно-техническая революция может обернуться катастрофой, если не подкрепить ее соответствующим подъемом культуры и духа. Как указывает Е. П. Никитин, автономизация сфер сознания (нравственной, познавательной и эстетической) сегодня угрожает самому единству человеческого духа, и проблема духовного синтеза становится главной проблемой нынешнего состояния и перспектив развития духовной жизни человечества [20]. Лишь на достаточно высоком уровне духовности станет возможным разрешение раздирающих мир идеологических, экономических, национальных противоречий, та победа, в которой не будет побежденных. Триадный синтез сейчас восстанавливает связи, разрушенные господствовавшей антитетикой. Он

воплощает существенные черты нового мышления, духом которого проникнуты Заявление Иссик-Кульского форума, Делийская декларация и другие жизненно важные документы нашего времени.

ИТОГИ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Мы имели возможность убедиться, что в роли эвристического принципа упорядочения системная триада работает достаточно эффективно, интересно, плодотворно. Для теории и практики классификации она дает структурную модель, сочетающую в себе целостность, адекватность и образность. Более того, за всем этим ощущается основательность триадного архетипа, требующая перестройки стереотипов диадного мышления. Но чем глубже корни новой парадигмы, тем труднее на нее перестраиваться.

Прежде всего, конструируя системную триаду, мы сталкиваемся с языковыми трудностями. Понятия, сложившиеся в традиционной диадной схеме, не всегда легко укладываются в триадную структуру. Некоторые термины не находят себе места, для других позиция безразлична, третьи гурьбой стремятся в одну нишу, мешая друг другу. Сами ниши иной раз пустуют в ожидании законного хозяина: идея, символ, образ есть, а слова подходящего не находится. Так, говоря о практической деятельности, можно назвать лимитированность и целесообразность как аналитический и качественный аспекты рассматриваемого понятия, но трудно отыскать термин, воплощающий его целостность. При замыкании диады «статика—динамика» на триаду путем дополнения «ритмикой» [12] смысл термина «динамика» приходится несколько сужать. Особенно трудно дается фундаментальное различие интуиции и эмоций.

По своему определению системная триада обязана обладать внерациональными свойствами: иначе от слов «интуицио» и «эмочио» останутся только пустые оболочки. Эти свойства действительно существуют и проявляются они, прежде всего, в семантической мягкости структурной формулы. Используя ее как эталон или генетическую матрицу, можно варьировать названия аспектов, сохраняя их специфику и взаимное равновесие. Но все варианты каждого угла будут лишь представителями того целого, чему пока не дано общего имени. Архетип имеет множество реализаций.

Конкретное понятие может занимать в триаде различные места в зависимости от соседей. Так, «структура» замыкает диаду «сущность—явление» в аналитической роли, а диаду «часть—целое» — в качественной. Смысловая нагрузка при этом меняется. Тем более она меняется при переходе понятия из диады в триаду, когда существенно уточнение объема понятия. Правда, инерция диадного мышления мешает этому процессу, заставляя сохранять привычные объемы и искать более узкие понятия.

Формула системной триады подвержена влиянию и субъективного фактора, поскольку трихотомия одного и того же понятия даже в заданной плоскости у разных людей получается иногда разной. Такая размытость конструкции, возможная неубедительность выбора, неполная определенность решения — настораживают, мучают, смущают. В рациональной плоскости сила гибкости смотрится как слабость. Однако, задавая вопрос «Почему так, а не иначе?», следует осознать, что он — из диадной парадигмы. Триада же больше сопоставляет, соединяет, сращивает, чем противопоставляет, расщепляет, отталкивает. При всей неопределенности триадических процедур степень их точности обычно соответствует естественной гибкости языка, поэтому и их ценность для синтеза понятия достаточно велика. Правильный аспект, подходящие соседи, надлежащий уровень придают термину основательность, точность, убедительность.

Целостность, будучи субстанциальным аспектом системы, постигается интуитивно. Этим объясняются естественные трудности ее осознания. Попытки формализации обычно приводят к редукционистским версиям, отказ от которых очерчивает границы рассматриваемой субстанции в некотором обобщенном пространстве. Эти границы, отделяя, соединяют, так что целое постигается до конца только вместе с окружением. Как сказал Гете, когда оно вполне обнаруживает себя, оно указывает на все остальное, и в этом понимании лежит величайшее дерзновение и величайшее смирение [27].

Объединяя в себе свойства замкнутости и открытости, целостность боится абсолютизации любого из этих свойств. Здесь действует принцип неопределенности—дополнительности—совместности, известный в квантовой механике и асимптотической математике [9]. Так, в асимптотических методах, определяемых триадой «простота—точность—локальность», соотношение неопределенности имеет место для каждой пары этих компонент, а третий фактор всегда

выступает в роли регулятора. Следует отметить, что попарное рассмотрение элементов триады при фиксированной мере — дань диадной парадигме. Одновременное включение всех трех компонент ведет к симметричной форме принципа неопределенности. Действительно, перемножая три варианта неравенств вида $\Delta x_1 \cdot \Delta x_2 \geq \hbar_3$, получаем $\Delta x_1 \cdot \Delta x_2 \cdot \Delta x_3 \geq (\hbar_1 \hbar_2 \hbar_3)^{1/2} = H$. Но надо еще наполнить содержанием и смыслом все эти величины. Если ограничиться физикой, то любопытная вещь выплывает на пути трихотомии Филберта [38]. Различая теорию элементарных частиц, теорию относительности и квантовую механику, имеем соответственно три меры ограничений, задаваемые константами e , c , \hbar , известная комбинация которых образует безразмерную постоянную $\alpha = 1/137$. Не она ли определяет универсальный масштаб H ?

Еще один существенный вывод: стремясь к целостности, приходится отказываться от полноты. Чтобы понять его, обратимся к жанру исповеди, классические образцы которого дали Бл. Августин, Руссо, Л. Толстой. Идеал совершенства, чистоты, полноты предписывает стремление к предельной искренности, без оглядки на цензора, зрителя, внешний суд. Но попробуйте полностью устранить этот второй план — и исповедь погибнет. Точно так же необходима условность в театре, а еще раньше она воплощается в детских играх. Стремясь к завершенности, мы с какого-то момента начинаем удаляться от жизни. Идеал хорош до тех пор, пока мы не слишком к нему близки. Это понятие нуждается в динамизации.

Развивая диалектический метод, системно-триадный синтез открыт для преодоления. Уже сейчас можно показать его ограниченность. Действительно, трехкомпонентная дефиниция системы связана с плоскостным представлением об уровне: как плоскость задается треугольником, так система — триадой. С освоением понятия целостности теория множеств превращается в теорию систем, одномерное мышление — в двумерное, диадная парадигма — в триадную. Теоретически можно говорить о дальнейшем расширении сознания, уже на основе тетраэдра. Но сначала нужно обрести столь же универсальную семантику. Практически сейчас важнее закрепить на достигнутом уровне двумерного мышления. Это не просто, ибо диадная парадигма сильна консерватизмом одномерного письма. Многомерные плацдармы отвоеваны лишь в специальных областях (графы, рисунки, формулы). Убедительные правила сты-

ковки триад, развертки и покрытия пространства еще не выработаны. Однако с переходом от абсолютной математики к локальной [36] и эта задача становится разрешимой.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Адамар Ж.* Исследование психологии процесса изобретения в области математики. М., 1970.
2. *Асмус В. Ф.* Иммануил Кант. М., 1973.
3. *Баранцев Р. Г.* Взаимодействие разреженных газов с обтекаемыми поверхностями. М., 1975.
4. *Баранцев Р. Г.* Об асимптотологии // Вестн. ЛГУ. 1976. № 1.
5. *Баранцев Р. Г.* Дефиниция асимптотики и системные триады // Асимптотические методы в теории систем. Иркутск, 1980.
6. *Баранцев Р. Г.* Системная триада дефиниции // Междунар. форум информ. документации. 1982. Т. 7. № 1.
7. *Баранцев Р. Г.* Политомические модели системного подхода // Моделирование и прогнозирование в биоэкологии. Рига, 1982.
8. *Баранцев Р. Г.* Системные триады и классификация // Теория и методология биологических классификаций. М., 1983.
9. *Баранцев Р. Г.* Принцип неопределенности в асимптотической математике // Методы возмущений в механике. Иркутск, 1984.
10. *Баранцев Р. Г.* Системная структура классификатора в молекулярной газодинамике // Тез. VIII Всесоюз. конф. по динамике разреженных газов. М., 1985. Т. 2.
11. *Баранцев Р. Г.* О триадной структуре информационных систем // Кинетические и газодинамические процессы в неравновесных средах. М., 1986.
12. *Баранцев Р. Г.* Время, динамика, синтез // Темпоральные аспекты моделирования и прогнозирования в экологии. Рига, 1986.
13. *Баранцев Р. Г., Богданов А. В.* О структуре теории взаимодействия газа с твердой поверхностью // Газодинамика и теплообмен. Вып. 9: Динамика однородных и неоднородных сред. Л., 1987.
14. *Кедров Б. М.* Общие соображения о полной системе наук // Актуальные проблемы логики и методологии науки. Киев, 1980.
15. *Левитин К.* Геометрическая распада. М., 1984.
16. *Локк Д.* Избр. филос. произведения. М., 1960. Т. 1.
17. *Любищев А. А.* Проблемы формы, систематики и эволюции организмов. М., 1982.
18. *Мастера архитектуры об архитектуре.* М., 1972.
19. *Менделеев Д. И.* в воспоминаниях современников. М., 1973.
20. *Никитин Е. П.* О природе обоснования // Вопр. философии. 1979. № 10.
21. *Обухов В. Л.* Системность элементов диалектики. Л., 1985.
22. *Ориген.* О началах. Казань, 1899.
23. *Павлов С. Н.* Генезис христианского тринитарного учения (критический анализ): Автореф. канд. дис. Л., 1983.
24. *Петров-Водкин К. С.* Хлыновск. Пространство Эвклида. Самаркандия. Л., 1970.
25. *Поспелов Г. С.* Новая информационная технология // Знание — сила. 1986. № 2.
26. *Производство как общественный процесс (актуальные проблемы теории и практики).* М., 1986.

27. *Свасьян К. А.* Философское мировоззрение Гете. Ереван, 1983.
28. *Степанов Ю. С.* В трехмерном пространстве языка. М., 1985.
29. *Тиори Т., Фрай Дж.* Проектирование структур баз данных. М., 1985. Т. 1; Т. 2.
30. *Уемов А. И.* Основы формального аппарата параметрической общей теории систем // Системные исследования. Методол. пробл.: Ежегодник, 1984. М., 1984.
31. *Флоренский П. А.* Строеие слова // Контекст 1972. М., 1973.
32. *Фролов И. Т.* Время решающих перемен // Вопр. философии. 1985.
33. *Фуко М.* Слова и вещи: Археология гуманитарных наук. М., 1977.
34. *Эфрос А. В.* Репетиция — любовь моя. М., 1975.
35. *Юрский С. Ю.* Кто держит паузу. Л., 1977.
36. *Bell J. L.* From absolute to local mathematics // Synthese. 1986. Vol. 69, N 3.
37. *Bibliotheca Trinitariorum: International Bibliography of Trinitarian Literature /Ed. by E. Schadel. München etc., 1984. Vol. 1.*
38. *Philbert B.* Der Dreieine: Anfang und Sein: Die Structure der Schöpfung. Stein am Rhein, 1974.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЦЕННОСТИ В СИСТЕМЕ КУЛЬТУРЫ

Ш. А. ГУМЕРОВ

Окружающая среда изначально имела жизненно важное значение для человека. Осмысление этой ее роли дало начало формированию экологического сознания. Выделить его в чистом виде можно лишь аналитически, поскольку в реальном сознании человека оно соединено, слито с другими видами сознания. Так, отношение к природе¹ как эйкосу (греч. *oikos* — дом, жилище) чаще всего формируется в рамках этики. Благоговение перед природой, желание сохранить ее в таком виде, в каком она предстает перед нами, боязнь даже невольно повредить дерево или раздавить живое существо — все это не определяется соображениями практической ценности природы. Речь идет именно об экологическом сознании, принявшем этическую форму. Стремление сохранить природу становится категорическим императивом. В настоящее время, когда природа подвергается массивным разрушительным воздействиям, экологическое сознание человека настолько обострилось, что стало выступать обособленно. Оно стало эксплицитным благодаря тому, что возник экологический кризис. Пока равновесие в природе было стабильным, в структуре человеческой деятельности для него не было места. Оно возникло тогда, когда антропогенные воздействия на природу потребовали специфической практики: нейтрализации этих воздействий и, насколько это возможно, восстановления равновесия в экосистеме. С экологическим сознанием тесно связано экологическое чувство. Оно по содержанию родственно таким чувствам, как чувство дома, отечества. Сходство вызвано тем, что у этих чувств общий корень, поскольку и дом, и отечество, и природа — суть различные виды эйкоса. Экологическое чувство входит, безусловно, в состав сложного по структуре чувства природы. Хотя чаще всего чувство природы проявляется в культуре

¹ Для целей данного исследования вполне приемлемо определение природы, данное В. С. Соловьевым: «Видимый земной мир, обнимающий в некотором единстве совокупность того, что составляет определяющую среду и основу человеческой жизни, первоначально данную, а не созданную человеком» [4, С. 260].

в эстетической форме, в нем всегда присутствовала экологическая компонента. Обнаружилась она впервые именно тогда, когда зародился и стал господствовать антиэкологический по своей сущности и последствиям рационализм. Наиболее острой реакцией на него и тесно связанное с ним направление, по которому шла цивилизация, было учение Ж.-Ж. Руссо и немецких романтиков.

Реальные отношения человека с природой опосредованы культурой. Центральное место здесь принадлежит экологическим ценностям. Ввиду того, что в любую историческую эпоху природа составляет необходимую жизненную среду человека, неизбежно наличие во всех культурах определенного слоя экологических ценностей, регулирующих отношения людей с природой. Эксплицировать эти ценности в прошлых культурах довольно сложно. Во-первых, прошлые культуры уже не представляют собой живой организм. Историк культуры до известной степени сродни палеонтологу, который по останкам реконструирует не дошедшее до нас целое. Поэтому, чтобы выявить экологические ценности и определить их место в культуре, уже завершившей свой жизненный процесс, необходимо восстановить целостный образ этой культуры, ее внутренние связи. Нужен не только скелет (даже он бывает зачастую неполным), но и физиология культуры, живая динамика некогда живого культурного организма. Для такой реконструкции большое значение имеет анализ современной культуры. Ее системно-структурные и функциональные характеристики могут (при известной исторической коррекции) дать общую модель для прошлых культур, поскольку основные социокультурные механизмы универсальны.

Во-вторых, представляет особую трудность для анализа прошлых культур их внутренне замкнутая символическая система. На первый план исследования выступает задача десимволизации феноменов культуры.

Существует еще одна трудность эксплицирования экологических ценностей. В истории философской мысли очень рано возникло противопоставление природы и культуры. Впервые оно открыто выступает у софистов, проводивших принципиальное различие между тем, что существует по природе, и тем, что существует по положению (т. е. идет от человека). Эта дихотомия приобретает дальнейшую спецификацию в этике киников [2. С. 245].

Устойчивое во всей истории философии противопоставление природного и социокультурного имеет объективное основание, ибо фиксирует принципиальное различие в человеке естественного, природного (тело) начала, и душевно-интеллектуального начала, эйкосом которого является социум. Показательно, что противопоставление природного и культурного (при этом предпочтение отдавалось природному) делалось теми философскими школами, представители которых были до некоторой степени независимы в отношении современного им общества. В Новое время (например, у Руссо) оппозиция «природа — культура» использовалась для критики цивилизации.

Принципиально иное противопоставление — природы и духа — дано в учении Платона. Эта оппозиция является центральной в неоплатонизме. С возникновением христианства противопоставление духа природе проходит через всю средневековую культуру. Оно имеет основание в самом человеке, в принципиальном различии между телом (началом природным) и духовной сферой. Поскольку же духовное начало неизбежно воплощается и институциализируется в культуре, то это противоположение принимает форму противоположности между природой и культурой.

В современной культурологии, очевидно, под влиянием нарастающего экологического кризиса заметно желание у ряда исследователей снять это устоявшееся противопоставление, что приводит к другой крайности: «культура — это специфический случай природы». Резкая дихотомия между природой и культурой есть заблуждение, так как человек — существо природное и все его средства и артефакты заимствованы из природы. Человек и его культура не могут быть изолированы от воспитавшей их окружающей среды, из которой они выросли и с которой они всегда нерасторжимо связаны [9. Р. 307]. Даже самое драматическое понимание существующих экологических проблем не может оправдать такой крайней натурализации человека и культуры. О духовной и социокультурной автономии человека по отношению к природе свидетельствует тот факт, что в отличие от животных человек не имеет специфической видовой экологии. Относительно жесткая корреляция биологических потребностей того или иного вида животных с основными параметрами его экосистемы приводит к тому, что при существенных изменениях этих параметров популяция данного вида начинает исчезать. Человек же в экологическом

отношении более пластичен, более независим от природы, что является результатом и свидетельством того, что человек не исчерпывается природным началом.

Для природы эта пластичность человека оказалась негативной. Будь человек более жестко привязан к определенной экосистеме, его социальная и экономическая деятельность исторически приняла бы другое направление. Парадокс в том, что именно экологическая пластичность человека сделала его менее зависимым от окружающей среды и приблизила к экологической катастрофе. Если бы человек больше зависел от определенных жестко заданных условий, более эффективно бы действовали обратные связи, заставлявшие человека корректировать свою деятельность.

Почему экологический кризис возник в XX столетии? Что подготовило его? В поисках ответов на эти вопросы необходимо обратиться к анализу господствующих в культуре ценностей. При всем разнообразии существовавших и существующих взглядов на природу история культуры знает только две принципиально различных модели природы. Одна из них признает природу сотворенной, другая же рассматривает ее как самостоятельную реальность, ставшую в силу объективных причин средой обитания человека. Этим двум мировоззренческим типам соответствуют и принципиально различные ценностные установки в отношении природы. Взгляд на природу как на совершенный продукт творения, несущий на себе печать творца, предполагает к ней благоговейное отношение. Требуется признания за ней тайны. Формирование экологических ценностей в рамках этого мировоззрения не только естественно, но и неизбежно. Постепенно в культуре возникает весьма значимый ценностный слой, который задает формы поведения людей в отношении к природе и тем самым определяет границы вмешательства человека в окружающий его мир.

Напротив, взгляд на природу как на гигантский естественный механизм ведет к чисто практическому отношению к ней. Человек приспособливает природу к удовлетворению своих жизненных и экономических целей. По мере роста потребностей и технических возможностей в рамках такого взгляда на природу возникают идеи господства над ней и преобразования ее. Культура, в которой господствует подобное мировоззрение, лишена, в строгом смысле, экологических ценностей. Такая культура не воспитывает у человека этического отношения к природе.

Какое может быть этическое чувство в отношении естественного бездушного механизма? Природоохранная деятельность в такой культуре — плод рационального сознания и потому не является регулятором экологического поведения людей.

Исследование культуры под углом зрения исторической смены в ней этих двух принципиально отличных моделей природы дает возможность проследить эволюцию экологических ценностей. Содержание их существенно зависит от типа культуры. Еще более существенно меняются их символические формы, а также место в структуре культуры. Достаточно сравнить три культуры: мифологическую, европейскую средневековую и современную западную. Первая имплицитно содержит экологические ценности благодаря тому, что миф своеобразно моделирует окружающий человека мир и одновременно определяет его место в нем. Поэтому основная здесь задача — десимволизация мифа: интерпретация его в категориях современной культуры. В средневековой культуре экологические ценности занимают точно определенное место в соответствии с целостным, всеохватывающим учением об иерархии бытия. Оно также соответствует иерархическому строению человека, где высшее место занимает духовное начало. Отличительная особенность современной культуры — ее рефлексивность. Экологическая ситуация в ней становится предметом специального анализа. Возникают экологические теории. Знание о природе облекается в научную форму. Еще одна особенность современной ситуации — ее глубокая дифференцированность. Человек формируется и действует в условиях не только различных, но и конкурирующих систем экологических ценностей, что невозможно для мифологической и даже средневековой культур.

Выделим два принципиально различных уровня культуры: личную культуру индивида и культуру общности. Культура индивида — изменчивая совокупность знаний, навыков, идей, убеждений, ценностей, образцов поведения. Хотя основным источником ее является культура социума, у каждого индивида она неповторима в соответствии с индивидуальной неповторимостью каждой личности и уникальностью жизненного опыта конкретного человека. Личная культура, как правило, слабо упорядочена, совмещает альтернативные ценности, поскольку любой человек в современном мире испытывает противоречивые воздействия. Эта альтернативность ценностей имеет

место не только в силу существенных различий в проявлениях уровней сознательного и бессознательного. Даже на уровне сознания нередко наблюдается раздвоенность взглядов, ценностей, эталонов поведения. Это обстоятельство серьезно затрудняет эмпирическое изучение, поскольку исследователь, строя модель, исходит из представлений о целостности изучаемого им объекта.¹

Культура социума — широкое множество всех институционализированных продуктов интеллектуальной, эстетической и духовно-нравственной деятельности. Эта культура при определенной устойчивости ее основной структуры имеет весьма гибкий контур и характеризуется изменчивостью ее состава. Кроме внутренней динамики, которой обладает всякая живая культура, для культуры социума жизненно важны связи с тремя другими источниками культуры. Прежде всего надо указать на сложные отношения актуальной культуры с прошлой культурой. Зачастую трудно провести между ними границу. Классическое культурное наследие для социума не менее значимо, чем те продукты культуры, которые производят люди, составляющие данный социум. Любая часть культуры прошлого, которая, казалось, стала достоянием лишь истории, непредсказуемо может стать актуальной компонентой культуры данного социума. Самый впечатляющий пример этого дает Ренессанс. Другой пример — процессы, которые в современной нашей культуре наблюдаются за последние три десятилетия. С каждым годом возрастает интерес не только к культуре XIX в., но и к допетровской культуре. Прошлая культура активна настолько, насколько в отношении к ней активна живая культура социума. С экологической точки зрения это существенно, поскольку могут возрождаться некоторые экологические ценности, бывшие эффективными в прошлом. Процессы эти эмпирически наблюдаемы. Например, господствовавшее несколько десятилетий назад отношение к природе, выраженное Базаровым в романе «Отцы и дети» И. С. Тургенева — «Природа не храм, а мастерская, и человек в ней работник», — в сознании многих сейчас стало более благоговейным. Стремление современного человека к природе, желание сблизиться с ней вряд ли объяснимо сегодня лишь медицинскими соображениями. Налицо актуализация ценностей, которые полвека назад в период эйфории индустриального сознания казались навсегда оставленными.

Далее, культура социума имеет широкий культурный фон — культуры других социумов, которые в силу определенных причин активно влияют как на культуру данного социума (степень воздействия зависит от внутренних свойств культуры, подвергающейся воздействию: открыта или закрыта, динамична или консервативна), так и на культуру индивидов, в той мере, в какой они активны в выборе ценностей.

Наконец, взаимоотношения культуры социума и культуры индивида. Вновь надо оговориться, что границы между этими двумя культурами очень подвижны, условны и приблизительны. Культура социума есть реальный феномен, имеющий специфическую природу, специфическую функцию в жизни общества. По своему составу — это совокупность всех тех продуктов культурной деятельности, которые объективировались, вышли за границы личной культуры индивида и стали, благодаря институционализации, общезначимыми. С другой стороны, она остается актуальной, живой, социально активной, пока связана с личной культурой индивида. Литература, например, является одной из важнейших компонент культуры социума, но как действенный культурный феномен она существует только тогда, когда оказывает влияние на личную культуру индивидов, составляющих социум. В экологическом отношении важны оба уровня культуры: индивидуальный и социетальный.

Обратимся теперь к функциональной структуре культуры. Схема (рис. 1), предложенная К. Розенгемом, построена на выделении четырех функций культурных ориентаций: нормативной, когнитивной, инструментальной, экспрессивной [8. Р. 22]. Каждой важнейшей компоненте культуры приписывается одна ориентационная роль в обществе. Можно вполне согласиться с той группировкой компонент культуры по функциям, какую предлагает автор. Наличие недифференцированного, но характеризующегося определенными внутренними структурными связями ядра позволяет связать все компоненты, выделенные в схеме, между собой. Экологические элементы культуры (ценности, нормы, теории) следует определить как нормативные, поскольку их назначение — регулирование отношений человека к природе. Определение экологических ценностей как нормативных может быть аналитически значимым, когда выделение этих ценностей из общего контекста культуры вызывает затруднение. Это прежде всего относится к слабо дифференци-



Рис. 1

рованными, органично цельным культурам, таким, как мифологическая и средневековая.

Однако для анализа места экологических (как и других) ценностей в структуре культуры схема К. Розенгрема мало что дает. Для структуризации культуры по функциям (ориентированным ролям) недостаточна дифференциация на такие подсистемы, как экономика, политика и т. д. Подход должен быть аналитическим. Легко показать, что инструментальную ориентацию дает не только экономика и техника, но и наука. Политика по своим функциям инструментальна, а литература и искусство дают не только экспрессивную ориентацию, но и нормативную и когнитивную. Для функционального анализа культуры нужна иная единица культуры — такая, которая до известной степени была бы элементарной. В качестве такой единицы может быть представлена ценность. Она является тем узлом, который связывает культуру общности с личной культурой индивида. Ценности обладают объективными экзистенциальными свойствами, но значение приобретают лишь в сознании субъекта, т. е. пройдя через его личную культуру. Теория кварков, например, является ценностью для современного физи-

ка, но не является ценностью для работника сферы обслуживания. Стихотворения А. Фета — ценность, но лишь для тех, кто обладает соответствующей поэтической культурой. Ценности можно определить как универсальные феномены культуры. Они связывают не только культуру общности с культурой индивида, но и прошлую культуру с настоящей. Продукты прошлой культуры актуализируются, как только они (с изменением социума) вновь становятся ценностями. Достаточно вспомнить принципиальное изменение в последние десятилетия отношения к русскому неакадемическому искусству начала XX в. Ценности являются как бы центрами кристаллизации продуктов культуры. Если гипотетически провести идеальную операцию и изъять из культуры все ценности, то она мгновенно рассыплется, оставив после себя гигантскую хаотическую массу бумаги, металла, краски, кирпичей, дерева и пр. Следовательно, ценности не просто структурированы в системе культуры, но (что очень важно) определяют эту структуру, являются ее центральным элементом. Отсюда вытекает одно существенное свойство ценностей — в системе живой культуры они весьма активны. Доминирующие ценности продуцируют родственные по значению ценности и разрушают противоположные. Так, сциентистские, технологические, индустриальные ценности повлияли на эстетические и этические ценности. Показательны в этом отношении такие течения, как кубизм в живописи, конструктивизм и брутализм в архитектуре. Для этических отношений XX в. характерно преобладание формального, делового, прагматического элементов.

Вышеотмеченное свойство доминирующих ценностей очень существенно в экологическом отношении. Их агрессивная активность ведет к нарушению традиционного равновесия между хозяйственно-практическим отношением к природе и этико-эстетическим. Машина, например, безусловно, антиэкологический продукт культуры. Однако, пока в культуре не доминировали технико-индустриальные ценности, использование ее в истории не было для природы разрушительным. Антиэкологическим воздействие машины на природу стало тогда, когда технико-индустриальные ценности стали разрушать ценности традиционные. «Машина разрушает старую целостность и сращенность человеческой жизни, как бы вырывает человеческий дух из органической плоти и механизмирует материальную жизнь человека. Будучи выражением силы

человека, она антропологически ослабляет человека, понижает его природу, уменьшает его органическую изощренность. Способы борьбы человека переносятся из организма на машину, и организм человека слабеет. Жизнь перестает быть связанной с землей, с растениями, с животными и делается связанной с новой действительностью...» [1. С. 244—245]. Разрушительное вторжение машин в природу является лишь следствием того переворота, который произошел в культуре, когда ценности, органически связывавшие человека с природой, были побеждены ценностями технической цивилизации: изменился весь уклад культуры, весь комплекс жизненных ценностей. Стремление к удовольствиям, удобствам жизни, комфорту оказывается тем всепобеждающим духом, который приводит в движение всю современную техническую цивилизацию. Все связано со всем и одно усиливает другое. Сила господствующих начал такова, что возникает ситуация, когда все острее проблемы, вызванные к жизни научно-технической цивилизацией, можно решать только научно-техническими средствами. Решая таким способом проблемы, цивилизация закладывает фундамент для новых проблем, более масштабных и более острых. Иных средств реально нет, ибо в актуальной культуре не осталось равносильных альтернативных ценностей.

Однако тотальной ценностной унификации культуры никогда не происходило и произойти не может. Это понимали и авторы социальных антиутопий, такие, как Е. Замятин и Дж. Оруэлл. Границы такой унификации заключены в человеке, который, как показывает философская антропология, является субстанцией, обладающей иерархическим строением, и высшее начало в нем — начало духовное. Признав это, мы должны обратиться к одной из важнейших загадок культуры. История свидетельствует, что, с одной стороны, реальная культура может существовать как определенная целостность, как живой организм, тканями которого являются символические формы. А это возможно лишь тогда, когда культура обладает ценностным единством. Даже современная дифференцированная культура едина в ценностном отношении, поскольку весь ее строй проникнут технико-индустриальным духом. Но, с другой стороны, культура хранит в некотором латентном состоянии, оберегая от разрушения, ценности прошлых культур, даже противоречащие доминирующим. Существует некоторая поли-

структурность культуры. Наряду с поддающейся эмпирическому изучению явной структуры культуры, активно включенной в процессы социального взаимодействия, есть глубинные структуры, куда доминирующие ценности (составляющие активную, функционально эффективную структуру) вытесняют другие ценности, конкурирующие с ними. Эти глубины культуры, ненаблюдаемые и неизмеряемые в нормальных условиях функционирования социума, внезапно обнаруживают себя тогда, когда структура доминирующих ценностей в силу определенных причин слабеет и становится неэффективной. Примером такого взрывного процесса актуализации ценностей из глубинных, скрытых структур культуры является исламская революция в Иране. Из стран мусульманского Востока эта страна представлялась наиболее вестернизированной. Экономическая и социальная жизнь, казалось, были окончательно втянуты в сферу современной технологической цивилизации. Родилось новое поколение, чье сознание сформировалось соответственно со стандартами потребления западных обществ. В активно функционирующей системе иранской культуры (в той самой внешне наблюдаемой структуре, о которой говорилось выше) не было фундаменталистских идей. За несколько недель фундаменталистские ценности разрушили структуру доминирующих ценностей и сами стали господствующими.

Свойство культуры иметь невидимые структуры, скрытые под структурой актуальной, наводит на аналогию с человеческой памятью. Нечто вошедшее в нее не исчезает, а уходит со временем в какие-то глубины и лишь в состоянии сильнейшего стресса все пережитое вспоминается в деталях с впечатляющей полнотой. Память похожа на катящийся снежный ком, где ни один слой не исчезает, а накрывается новым.

Философски осмыслить такое единство, когда актуальное настоящее включает в себе все предшествующее, некогда бывшее актуальным, пытался Николай Кузанский: «...настоящее есть свернутость всех времен; все настоящие времена — развертывание его в последовательный ряд и в них не найдешь ничего, кроме настоящего. Единое „теперь“ свернуто включает в себе все времена, но это „теперь“ есть все то же единство» [З. С. 104]. По мнению Николая Кузанского, «способ этого свертывания и развертывания выше нашего ума» [З. С. 10]. Но понимание может прийти к первопричине такого единства — бытию Абсолюта, который является бесконечным единством.

Однако в нашем случае задача состоит не в преодолении конечного источника свернутого единства, а в приближении к пониманию, хотя бы феноменологически, вышеописанного свойства культуры, весьма важного с экологической точки зрения.

Прежде всего возможны два способа «свертывания» прошлого в единое актуальное настоящее. Первый способ можно определить как каузальный. Прошлая культура «свернута» в последующей, поскольку она явилась почвой для новой культуры. Старая вошла в новую, но уже в трансформированном виде. Хотя новая культура зачастую отрицает старую, нередко пытается разрушить ее, но без старой сама она была бы невозможна. Примеры, которые приводит Николай Кузанский, относятся именно к этому виду единства: линия есть множество свернутых точек, тождество есть свернутость различий. Но есть иной вид свертывания, когда свертывающиеся элементы удерживают свои сущностные свойства и сохраняют потенции к новой актуализации. В культуре это становится возможным в силу символической природы ее продуктов. Любая ценность прошлой культуры связана с культурой настоящего не только как причина, но и как некая идеальная сущность, остающаяся неизменной. Не следует упрощать. Не все ценности сохраняются в скрытых глубинах культуры. Значительная часть их погибает. Пожар Александрийской библиотеки уничтожил много уникальных рукописей, и те эстетические, этические, религиозные и другие ценности, которые в них содержались, будущими культурами никогда не будут актуализированы. То же можно сказать о гибели памятников архитектуры, скульптуры, живописи. Но даже их идеальные образы (изображения, репродукции, описания, история создания) ценны и значимы для культуры. Из всех ценностей прошлых культур наиболее долговечны и обладают повышенной возможностью актуализироваться в живой культуре этические, религиозные и эстетические ценности. Это объясняется, во-первых, тем, что они принадлежат слою метавалюностей культуры (т. е. ценностям высшего уровня, которые сохраняются на протяжении всего витального цикла данной культуры). Некоторые из этих ценностей могут быть общечеловеческими и проявлять себя как архетипы. Во-вторых, этические, религиозные и эстетические ценности в силу своей идеально-символической природы менее, чем другие ценности, связаны с материальным субстратом.

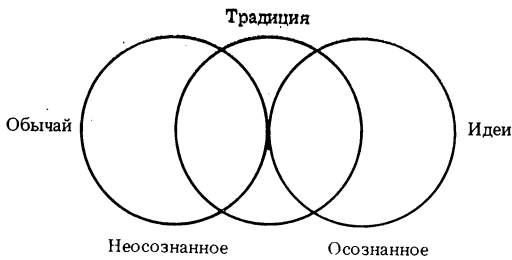


Рис. 2.

Современная живая культура не может быть до конца понята вне истории, включая все ее стадии, начиная от прафеномена. Не случайно, желая понять конкретного человека, мы стремимся узнать его прошлое. Все культуры, несмотря на устойчивую тенденцию к целостности, никогда не имеют жестко замкнутого контура. Прошлые культуры (стадии ее движения во времени) не только в «свернутом» виде включены в культуру актуальную, но составляют также ее потенциальный ценностный ресурс. Из какого уровня глубины будут актуализированы ценности, зависит от происходящих социокультурных процессов. Например, при всем рационализме современной культуры наш век обнаружил сильную потребность в мифотворчестве, а сакрализация некоторых социальных и политических феноменов осуществляется не менее интенсивно, чем в традиционных культурах.

Культурология, как правило, не имеет дела со скрытыми ценностными глубинами культуры в виду недоступности для эмпирического изучения. Некоторое приближение к этим проблемам дает исследование традиций. Т. Кувабара (рис. 2) определяет традицию как промежуточное звено во взаимодействии неосознанного обычая с современными идеями [7. С. 57].

Применительно к задачам нашего анализа понятие «обычай» можно заменить понятием «ценности». Тогда традицию можно будет рассматривать как одну из форм актуализации ценностей прошлых культур. Это очень существенно для того, чтобы подчеркнуть, что при актуализации старых ценностей не происходит возврата к исторически пройденной культуре, что, естественно, невозможно, когда речь идет о процессе творческой эволюции.

Современная рационалистическая культура с господством в ней технико-индустриальных ценностей в своем раз-

витии, начиная с Нового времени, постепенно вытеснила из функционирующей сферы в скрытые структуры тот слой экологических ценностей, который в прошлых культурах обеспечивал сбалансированное отношение человека к природе. Возникшее за последние два десятилетия осознание приближающегося экологического кризиса создает ту социальную потребность, удовлетворение которой требует существенных сдвигов в современной культуре. Такие изменения не могут возникнуть вне традиций, в силу лишь декретивной или алармистской деятельности. Культура располагает в своих глубинах большими резервами экологических ценностей прошлых культур, для актуализации которых нужны изменения в социальных потребностях.

С проблемой места экологических ценностей в структуре культуры связан вопрос о формах их функциональной реализации. Для традиционных культур характерны различные формы. Экологические ценности формируют строгие экологические нормы, составляющие часть взаимосвязанных предписаний и обрядов. М. Хэррис показывает экологический смысл сакрализации коров в Индии и связанного с этим табу [6]. Дескриптивный экологический характер носили у древних евреев предписания, связанные с субботными и юбилейными годами. Каждый седьмой год был субботным, а после семи субботних пятидесятый год был юбилейным. В течение всего субботного, а во время юбилейного два года подряд (49-й был субботный, а 50-й — юбилейный) запрещались все виды земледельческих работ, сбор самородных плодов с диких деревьев и подрезание виноградников. Все это время земля отдыхала и восстанавливалась, а растительное царство покоилось [5. С. 540—541]. Имеет несомненные экологические корни обряд освящения плодов во Второй Спас (Преображение, 19 августа). Хотя обряд этот не имеет прескриптивного характера, в России он всегда понимался нормативно: до Второго Спаса не ели никаких плодов, кроме огурцов, а также не подрезали сот и не брали меда. Такие примеры можно найти в любой традиционной культуре.

Однако чаще всего экологические ценности реализуются не жестко-нормативно, а ориентационно-регулятивно. Так, многие мифы давали определенную экологическую ориентацию, предоставляя человеку известный диапазон свободы в своем отношении к природе. Греческий миф о Фаэтоне дает вполне однозначную экологическую

установку, поскольку ориентирует сознание на недопустимость человеческого вмешательства в природный порядок. Этот миф содержит экологическую норму лишь имплицитно: норма обнаруживается тогда, когда ее нарушают.

* * *

Анализ экологических ценностей в системе культуры позволяет признать необходимым всемерное сохранение, а там, где это возможно, восстановление культурных традиций. Поэтому представляется более эффективной не экологизация культуры или создание особой экологической этики, а актуализация тех ценностей в культуре, которые на протяжении нескольких тысячелетий регулировали отношение человека к природе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бердяев Н. А. О назначении человека. Париж. 1931.
2. Диоген Лаэртский. О жизни, учениях и изречениях знаменитых философов. М., 1979.
3. Николай Кузанский. Об ученом незнании // Соч.: в 2-х т. М., 1979.
4. Соловьев В. С. Собр. соч. СПб., 1913. Т. 10.
5. Солярский П. Опыт словаря библейских собственных имен. СПб., 1888. Т. 4.
6. Harris M. Culture, people, nature: Introduction to general anthropology. N. Y., 1983.
7. Kuwabara T. Japan and Western civilization: Essays on comparative culture. Tokyo, 1983.
8. Rosengren K. E. Culture indicators for comparative Study of culture // Cultural indicators: An international Symposium. Wien, 1984.
9. Stafford H. C. Culture and cosmology: Essays on the birth of World view. Washington, 1981.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗНАНИЯ НА ПЕРЕДНЕМ КРАЕ НАУКИ

Э. М. МИРСКИЙ

Представление о переднем крае исследований как актуальном средоточии исследовательской деятельности со специфическими именно для нее формами разделения труда ученых, схемами коммуникации и взаимодействия, особыми способами активизации и использования научного знания и т. п. является одним из концептуальных оснований науковедения. Это понятие эффективно используется главным образом как средство различения двух типов организации научной деятельности: 1) деятельности с научным знанием внутри научной дисциплины (формирование профессиональной культуры) и 2) собственно исследовательской деятельности, направленной на объект изучения. Содержание представления о переднем крае, его внутренняя структура при этом обычно не анализируется.

В предлагаемой статье предпринята попытка проанализировать теоретико-методологическое содержание понятия переднего края, рассматриваются уточнения этого понятия и усиления его эвристического потенциала применительно к исследованию организации научного знания.

1. СОЦИАЛЬНО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДНЕГО КРАЯ НАУКИ. РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

Понятие «передний край исследований» (research front), давно распространенное в научном обиходе и публицистике, было в конце 50-х — начале 60-х гг. введено Д. Д. Берналом и Д. Прайсом (см. [11]) в теперь уже широко известную программу «науки о науке» как новой самостоятельной области исследования. Как и большинство других базисных понятий этой программы, представление

о переднем крае вводилось в расчете на интуитивную ясность и эмпирическую очевидность его содержания для любого работающего ученого. Имелось в виду, что исследовательская деятельность (естествоиспытателя) осуществляется на границе познанного и непознанного и что пребывание в этой пограничной зоне придает особый характер как взаимоотношениям между исследователями, так их отношению к научному знанию — его отбору, оценке, способам обработки.

В полном соответствии эмпирической традицией британской науки авторы делали основной упор не на теоретико-методологическое обоснование программы — ее концептуальная и логическая проработка рассматривалась как дело далекого будущего, — а на применение на ее основе новых методов сбора и организации эмпирического материала о науке как объекте исследования. И сегодня, три десятилетия спустя, можно с уверенностью утверждать, что жизнеспособность берналовской программы, а соответственно и предлагаемой этой программой концепции науки, была обусловлена в первую очередь тем, что на ее основе удалось эффективное развертывание эмпирических исследований, результаты которых свидетельствовали о существовании в науке ранее неизвестных процессов и закономерностей.

Особенно широко продолжают изучаться в этой связи закономерности динамики науки (рост числа научных публикаций, журналов, учреждений, исследователей и других характеристик научного потенциала) и актуальные синхронные распределения продуктивности внутри научной системы (отдельных ученых внутри сообщества, журналов внутри дисциплины, ссылок внутри массива работ или совокушности авторов и т. п.). Стабильность такого рода показателей на почти четырехсотлетнем интервале истории науки не получала убедительного объяснения в категориях какой-либо из традиционно изучающих науку дисциплин (истории науки, методологии науки, социологии науки, теории научного творчества и т. п.). Беспомощность предлагаемых специалистами этих дисциплин объяснений только подчеркивалась рассуждениями о «настоящем научном знании», которое якобы не совпадает с содержанием публикаций, о «подлинных ученых», число которых невозможно определить с помощью принятых представлений о продуктивности, и о других «настоящих» и «подлинных» феноменах, важность которых связывалась

главным образом с их принципиальной ненаблюдаемостью и неопределенностью.

Путь, избранный науковедением, предполагал наряду с уточнением собственных концептуальных представлений интерпретацию и использование понятий и эмпирических средств, наработанных другими областями, для продвижения в главном направлении — поиске механизмов, обеспечивающих эффективное взаимодействие множества наблюдаемых феноменов, а не только объяснение наиболее ярких событий или деятельности каким-либо образом выделенной научной элиты.

На этом пути представление о переднем крае науки сыграло очень важную роль, и в то же время его содержание получило в ходе исследований существенное эмпирическое подкрепление. Наиболее интересные результаты были получены в рамках так называемой «социологии научных сообществ», само становление которой знаменовало существенный сдвиг в содержательных основаниях социологии науки.

Дело в том, что классическая концепция социологии науки, предложенная в свое время Р. К. Мертонем и поставленная на эмпирическую базу его сотрудниками и учениками [13], исходила из представления об индивидуальном ученом как главном и единственном агенте научной деятельности. Пафос мертоновской концепции был направлен на демонстрацию и объяснение действия символических регулятивов (нормы, амбивалентность, референтные группы и т. п.) и набора поощрений и санкций (системы наград, лестницы статусов, экспертизы и т. п.), обеспечивающих суверенность позиции отдельного ученого внутри профессии независимо от непосредственного коллегиального и организационного окружения, в котором осуществляется его деятельность.

Социальное признание и статус науки в обществе зависят от того, насколько успешно она выполняет свою основную функцию — гарантирует постоянный приток нового знания. Поэтому вся система социальных отношений внутри науки строится по функциональному принципу — она должна обеспечить максимальную активность профессионалов, стремление каждого из них сделать вклад в массив научного знания, а также экспертизу сделанных вкладов. Вклад представляет собой некоторый фрагмент знания, полученный в результате исследования, причем научность и новизна этого фрагмента определяется экспертизой. Накопление социального статуса ученого, его положение

внутри профессии, как, впрочем, и положение профессии внутри более широкого социального окружения, зависят в конечном счете от величины и значения вклада в удостоверенное знание.

Мертоновская концепция и разработанное на ее основе представление о научном сообществе широко используются до сих пор, оставаясь, по сути дела, единственной программой, опирающейся почти исключительно на социологические предпосылки и являющейся типичной функционалистской «теорией среднего уровня». Последовательные усилия по сохранению социологической чистоты концепции привели, однако, к существенному ограничению ее объяснительных возможностей, к обеднению представления в ней объекта исследования. Из предмета изучения выпала весьма существенная (в том числе и в социологическом отношении) составляющая — отношения ученых в процессе получения знания, т. е. особенности разделения труда в науке и организационных форм, которые делают это разделение эффективным, способствуя интенсивному появлению новых вкладов. Рассмотрение этой стороны дела требовало значительного усиления структурных представлений социологии науки.

При первых же попытках продвинуться в этом направлении социологи столкнулись с фундаментальной трудностью. Специфика социальных отношений в науке, как оказалось, принципиально не допускала структурного отображения в чисто социологических категориях. Структура научной профессии, как и разделения научного труда, определяется строением научного знания, в различных своих ипостасях выступающего одновременно в качестве исходного сырья, средства труда, технологии и продукта научной деятельности. Ввести в социологическую концепцию эту в общем-то простую посылку оказалось нелегко. Для этой цели заведомо не подходили натуралистические формы представления знания, сложившиеся в истории науки, — они предполагали в качестве предварительного условия оценку каждого фрагмента знания и определение его места в теоретической системе со стороны специалистов. Такое условие в принципе невыполнимо для актуально существующих динамических совокупностей знания. Столь же мало соответствовали задаче социологии науки и идеализированные представления знания, какими они в то время были в социологии знания (интерпретация научного знания в терминах идеологии) и в методологии науки (саморазвитие в социальном вакуу-

уме отдельных теорий, некоторым необязательным образом связанных с эмпирическими совокупностями).

Путь, выбранный социологией науки (учитывая содержательное расширение предмета, здесь уже более уместно говорить о науковедении), состоял в том, чтобы, не отказываясь от представления о научном знании, заменить его гомогенное, «точечное» изображение более сложной картиной, целостность которой подкреплялась бы сведениями о ее организации. Для этого, во-первых, было сохранено и развернуто представление о знании в ценностно-нормативной системе научной профессии. Это представление выступает как ценностный ориентир при подготовке научного пополнения, а также нормирует действия экспертов при оценке вклада в знание: его новизны, оригинальности, плодотворности и т. п. Речь, таким образом, идет о некоем идеале, организационное развертывание которого несовместимо с его природой и функциями в данной системе.

Поэтому, когда встал вопрос о поиске изображения научного знания как объекта взаимосвязанной и профессионально технологизированной деятельности членов научного сообщества, то, с учетом всего сказанного ранее, в выборе такого изображения решающим фактором стало наличие исторического опыта. Таким опытом обладала сложившаяся вместе с наукой Нового времени и в этом смысле уникальная в мировой истории система регистрации, хранения, организации и передачи научного знания, или (в современных терминах) система научной информации и коммуникации. Вещественной основой этой системы, ее субстратом, выступает совокупность научных публикаций, документов, писем, материалов научных собраний, фиксированных данных об устных профессиональных контактах и т. д.

Мы не случайно, не к слову, используем здесь термин «система»: он отражает методологическую специфику науковедческой позиции. Дело в том, что указанная совокупность письменных свидетельств научной деятельности является исходным материалом для любой концепции науки. Теоретические реконструкции методологии науки, историко-научные построения и оценки, философские размышления, наблюдения теоретиков научного творчества — все это базируется исключительно на сведениях, взятых из корпуса письменных свидетельств. Этот корпус интересует представителей всех перечисленных дисциплин не как объект, а как неупорядоченная совокуп-

ность относительно изолированных данных, содержание и ценность которых для современников никоим образом не связаны с формой их регистрации в корпусе свидетельств. Поэтому выбор данных (сырьё для будущих концепций) произволен и неререфлективен, а их последующая организация и приспособление к предмету соответствующей дисциплины не зависит от источника сведений, который чаще всего вообще не упоминается.

Науковедение, которое также рассматривает корпус письменных свидетельств как главное вместилище научного знания, обращает, однако, главное внимание на системные характеристики этой совокупности, на механизмы, обеспечивающие ее целостность и организованность. Соответственно предполагается и различие форм существования знания не только по их содержательным (физика, биология, химия...) и типологическим (теоретическое, эмпирическое, учебное и т. п.) особенностям, но и по их организационным функциям в системе. Ранее (см. [10]) уже описывалась роль научной публикации и ее отдельных эшелонов (статей, монографий, обзоров, учебников и т. п.) в поддержании целостности и организованности системы знания в научных дисциплинах при постоянном обновлении его содержания.

Для действия этой системы, а соответственно и для ее адекватного отображения и исследования, решающую роль играет представление о переднем крае. Во-первых, передний край исследований выступает источником новых результатов, обеспечивающих постоянную деятельность системы. Во-вторых, он задает ее временные координаты, так как ступени организации знания (эшелоны публикаций от статей до учебников) находятся в совершенно определенной последовательности относительно переднего края¹.

Все это дает основание утверждать, что с точки зрения организации знаний мы можем наблюдать в развитии науки два различных процесса, в чем-то аналогичных онтогенезу и филогенезу в биологии. Онтогенетический процесс локализован между передним краем и, скажем, эшелоном учебников. В ходе этого процесса знание, научное по определению (результат научного исследования, находящийся в некоторой связи с другими результатами и компо-

¹ В настоящее время имеется уже достаточно эмпирических наблюдений, чтобы определить абсолютные временные интервалы, отделяющие публикации каждого эшелона от переднего края.

нентами дисциплинарного знания), превращается в знание, научное по истине (встраивается в структуру основополагающих теоретических и нормативно-ценностных представлений данной дисциплины). На этом онтогенез заканчивается — результат прекращает свое изолированное существование, утрачивает свои генетические связи с исследованием, с позицией индивидуального автора или некоторой научной группировки. Он становится научным фактом (законом, эффектом, константой, переменной и т. п.), связанным только с другими элементами научной системы, элементом вечного (на сегодняшний день), точного научного знания. Он теперь не может быть вычеркнут, опровергнут, модифицирован или даже оценен сам по себе. Любое действие с ним, любое его изменение может происходить только в рамках филогенеза как изменение системы знания, к которой принадлежит данный элемент.

Эффективность и плодотворность разведения двух качественно различных систем организации и развития научного знания были косвенно подтверждены и попытками встроить эти представления в традиционные изображения науки (куновская парадигматика, методология исследовательских программ и т. п.), что каждый раз приводило лишь к кратковременным, хотя и довольно бурным всплескам интереса к данной тематике, за которыми, однако, не следовало какого-либо радикального пересмотра базовых представлений.

Для развития же науковедческих исследований описанное различие онто- и филогенетического процесса развития научного знания имеет фундаментальное значение, хотя отдельные направления науковедения изучают процессы только или преимущественно одного вида. Так, наиболее интенсивные попытки развернутых исследований внутри научной обработки знания (в наших терминах — его онтогенеза) регулярно предпринимаются в рамках информационного подхода к науке. Объектом этих исследований являются не отдельные фрагменты знания, а информационные потоки, характеризующие, как правило, состояние некоторой предметной области или дисциплины. Позже мы более подробно обсудим методологию и методы информационного подхода, а пока рассмотрим главным образом его теоретические предпосылки.

В основе информационного подхода лежит простая кибернетическая схема информационного канала с обратной связью. На вход поступает поток информации с переднего края исследований, внутри располагается последователь-

ность фильтров, отделяющих сигналы от шума (т. е. исключая дублирующие и малоценные работы), на выходе получается чистый информационный прирост — вклад в массив удостоверенного многоступенчатой экспертизой научного знания, качество и содержание которого воздействует на состояние переднего края исследований. Объектом эмпирического исследования при этом выступает изменение информационного потока внутри системы, утверждения об источнике информации (передний край) и о действии обратной связи делаются из общих теоретических соображений.

Модель информационного канала успешно используется для статистического отображения динамики научного знания, а многие ее результаты эффективно применяются при создании практически ориентированных систем накопления, хранения и распространения научной информации. Несомненно и то, что, характеризуя процессы, которые описывает модель, социологи и ученые вполне обоснованно используют термины «экспертиза», «отбор», «оценка» и т. п. Обоснованно, если говорить о сходстве конечного результата, но ни в коем случае не о сходстве содержания деятельности, приводящей к этому результату. Экспертиза, отбор и оценка научной публикации в любом эшелоне принципиально отличается по своим целям и направленности от деятельности заводского ОТК, экспертной оценки проекта, работы конкурсной комиссии или комитета по присуждению премий.

Анализ и оценка содержания ранее опубликованных работ никогда не выступает целью ученого — это только одно из средств сделать собственный творческий вклад в знание, предлагая новые способы его организации и интерпретации. Результат оценки является для автора своего рода побочным продуктом (объективное сравнение научной ценности основного и побочного продуктов — дело будущего). Помнить об этом для исследователя науки важно по ряду причин. Рассмотрим пока только две из них.

Во-первых, отбор содержания публикаций для аналитической оценки определяется не неким абстрактным представлением, эталоном важности и полезности, а научными интересами конкретного ученого в конкретный момент времени, когда господствуют не менее конкретные представления о важности или перспективности того или иного направления в разработке проблематики. Предположение о том, что совокупность интересов всех членов научного сообщества достаточно полно и равномерно пе-

рекрывает содержательное поле публикаций, а следовательно, что все публикации массива подвергались одинаково интенсивной процедуре оценки, такое предположение никогда не подвергалось серьезной проверке. Между тем следов оценки довольно большой части публикаций (в некоторых дисциплинах — до половины журнальных статей), т. е. каких-либо упоминаний, что их хотя бы читали, вообще не существует. Содержание этих публикаций не оказывает явного влияния на актуальное существование научного знания. В какой степени, однако, причиной отсева является потенциальная бесплодность публикаций «отсеянной» группы и в какой степени величина отсева демонстрирует издержки сложившегося способа экспертизы, на этот вопрос убедительного ответа пока нет. Несложно задним числом привести примеры того, что среди «отсеянных», не вошедших в научный оборот публикаций в свое время оказались объективно очень ценные, подчас гениальные работы. Среди них статьи Лобачевского, Менделя, Эвери, Черенкова и др. Историческая справедливость относительно этих работ и их авторов была восстановлена, но факт остается фактом — в момент опубликования работ развитие соответствующих дисциплин прошло мимо их содержания. Все это, однако, единичные свидетельства, так как систематических исследований этой проблемы со статистическим подкреплением пока неизвестно.

Во-вторых, наряду с указанной «временной» локализацией экспертизы важную дискриминирующую роль играет «пространственная» локализация онто- и филогенетического процесса развития научного знания. Систематической научной экспертизе подвергаются только те сведения о работе с объектом, которые попадают внутрь корпуса дисциплинарной публикации. Минимально упрощая ситуацию, можно утверждать, что все, что не появилось в эшелоне статей, не может быть оценено с позиций системы дисциплинарного знания. С другой стороны, «досистемный» генезис информации об объекте не имеет решающего значения, идет ли речь о результате целенаправленного исследования сформулированной в дисциплине проблемы, о побочном результате прикладной разработки, открытия в другой сфере науки и т. д. Именно в этой зоне, по времени предшествующей зоне журнальных публикаций, располагаются и регистрируются феномены, обычно относимые к переднему краю исследований.

Таким образом, «вход» в систему дисциплинарной публикации образует естественную границу между двумя

сферами организации знания и связанной с ним деятельности. По одну (внутреннюю) сторону этой границы индивидуальная и групповая деятельность ученых, каковы бы ни были ее конкретные характеристики (цели, мотивы, формы взаимодействия и т. д.) в каждом конкретном случае, приобретает системное значение тогда и постольку, когда и поскольку ее результаты оказывают влияние на содержание и динамику знания дисциплины. Система организации знания (структура и взаимосвязь процессов онто- и филогенеза знания) при этом достаточно стабильна во времени и универсальна в различных дисциплинах ².

С другой (внешней относительно дисциплинарной системы) стороны границы, т. е. на переднем крае, организация знания уже не задается состоянием дисциплинарной системы, а отражает принципиально иную функцию знания — интеллектуальное обеспечение исследований, прагматика которых в свою очередь определяется теми более широкими областями научной и/или практической деятельности, в которые включены исследования. С этой точки зрения даже фундаментальные исследования в отдельной дисциплине (если они не сводятся к теоретической критике, реорганизующей исключительно имеющееся содержание) — наиболее чистый и довольно редко встречающийся случай — проводятся, как правило, с учетом идей и методов, наработанных в других областях, и с использованием экспериментальной и вычислительной техники в сотрудничестве с соответствующими специалистами. При этом предсказать заранее, какая именно группа результатов (содержательная, методическая, техническая) и для какой именно группы специалистов окажется особенно ценной, невозможно даже в подобных относительно простых случаях.

В связи со всем изложенным можно сделать вывод, что изучение организации знания на переднем крае следует

² В частности, только благодаря уверенности в стабильности и универсальности системы появляется возможность строить относительно нее идеальные объекты, скажем, методологии науки (научная теория), мертоновской социологии науки (вклад в научное знание), истории науки и других направлений исследования, радикально различающихся по содержанию, но совпадающих в одном — все они относят свои утверждения к дисциплинарно организованной науке Нового времени. Лишь такая убежденность позволяет без каких-либо специальных доказательств на уровне очевидности принимать неявную посылку о том, что дисциплина равна дисциплине, а факт равен факту, хотя один из них описывает событие из развития энтомологии второй половины XIX в., а другой — событие из развития квантовой электроники.

вести с совершенно иных позиций, а во многом и на совершенно ином эмпирическом материале, нежели исследование организации дисциплинарного знания. Эти позиции, связанные с ними возможности и перспективы, проблемы выбора и группировки эмпирических феноменов — все это мы постараемся хотя бы в первом приближении обсудить в следующем разделе статьи.

2. ОСОБЕННОСТИ ЗАДАЧИ И ПРЕДМЕТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Проделанная работа на первый взгляд не приблизила нас непосредственно к решению вынесенной в заголовок статьи проблемы и дала только отрицательный результат. Действительно, она продемонстрировала предметную ограниченность представлений о дисциплинарной организации научного знания, необоснованность их претензий на универсальность, наконец, их принципиальную непригодность для концептуального отображения организации знания на переднем крае науки. Более того, мы могли убедиться, что исследовательская деятельность на переднем крае задумывается и осуществляется в связи с самыми различными научно-практическими событиями и процессами, так что было бы заведомо бесперспективно интерпретировать всю их совокупность как деятельность по получению и обработке нового научного знания. Таким образом, первым вопросом, от ответа на который зависит теоретическое оправдание всего исследования, является вопрос о том, может ли быть проблема организации научного знания выделена из слабодифференцированной совокупности организационных проблем (организация исследовательского труда, прогнозирование и планирование исследований, связи между исследованиями различных типов и практикой и т. д. и т. п.), и далее, в случае положительного ответа на эту часть вопроса, — можем ли мы подкрепить умозрительную постановку проблемы соответствующей интерпретацией уже имеющегося исследовательского опыта и материала.

Как представляется, у нас есть основания положительно отвечать на вопросы такого рода, хотя эти ответы требуют определенного расширения сложившихся представлений. Главное из этих расширений относится к традиционному представлению о научном знании. Так, если мы считаем, что научным знанием является только то, что актуально опубликовано в массиве дисциплинарной пуб-

ликации, то вопрос о научном знании переднего края не может иметь места по определению. С другой стороны, если мы станем относить к научному знанию все те сведения, которые потенциально могут попасть когда-либо в массив дисциплинарной публикации и тем самым в дисциплинарную экспертизу, то представление о научном знании станет неограниченным и потеряет всякую определенность. Поэтому в науковедении и социологии науки ввели в определение научного знания переднего края коммуникационную компоненту — научным знанием переднего края считаются те предварительные результаты исследований, которые участники исследований в устной или письменной форме публикуют и обсуждают в этом качестве в связи с теми или иными содержательными проблемами своей работы. Такие обсуждения направлены на выявление актуальной ценности обсуждаемого результата для работы на переднем крае и не предполагают генетической связи обсуждаемого знания со знанием какой-либо определенной дисциплины, равно как их обсуждение не служит условием обязательной последующей публикации обсуждаемого результата в каком-либо определенном дисциплинарном журнале.

Однако, расширив определение научного знания подобным образом, мы неизбежно приходим к существенному сдвигу акцентов в понимании предмета изучения в целом. Если, говоря о дисциплинарной организации знания, мы рассматривали экспертизу (в том числе и коммуникацию) как обобщенное средство поддержания и развития системы дисциплинарного знания, организованной по собственным законам, то теперь, говоря о переднем крае, мы рассматриваем коммуникацию (значительная роль внутри которой отводится все той же экспертизе) уже как определяющий признак научности знания вообще. Это различие становится особенно заметно в организационном плане. До тех пор пока научное знание дано нам через сведения о коммуникации по его поводу, мы не в состоянии отделить в этой синкретической картине элементы, характерные именно для организации знания, от организационных особенностей, связанных с разделением труда, техникой коммуникации, величиной и статусом конкретного исследовательского сообщества и другими организационными характеристиками коммуникации, не имеющими прямой связи с ее содержанием.

Несмотря на все перечисленные трудности (мы еще вернемся к их анализу в дальнейшем), исследования на-

учной коммуникации, проводимые в русле различных отраслей наукоедения, дают интересный материал о состоянии дел на переднем крае. Ценность этого материала значительно повышается за счет того, что в ходе изучения коммуникации было зарегистрировано наличие достаточно устойчивых, типичных именно для переднего края коммуникационных структур, событий и процессов. Это позволяет предполагать в развитии коммуникации определенные закономерности, а не простую ситуативную обусловленность каждого отдельного события.

В частности, весьма существенной для нашей темы является информация о *временной глубине* переднего края. Исследования в различных дисциплинах показывают, что после того момента, когда некоторый фрагмент знания попадает в систему коммуникации на переднем крае (первое сообщение на внутреннем семинаре подразделения), затем проходит все стандартные коммуникационные события и, наконец, выводится из системы коммуникации (его обсуждение прекращается по любой причине), протекает порядка двух лет. Эта величина может быть существенно меньше, если качество результата удастся определить сразу, но она крайне редко превышает. Эта сравнительно небольшая глубина переднего края свидетельствует об очень интенсивном процессе содержательного изменения обсуждаемой проблематики. Оба эти обстоятельства (небольшая глубина и интенсивность изменений) создают существенные трудности для исследователей переднего края. Эти трудности легче всего заметить на примере исследований научной коммуникации, которыми во многом исчерпывался опыт целенаправленного изучения феноменов переднего края.

Социологи науки, проводившие эти исследования, полностью игнорировали содержательные моменты, т. е. проблемы знания в исследуемых областях науки, и оперировали такими аналитическими средствами, как число и направленность контактов, масштаб коммуникационных событий, плотность и строение сетей коммуникации (кругов общения) и т. п. Синхронное обследование переднего края с помощью этих средств давало только один результат — получаемые данные свидетельствовали о том, что интенсивность и структурная плотность коммуникаций распределяются неравномерно внутри довольно широкого диапазона крайних значений. Каким-либо образом упорядочить такого рода результаты за счет долговременного наблюдения оказалось крайне трудно по ряду причин.

Сплошное наблюдение за передним краем, скажем, национальной науки невозможно из-за огромной величины требуемых ресурсов, громоздкости методик исследования и т. п. Поиск некоторой фундаментальной аналитической единицы, на материале которой можно было бы поставить все главные задачи теоретического упорядочения результатов исследования (некого методологического аналога понятию научной дисциплины в системе знания), социологическими методами не давал результатов. Поэтому в большинстве исследований научной коммуникации представления о подобных единицах обычно заимствовались без существенных социологических уточнений из других направлений исследования, и чаще всего из истории науки. На этом пути были достигнуты и наиболее впечатляющие результаты.

Самый удачный прорыв, который удалось осуществить социологии научных коммуникаций, связан с эмпирической проверкой гипотезы о «невидимом колледже» (см. [6; 7]). Согласно этой гипотезе, состояние дел в некоторой области исследований (представление без каких-либо социологических уточнений заимствовано из истории науки) эффективно контролируется небольшой элитной группой в несколько десятков человек наиболее продуктивных ученых. Участники этой группы, являясь членами редколлегий, программных комитетов и т. п., определяют содержание и направленность формальных средств коммуникации в области, а будучи связаны между собой постоянными неформальными контактами, выполняют своего рода посреднические функции и обеспечивают эффективное профессиональное общение практически всех членов сообщества [5].

Специальные исследования дали надежные эмпирические подкрепления существования подобных структур в качестве важнейшего функционального элемента организации всех изученных научных сообществ. Вместе с тем исследования показали, что коммуникационная активность «невидимых колледжей» может, во-первых, варьировать от преимущественного контроля за формальными средствами коммуникации до наиболее активных ее форм, когда структуры интенсивной коммуникации сливаются с организационными институтами и превращаются в последние (дисциплины, институты, лаборатории, кафедры и т. п.). Во-вторых, исследования «невидимых колледжей» показали наличие в этих процессах совершенно определенных структурных и количественных закономерностей.

Продемонстрировав эффективность социологических методов изучения переднего края, работы по научным коммуникациям одновременно показали и ограниченность этих методов в ряде ключевых проблем организации переднего края. Надежная регистрация «невидимых колледжей» оказывалась возможной в тех и только тех случаях, когда осуществляемая благодаря им неформальная коммуникация достигала определенного уровня интенсивности. При этом условии наличие «невидимого колледжа» в фазе вялой, преимущественно формальной коммуникации реконструируется задним числом. Между тем эта фаза, как свидетельствует ее название («нормальная фаза»), представляет собой наиболее распространенную форму организации переднего края и может продолжаться неопределенно долго, в отличие от фаз интенсивной коммуникации, последовательность и продолжительность которых носят фиксированный характер. Более того, переход от «нормальной фазы» к более интенсивным и структурированным формам происходит в связи с событиями содержательного, когнитивного плана (появлением новой идеи, перспективной интерпретации, неожиданного эмпирического факта и т. д.), т. е. феноменами, которые в принципе находятся за пределами социологического анализа. Таким образом, мы в очередной раз убеждаемся, что изучение организации переднего края науки, как бы ни понимать эту организацию, требует разработки набора косвенных характеристик, позволяющих исследовать научное знание.

Как одну из наиболее развитых попыток усилить эту сторону изучения переднего края науки можно рассматривать деятельность представителей так называемой «когнитивной социологии науки (знания)», отдельные группы которой выступают под различными флагами («эмпиризм», «конструктивизм», «релятивизм» и т. п.) (см. об этом [3]). Объектом исследования при этом являются высказанные в ходе научного общения или в специально проведенных опросах мнения (суждения, интерпретации, оценки) ученых по поводу определенных событий, существенных для развития знаний в той или иной научной области. Таким образом, речь и здесь идет, по сути дела, об исследовании научной коммуникации, включая ее опосредствованные формы. Однако в фокусе внимания оказываются теперь не организационные особенности профессионального общения, а позиции участников относительно научного знания, выявляемые в ходе анализа коммуникаций.

В некотором особенно интересном для нашей темы смысле можно говорить о том, что в работах по когнитивной социологии науки рассматривается один из планов организации знания на переднем крае, а именно, *вовлеченность научного знания в деятельность ученых*. Сразу же отметим, что подобная задача не ставится самой когнитивной социологией науки, и, следовательно, наш дальнейший анализ предполагает определенную интерпретацию ее понятий. Такая оговорка тем более необходима, поскольку определения этих понятий крайне размыты, а их русские эквиваленты выбираются далеко не всегда удачно³.

Центральным представлением, задающим поле исследования во всех направлениях когнитивной социологии науки, является представление о дискурсе. *Дискурс* — понятие заимствовано из лингвистики текста и концепций лингвистической философии — означает, во-первых, тематически ограниченную речевую ситуацию, предполагающую заинтересованную активность всех участников, и, во-вторых, любую совокупность высказываний (суждений, оценок) участников по поводу основной темы дискурса. Темой научного дискурса является некоторое когнитивное событие: идея, догадка, гипотеза и т. п., еще не подкрепленная разработанным концептуальным аппаратом или систематизированной эмпирией, но в то же время представляющаяся участникам достаточно значимой и требующей обсуждения. Иными словами, речь идет о некотором специальном образом выделенном фрагменте знания, вполне типичном для неустойчивой, динамически ориентированной ситуации переднего края.

Участники дискурса — специалисты в данной узкой области, обладающие одной и той же совокупностью «*цехового знания*» (craft knowledge), на которое они ссылаются. Соответственно различие суждений обусловлено социально-психологическими факторами в широком смысле слова (личным исследовательским опытом, доверием или недоверием интуиции автора идеи, принадлежностью к той или иной исследовательской «команде», соображениями о перспективности подвергающихся сомнению установок), а не научными аргументами в традиционном их понимании.

³ Читатель, специально интересующийся содержанием работ в этой области социологии, может получить общие сведения о нем и библиографические справки в редакционном послесловии к [3].

Развитие дискурса (в тех случаях, когда оно имеет место) происходит как формирование *консенсуса* — согласия всех или некоторой группы участников дискурса с определенной интерпретацией темы. Необходимо отметить, что консенсус как личное убеждение каждого члена группы принципиально отличается от конвенции как результата договора, внешним образом нормирующего поведение участников. Формирование консенсуса предполагает установление определенных связей как между позициями участников (через тему дискурса), так и между темой дискурса и содержанием знания данной специальности (цеховым знанием).

Таким образом, предпринятая нами интерпретация понятийного каркаса когнитивной социологии науки, с одной стороны, подкрепляет наши интуитивные представления о специфике научного знания на переднем крае науки, а с другой — существенно дополняет результаты исследований научной коммуникации. С методологической точки зрения особенно важно, что при этом рассмотрении удается нащупать некий общий принцип, сохраняющий целостность представления о научном знании как объекте исследования в условиях переднего края. Таким принципом оказывается обобщенное представление о прагматике знания на переднем крае, т. е. о его вовлеченности в научную деятельность. Успешная реализация этого принципа означала бы, что при изучении научного знания мы можем отвлекаться от конкретных характеристик научной деятельности (тема гораздо более широкая и многоплановая) и привести предмет исследования в строгое соответствие с его задачей.

Опираясь на названный принцип, мы можем следующим образом представить актуально существующие в каждый отрезок времени формы организации научного знания на переднем крае. Общим для всех участников некоторой условной классификационной единицы переднего края выступает совокупность «цехового знания», которая в данный момент представляет собой сплав дисциплинарного знания, актуализированного потребностями текущих исследований, и нового когнитивного содержания, полученного в ходе исследований и еще не прошедшего дисциплинарной экспертизы.

Объем этой исходной совокупности регулируется темпом приращения результатов и, соответственно, передачей их части на дисциплинарную экспертизу. Что же касается внутренней динамики знания переднего края, то

она осуществляется за счет прагматической неравновесности отдельных фрагментов: некоторые из них становятся объектом интенсивного обсуждения (дискурс), причем часть из них интегрируется в структуре цехового знания (консенсус).

Прагматическая интерпретация, на наш взгляд, вводит своего рода систематику в представления когнитивистов и социологов научной коммуникации. Однако на умозрительном уровне такого рода объяснения «от принципов» не представляют большой ценности, так как главная цель любой систематики — это не объяснение само по себе, а эффективное упорядочение эмпирического материала для его последующего теоретического анализа.

С этой точки зрения совсем не простым делом оказывается выбор эмпирического объекта, представляющего исходную совокупность знания переднего края (в терминах когнитивистов, цеховое знание). И в исследованиях коммуникации, и в когнитивной социологии науки этот уровень организации знания предполагается, но ни в одном из указанных направлений он не представлен в явном виде. Рассмотрим, однако, под этим углом зрения исследование научной информации.

Основным объектом исследования и практической деятельности в системах научной информации является документальный информационный поток (ДИП), т. е. динамическая совокупность постоянно поступающих на вход системы документов. В этом смысле ДИП, конечно не может выступать аналогом цехового знания. Обратим, однако, внимание на то обстоятельство, что вся работа с научной информацией ДИПа подчинена прагматическому принципу, общему для систем информационного обслуживания вообще. Конечной целью действия этих систем (их организации и классификации, схемы поиска, выбора форм представления результатов и т. п.) является удовлетворение информационных запросов отдельных групп потребителей. Одной из таких групп являются работающие на переднем крае исследователи. Соответственно вся обработка информации для данной группы потребителей может рассматриваться как стремление обеспечить максимальную вовлеченность информации в деятельность ученых [4].

Синхронный срез состояния ДИПа может рассматриваться в качестве своего рода информационного фронта, в организации содержания которого главная роль отводится решению классификационных задач. Основной еди-

ницей классификации выступает предметная область, в определении которой формализованные и экспертные представления о семантической общности документов сочетаются с оценкой общности информационных потребностей у отдельных групп пользователей. Поэтому предметная область не совпадает полностью с какими-либо традиционными формами научного знания (дисциплиной или ее подразделениями). Содержание предметной области представлено в ее описании с помощью тезауруса, специальным образом организованного и контролируемого словаря ключевых терминов. Соответствие ключевых слов отдельного документа с содержанием тезауруса служит одним из оснований для определения места работы в классификации, а впоследствии — для формирования поискового образа информационного источника [14].

Нужно сказать, что с использованием тезаурусных представлений знания в науковедении связывается довольно широкий спектр идей (см. напр. [12]). Уточняя в этой связи свою позицию, отметим, что нас вполне удовлетворяет понимание тезауруса, традиционно сложившееся в работах по научной информации. Особое значение для нашей задачи приобретают следующие свойства тезауруса. Во-первых, тезаурус некоторым специальным образом отражает полное содержание той или иной предметной области, проводя ее границы. Во-вторых, тезаурусная форма представления знания предполагает анализ и, в случае необходимости, совершенствование тезауруса как в техническом отношении (специалистами по информации), так и в семантическом отношении (экспертами-специалистами соответствующей предметной области). В практической эксплуатации систем научно-технической информации подобное сотрудничество осуществляется регулярно. В-третьих, работа по формированию тематических тезаурусов в значительной мере технологизирована и широко опирается на использование вычислительной техники. Благодаря этому обработка первичных документов и выполнение стандартных аналитических процедур осуществляются достаточно оперативно при широкой программной поддержке.

Вернемся теперь к основной теме данной статьи. Ранее, рассматривая имеющиеся сведения об организации знания переднего края, мы отмечали относительно небольшую глубину этого слоя знания (порядка 2-х лет) и трудности дифференциации отдельных участков переднего края, выделения их для подробного изучения. Именно

поэтому надежная фиксация объекта, оперативность обработки данных о нем и эффективный доступ к семантике являются необходимыми условиями квалифицированного исследования феноменов переднего края.

Однако практическая эффективность перечисленных условий может проявиться только в том случае, если удастся найти эмпирический объект, на котором выполнение этих условий и других методологических требований может привести к значимому познавательному результату. Поскольку работа в существенной своей части предполагает формирование тезауруса, искомый эмпирический объект должен с достаточной полнотой представлять знание переднего края в масштабах предметной области. В общем случае речь идет о совокупности отражающих знание переднего края документов (в отдельных случаях это могут быть протоколы направленных устных опросов), «возраст» и адресность которых ориентированы на потребности проводимых исследований в большей степени, нежели на будущую транспортировку содержания в дисциплинарные системы знания.

Естественно, на начальном этапе работы главное внимание следует уделять достаточно широким первично организованным совокупностям документов типа материалов конференций, крупных научных программ и т. п.; на следующих этапах список используемых материалов может быть расширен за счет препринтов, отдельных сообщений и других источников. Существенным аргументом в пользу такой последовательности действий является возможность быстро и эффективно уточнить границы предметной области и ее основные подразделения путем обращения к экспертам, имена которых легко определить в документах подобного рода. В результате мы получаем объект, представляющий собой синхронный срез знания переднего края, относящегося к определенной предметной области и приведенного к определенной дате.

Процедура выделения ключевых слов из текста и заголовка работ достаточно хорошо проработана, ряд нетривиальных в содержательном отношении проблем, связанных с этой работой, лучше обсуждать уже непосредственно при постановке эмпирического исследования. Общий список ключевых слов нормируется путем составления тезауруса: снимаются синонимия и омонимия, отдельные термины и их группы снабжаются соответствующим набором дескрипторов, которые могут, например, давать информацию об использовании данного термина в данном

содержательном контексте (теория, методология, описание параметров эмпирических данных и т. п.).

Наличие тезауруса открывает возможность использовать статистические методы, широко и плодотворно применяемые современной информатикой. Так, например, крайне существенным выглядит вопрос о возможности проверить статистическими методами лексическую целостность и структурность «текста», представленного данным списком слов [1], а также ряд других параметров обследуемой совокупности знания.

Значительный интерес представляет переход на следующий уровень организации знания, а именно, интерпретация неравномерностей в частоте употребления отдельных ключевых слов как показателя их различной вовлеченности в исследовательскую деятельность. Выделение некоторой пороговой частоты как указания на наличие «дискурса» выглядит вполне резонной, но должно быть проверено в конкретных случаях методами когнитивной социологии науки и социологии коммуникаций. Крайне важно, что такая перекрестная проверка может проводиться на заведомо аутентичном объекте.

С методологической точки зрения не видно принципиальных трудностей и в установлении структурных связей между терминами и через их совместное использование в информационных источниках, как и в установлении связей между такими источниками (переход от «дискурса» к «консенсусу»). Такого рода методы разработаны и широко применяются для анализа сетей цитирования, а в отдельных случаях и для анализа словарного материала [2; 8; 9].

Разумеется, все высказанные положения основаны на определенных интерпретациях и гипотетических аналогиях. Основные теоретико-методологические аргументы в их пользу мы постарались хотя бы конспективно привести в тексте статьи. Подкрепить или опровергнуть выдвинутую в ней позицию могут в первую очередь результаты эмпирических исследований.

* * *

В заключение можно сказать, что анализ проблем организации научного знания на переднем крае науки дал следующие, во многом предварительные результаты.

1. Дисциплинарная организация знания, обычно рассматриваемая как универсальная форма организации научного знания вообще, функционирует как единство

процессов онтогенетического развития (обработка отдельного исследовательского результата в ходе экспертизы) и филогенетического развития всей системы за счет интеграции новых компонентов. Благодаря этому вся деятельность внутри научной дисциплины может быть описана как имманентное функционирование системы знания.

2. Результаты науковедческих исследований свидетельствуют, что организационные образцы, на которых зиждется дисциплинарная система, не могут определять эффективную организацию знания на переднем крае, так как для нее характерны: 1) очень небольшая хронологическая глубина; 2) принципиальная зависимость содержания знания от прагматики исследовательской ситуации; 3) организационная ориентация на структуру исследований, а не на дисциплинарную структуру науки.

3. Опыт показывает, что утверждение наличия неразрывной связи между исследовательской деятельностью и организацией знания на переднем крае само по себе недостаточно для конструктивного продвижения в систематическом изучении этой проблематики. В данной работе предлагается общий методологический принцип для исследования этой темы — различение знания по степени его вовлеченности в деятельность ученых. Использование этого принципа позволяет дать единую интерпретацию основных направлений науковедения, исследующих передний край, выделить в организации знания переднего края характерные структуры и продемонстрировать возможности эмпирической проверки выдвинутых утверждений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Арапов М. В.* Системный анализ лексической структуры текста // Системные исследования. Методол. пробл.: Ежегодник, 1980. М., 1981.
2. *Гарфилд Ю., Мейлин М. В., Смолл Г.* Данные о цитировании публикаций как показатель состояния науки // Социальные показатели в системе научно-технической политики. М., 1986.
3. *Гилберт Д., Малкей М.* Открывая ящик Пандоры: Пер. с англ./ Под ред. А. Н. Шамина и Б. Г. Юдина. М., 1987.
4. *Горькова В. И.* Системное исследование документального информационного потока // Системные исследования. Методол. пробл.: Ежегодник, 1979. М., 1980.
5. *Дюментон Г. Г.* Сети научных коммуникаций и организация фундаментальных исследований. М., 1987.
6. Коммуникация в современной науке. М., 1976.
7. Научная деятельность: структура и институты. М., 1980.

8. *Маршакова И. В.* Классификация документов на основе лексики (по ключевым словам документа) // НТИ. Сер. 2. 1974. № 5.
9. *Маршакова И. В.* Система коммуникации в области знания // Системные исследования. Методол. пробл.: Ежегодник, 1980. М. 1981.
10. *Мирский Э. М.* Взаимосвязь наук и взаимодействие научных дисциплин // Дисциплинарность и взаимодействие наук. М., 1986. Гл. IX.
11. Наука о науке. М., 1966.
12. *Петров М. К.* Когнитивно-лингвистические аспекты дисциплинарной организации научной деятельности // Дисциплинарность и взаимодействие наук. М., 1986. Гл. VII.
13. *Сторер Н.* Социология науки // Современная американская социология. М., 1972.
14. *Черный А. Н.* Общая методика построения тезаурусов // НТИ. Сер. 2. 1986. № 5.

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ЧЕЛОВЕКА В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

О. И. ЛАРИЧЕВ, Е. М. МОШКОВИЧ, С. Б. РЕБРИК

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одним из наиболее важных вопросов в широкой области человеческой деятельности — принятии решений — является вопрос о возможностях и ограничениях человеческой системы в переработке информации. Многочисленные работы (см., например: [11; 12; 13]) свидетельствуют о том, что люди плохо справляются со многими задачами принятия решений, демонстрируют неустойчивость предпочтений, ошибки, противоречия. Вместе с тем существуют простые задачи принятия решений, с которыми человек явно справляется. Возникает вопрос: имеется ли «граница», отделяющая одни задачи от других, и если да, то чем она определяется?

Ответ на этот вопрос имеет принципиальное значение. Прежде всего потому, что в настоящее время идет дискуссия о фактических возможностях человека в задачах принятия решений, о корректности тех или иных экспериментов, о неоднозначности толкования тех или иных результатов. Появилось даже представление о «двух лагерях» в рациональности [6].

Наряду с этим авторы многочисленных работ, демонстрирующих ограниченные возможности человека в задачах принятия решений (среди них такие известные ученые, как Г. Саймон и А. Тверский), не дают полного и убедительного объяснения наблюдаемому поведению людей.

Объектом исследования мы выбрали широко распространенные на практике задачи классификации человеком многомерных ситуаций. Аналогичные задачи решает руководитель программы проведения научных исследований и разработок, принимая решения о включении в программу тех или иных проектов. С этими задачами сталкивается врач, решающий, какая болезнь у пациента при наличии определенной совокупности диагностических признаков; инженер, устанавливающий характер неисправности в сложной технической системе при наличии определен-

ной совокупности дефектов в ее функционировании; покупатель в магазине, разделяя интересующие его товары на два класса — заслуживающие или не заслуживающие дальнейшего рассмотрения. В последние годы эта же задача появилась при построении баз знаний в экспертных системах. Во всех этих примерах человек решает задачу отнесения объекта, имеющего совокупность характеристик (оценки по многим критериям), к одному из нескольких классов решений. Иначе говоря, человек осуществляет многомерную экспертную классификацию. Отметим, что, несмотря на большую распространенность и практическую важность этих задач принятия решений, они не подвергались ранее систематическому исследованию.

ОБЩАЯ СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В работе представлены результаты двух серий экспериментов, в которых мы исследовали поведение четырех групп испытуемых: студентов старших курсов, старшеклассников, членов издательского совета крупного НИИ, врачей, участвующих в построении экспертных систем. Предполагалось, что сложность задачи экспертной классификации зависит от параметров задач — числа критериев, числа оценок на их шкалах, числа классов решений. Была выдвинута гипотеза, что поведение людей может измениться при определенном увеличении того или иного параметра задачи. Сложность задачи классификации в каждом из экспериментов определялась тремя следующими параметрами: числом критериев (признаков, характеристик) N , описывающих оцениваемые объекты; числом оценок $W_i (i = 1, \dots, n)$ на порядковых шкалах этих критериев (оценки упорядочены от лучшей к худшей); числом классов решений P , к которым следует отнести рассматриваемые объекты.

Все возможные сочетания оценок по разным критериям определяют полное множество возможных описаний объектов. В каждом из экспериментов, кроме последнего, испытуемому предлагалось оценить все возможные объекты, отнеся каждый из них к одному из заданных классов решений. Как пример, рассмотрим одну из задач, решавшихся студентами в эксперименте 5. В качестве объектов классификации рассматривались описания кооперативных квартир — объект, хорошо знакомый испытуемым. В качестве критериев оценки объектов предлагались: 1. Планировка и размеры подсобных помещений; 2. Обо-

рудование квартиры; 3. Эстетичность; 4. Загрязненность зашумленность окружающей среды; 5. Стоимость.

Для каждого из критериев была разработана шкала из трех словесных оценок, упорядоченных по качеству от первой к третьей. Так, например, для критерия «Планировка» использовалась следующая шкала оценок.

1) Планировка очень удобная, подсобные помещения и кухня большой площади.

2) Планировка удобная, подсобные помещения и кухня малой площади.

3) Планировка неудобная, кухня малой площади, подсобные помещения отсутствуют.

Итак, в данном случае $N = 5$ и $W_i = 3$. Нетрудно убедиться, что сочетания различных оценок по критериям задают полное множество возможных объектов. В данном случае количество этих объектов равно $Q = 3^5 = = 243$. Описание 243 гипотетических квартир в случайном порядке предъявлялись испытуемому. Его задача состояла в отнесении каждого сочетания к одному из следующих классов решений.

1. Квартира хорошая и полностью вас удовлетворяет.

2. Квартира удовлетворительная, хотя и имеет целый ряд недостатков.

3. Квартира вам не подходит.

ИНФОРМАТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОВЕДЕНИЯ ИСПЫТУЕМЫХ В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ

Отнесение какого-либо объекта к некоторому классу, в условиях упорядоченности классов решений (первый класс лучше второго и т. д.) и порядковых шкал оценок критериев, накладывает определенные ограничения на оставшееся множество объектов. Так, объекты, доминирующие по критериальным оценкам данный объект, не могут быть отнесены в худший, чем он сам, класс, а объекты, им доминируемые, не могут быть отнесены в класс, лучший, чем данный объект. Нарушение этих ограничений считалось ошибкой, допускаемой испытуемым при классификации. Понятие ошибки при классификации в чем-то схоже с понятием нетранзитивности в условиях попарного сравнения многокритериальных объектов: и то и другое определяется несогласованностью последовательных суждений ЛПР.

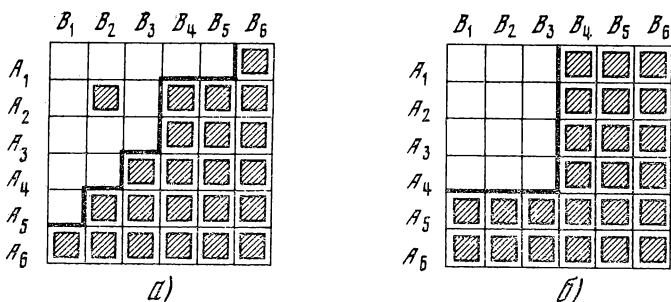


Рис. 1. Разделение на два класса сочетаний оценок по двум критериям — A и B

а) простое разделение; б) сложное разделение

Поведение испытуемых оценивалось по трем критериям, смысл которых следует объяснить более подробно.

1. *Число противоречий* Задача испытуемых состояла в разделении объектов (сочетаний оценок по критериям) на упорядоченные классы. На рис. 1 а приведен крайне простой вариант этой задачи — разделение на два класса (первый класс лучше второго) сочетаний оценок по двум критериям — A и B (первые оценки — лучшие; оценки на шкалах упорядочены по качеству). На рис. 1 а представлено гипотетическое разделение на два класса (пустые клетки — 1-й класс, заштрихованные — 2-й класс). Очевидно, что оценка клетки A_2B_2 противоречит оценкам клеток $A_2, B_3, A_3, B_2, A_4B_2, A_3B_3$. Следовательно, в данной классификации на рис. 1 а имеются 4 противоречия.

2. *Число замен (ошибок)* Наряду с числом противоречий информативным является и другой показатель — число изменений в ответах испытуемого, которые делают классификацию непротиворечивой. Так, в классификации, представленной на рис. а, нужно только одно изменение — назначение другого (1-го) класса сочетанию A_2B_2 . Эта замена делает классификацию непротиворечивой. Число замен характеризует число ошибок, сделанных испытуемыми при классификации.

3. *Сложность границ между классами* Этот критерий, предложенный нами ранее [2], оценивает сложность правил, используемых при классификации. Так, граница между классами на рис. 1б очень проста, поскольку испытуемый фактически заменил критерии на ограничения. Его решающее правило в данном случае очень просто: к первому классу относятся сочетания, имеющие оценки лучше, чем A_5 , и лучше, чем B_4 .

Граница между классами на рис. 1а значительно сложнее. Легко убедиться, что она описывается 5 сочетаниями оценок по двум критериям. Замена критерия на ограничения (см. рис. 1 а, б) может происходить по двум причинам. Прежде всего, среди испытуемых могут быть люди, которые рассматривают исходную задачу не как многокритериальную, а как более простую — однокритериальную с ограничениями по другим критериям (недаром А. Тверский [12] и Д. Рассо [9] в своих работах предварительно отбирали испытуемых, использующих все критерии).

Во-вторых, как мы увидим далее, один и тот же человек может перейти к использованию ограничений вместо критериев при усложнении задачи. Известно, что стратегия последовательного введения ограничений вместо критериев («исключение по аспектам» [13]) в когнитивном отношении крайне проста.

В соответствии с вышеописанными критериями был установлен уровень требований к качеству выполнения задания, в соответствии с которым выносилось суждение о том, справился ли испытуемый с задачей классификации. Известно, что, выполняя те или иные операции по переработке информации, человек может ошибаться. Однако ошибка ошибке рознь. Как показано на рис. 1 а, ошибки, совершаемые вдали от границ, влекут за собой большое число противоречий. Эти ошибки, как правило, очевидны. Они не мешают установить границы между классами решений. Иначе обстоит дело с ошибками, совершаемыми у самой границы. Так, если испытуемый отнес ко второму классу клетку A_2B_3 на рис. 1 а, то имеется лишь одно противоречие (с принадлежностью клетки A_3B_3 к первому классу), и вопрос ставится следующим образом: отнести ли клетку A_2B_3 к первому классу или клетку A_3B_3 ко второму классу. Следовательно, ошибки около границы и на самой границе особенно опасны тем, что они меняют границу между классами, и при большом числе таких ошибок невозможно установить границы между классами решений.

В связи с этим в качестве значения первого критерия, определяющего, справился ли испытуемый с задачей классификации, было принято число ошибок, совершаемое на границе или около нее — на расстоянии единица (изменение на одну оценку по любому критерию переводит сочетание в элемент границы) от границы. Было принято, что испытуемый справляется с задачей лишь в том случае,

когда число таких ошибок у границ между классами не превышает двух. В качестве второго критерия, определяющего, справился ли испытуемый с задачей классификации, была выбрана сложность границы, отражающая сложность решающих правил, используемых испытуемыми. А именно: требовалось, чтобы среди граничных элементов между классами были хотя бы один-два элемента, представляющих сочетания оценок критериев. Иначе говоря, считалось, что если испытуемый перевел все критерии в ограничения и превратил задачу в «исключение по аспектам», то он не справился с задачей. Действительно, в последнем случае задача многокритериальной классификации просто исчезает.

ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Следует разделить эксперименты, проводимые с людьми, не имевшими большой практики в принятии решений (студенты, школьники — 1-я серия экспериментов), и эксперименты, где в качестве испытуемых выступали профессионалы, решающие реальные практические задачи (2-я серия экспериментов). Для первой категории испытуемых имелась широкая возможность варьирования параметров задачи классификации и условий эксперимента. Студенты (эксперименты с 1 по 12) классифицировали кооперативные квартиры, решая, насколько предлагаемые варианты удовлетворяют их, а школьники (эксперименты 13 и 14) — высшие учебные заведения с точки зрения того, насколько они подходят им для поступления после окончания школы. Для второй группы людей, когда задачи классификации являлись реальными задачами лиц, принимающих решения, возможности варьирования параметров задачи почти отсутствовали и схема эксперимента соответствовала реальной задаче. В экспериментах 2-й серии участвовали члены редакционного совета научно-исследовательского института, оценивая качество предлагаемых к опубликованию препринтов (эксперименты 15 и 16), и врачи, диагностирующие степень подозрения на отдельные заболевания при определенном наборе симптомов (эксперимент 17).

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВОЙ СЕРИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Данные о среднем количестве ошибок, допускаемых испытуемыми при выполнении 100 классификаций в каждом из 14 экспериментов первой серии, представлены в

Таблица 1

№ аспекта	Кол-во испытуемых	Размерность задачи				E	%
		N	W	P	Q		
1	9	7	2	5	128	9,5	11
2	9	7	2	4	128	6,5	0
3 *	19	7	2	3	128	6,5	37
4	15	5	3	4	243	9,7	13
5 *	20	5	3	3	243	5,8	35
6 *	24	5	3	2	243	5,0	46
7	20	4	4	4	256	8,8	10
8	20	4	4	3	256	6,2	20
9 *	9	4	4	2	256	3	67
10	10	3	5	5	125	17	0
11	11	3	5	4	125	8,8	9
12 *	10	3	5	3	125	5,1	60
13	16	5	3	4	243	9,8	19
14 *	16	5	3	2	243	3,5	73
15 *	9	5	3	2	243	3,3	} 2-я серия экспериментов
16	4	5	3	4	243	1,3	
17 *	6	8	3	4	3 ⁸	—	

N — число критериев; *W* — число градаций на шкалах их оценок; *P* — число классов; *Q* — число классифицируемых объектов; *E* — среднее число допущенных ошибок; % — процент испытуемых, справившихся с заданием; * — сложность данной задачи находится в границах возможностей человека.

табл. 1. Как видно из таблицы, среднее число ошибок зависит от сложности задачи классификации. Использование метода ANOVA для определения зависимости количества ошибок от параметров *N* и *W_i* позволило получить следующий результат: при фиксированном отношении *N* и *W* число ошибок (число замен) значимо зависит от числа классов решений *P*.

Среднее время, затрачиваемое испытуемыми на вынесение одного суждения о принадлежности объекта к тому или иному классу, составляло 14 сек. Дополнительный анализ качества выполнения классификации, проведенный для каждого испытуемого в соответствии с критериями: качество и количество ошибок и сложность решающего правила, — позволил вынести суждение, справился ли испытуемый с заданием. Процент испытуемых, успешно

справившихся с заданием в каждом из экспериментов, представлен в табл. 1. Например, в эксперименте 9 при $N = 4$ (число критериев), $W_i = 4$, $i = 1, \dots, n$ (число оценок на порядковых шкалах), $P = 2$ (число классов решений) 67 % испытуемых справились с задачей (среднее число ошибок равнялось 3). При том же $N = 4$ и $W_i = 4$, но уже при $P = 4$, 90 % испытуемых не справились с задачей, причем наблюдалось резкое увеличение числа противоречий и ошибок (среднее число замен равнялось 8,8). Были найдены такие значения N , W_i , P , что при увеличении одного из этих параметров значительная часть испытуемых переставала справляться с задачей. Было условно определено, что если как минимум треть испытуемых из группы, состоявшей обычно из 10—15 чел., успешно справляется с задачей, то задача классификации данной сложности находится в пределах возможностей человека. Процент испытуемых, успешно справившихся с заданием, указан в табл. 1. Эксперименты, в которых в соответствии с нашими критериями сложность задачи классификации находится в пределах возможностей испытуемых, отмечены звездочкой (*).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПЕРВОЙ СЕРИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Результаты экспериментов подтвердили гипотезу о существовании определенных «границ» возможностей испытуемых в задачах многокритериальной классификации. Полученные результаты показывают, что при определенных значениях параметров происходит резкое увеличение числа противоречий и замен. Испытуемые перестают справляться с задачей, и по их ответам невозможно установить границы между классами. В чем же причина такого явления? Для ответа на этот вопрос был проведен специальный анализ. Как уже отмечалось, результаты работы испытуемых могут быть представлены в виде элементов границ между классами. Эти элементы показывают, что все альтернативы, доминирующие над ними, относятся к более высоким классам, а доминируемые ими — к более низким. После приведения ответов испытуемых к непротиворечивому виду по алгоритмам, предложенным в работе [3], можно легко определить границы между классами. Границы между классами характеризуются как количеством элементов границы, так и их сложностью — количеством оценок в элементах границ, отличных от пер-

вых. Проведенный содержательный анализ элементов границ, а также их сопоставление с результатами анализа письменных протоколов показали, что элементы границы не являются независимыми. Обычно совокупность нескольких элементов границ отражают более общие правила, которые имеют для испытуемых четкое смысловое содержание. Такие правила могут быть определены путем группировки элементов границ по их близости (по содержанию одинаковых оценок). Эти правила достаточно просты для запоминания. Для примера приведем одно из правил, использовавшихся студентами: если квартира в промышленном районе и одновременно дорогая, то она не подходит (3-й класс), если только не имеет очень удобную планировку. Совокупность такого рода правил отражается в элементах границ между классами, объединяя их в структурные единицы информации. Стратегии, использовавшиеся испытуемыми, можно представить как совокупность таких правил. Для двух экспериментов (эксперименты 4 и 13), в которых испытуемые не справились с задачей классификации, и для двух экспериментов (эксперименты 6 и 14), в которых испытуемые справились с нею, для каждого испытуемого были выделены правила, используемые ими при классификации в виде структурных единиц информации, объединяющих элементы границ между классами. При анализе оказалось, что в случаях, когда испытуемые справлялись с задачей, количество используемых испытуемыми правил не превышало 8. В случаях, когда испытуемые не справлялись с задачей, формальный анализ позволил выявить существование большего числа правил. Усредненное для групп испытуемых количество правил, используемых для классификации в экспериментах 4 и 13, составляло 12 правил, а в экспериментах 6 и 14—5 правил.

Наиболее вероятное объяснение этих данных состоит в следующем. При решении очередной задачи отнесения альтернативы к тому или иному классу испытуемый вынужден помещать в кратковременную память все правила, представляющие собой как бы структурные единицы информации, которыми он оперирует. Как известно, объем кратковременной памяти (КП) ограничен. Данные различных работ [5; 10] указывают, что этот объем не превышает 7—9 структурных единиц информации (блоков), причем их размер может быть различным.

В случае, когда испытуемые использовали при классификации не более 9 правил (структурные единицы ин-

формации), они справлялись с задачей. При попытке использовать большее число структурных единиц информации часть из них отсутствовала в моменты принятия решений в кратковременной памяти, что и приводило к резкому возрастанию числа ошибок и противоречий.

Полученные в работе данные о среднем времени, затрачиваемом на вынесение суждения о принадлежности объекта к какому-либо классу, косвенным образом также подтверждают это предположение. Среднее время на выполнение одной классификации в первой серии экспериментов составляет 14 сек. А поскольку время, требуемое для фиксации информации в долговременной памяти, согласно данным работы [10], составляет порядка 5 сек, то можно сделать вывод, что в процессе классификации нет активного обмена информацией между структурами долговременной и кратковременной памяти. Согласно данным работы [11], время выполнения одной операции в КП занимает порядка 100 мсек. Несопоставимость этого времени с промежутком времени, требуемым для обращения к долговременной памяти, вынуждает систему переработки информации в КП минимизировать связи с долговременной памятью, замедляющей на 2—3 порядка скорость переработки информации.

АНАЛИЗ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВТОРОЙ СЕРИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Основная цель этой серии экспериментов заключалась в оценке того, как профессионалы справляются с задачами классификации и в какой мере выводы, полученные с группами студентов и школьников, могут быть перенесены на реальные практические задачи классификации.

Было проведено 3 эксперимента, в которых задача многокритериальной классификации была совмещена с профессиональными задачами испытуемых. В эксперименте 15 испытуемые осуществляли классификацию предлагаемых к публикации препринтов ($N = 5$, $W_i = 3$, $P = 2$). Среднее количество допущенных ошибок представлено в табл. 1. Проведенный анализ свидетельствовал, что все испытуемые (члены редакционно-издательского совета), кроме одного, справились с задачей классификации при двух классах решений. Анализ границ между классами свидетельствовал, что никто из испытуемых не использовал в процессе классификации более пяти правил, объе-

дияющих элементы границ в структурные единицы информации.

Мы ожидали, что с усложнением задачи (эксперимент 16, 4 класса решений) увеличится, как и ранее, количество ошибок. Однако число ошибок оказалось даже меньшим (см. табл. 1). В связи с этим особенный интерес представлял анализ стратегий испытуемых. Результаты анализа границ между классами свидетельствовали, что испытуемые с возрастанием сложности задачи резко упростили свои стратегии. В связи с этим два из четырех испытуемых в соответствии с критерием «сложность решающего правила» не справились с задачей классификации, несмотря на незначительное количество допущенных ошибок.

Число используемых при классификации правил не превышало выше отмеченного объема КП. Следует отметить, что, несмотря на то, что предметное содержание задачи классификации испытуемым было профессионально близко, сама задача классификации препринтов, представленных посредством описания их критериальных оценок, была для них необычна.

В последнем же эксперименте этой серии мы хотели посмотреть, как профессионалы решают привычные для них, повторяющиеся в их практике задачи многокритериальной классификации. Эксперимент был проведен с группой врачей, участвовавших в построении экспертных систем.

Врачи на основании знания ряда диагностических признаков классифицировали заболевания в соответствии со степенью подозрения на аппендицит. Параметры решаемой ими задачи классификации приведены в табл. 1. Ясно, что число сочетаний оценок при данных параметрах слишком велико для того, чтобы врач мог оценить напрямую возможные сочетания. Поэтому здесь, в отличие от других экспериментов, для получения информации использовалась разработанная нами система КЛАСС [8] построения полных и непротиворечивых баз знаний. При работе с этой системой врач оценивал предъявляемое ему сочетание оценок (как и в других экспериментах), но предъявлялись уже не все, а часть сочетаний оценок, причем каждый ответ эксперта распространялся на другие сочетания оценок по отношению доминирования. При этом все сочетания оценок классифицировались (прямо или косвенно, через отношение доминирования) несколько раз с целью проверки эксперта на непротиво-

речивость. При проявлении противоречия оно сразу же предъявлялось испытуемому, который, устраняя противоречия, уточнял свои предпочтения. Таким образом, система КЛАСС помогла испытуемым справиться с более сложными задачами. Нас интересовало, какое количество правил использовали врачи при вынесении суждений. Анализ элементов границ между классами позволил выделить в них структурные единицы информации, отражающие количество и сложность используемых при классификации решающих правил.

Проведенный анализ показал, что при решении этих задач использовалось не более 9 правил. Все испытуемые в соответствии с числом ошибок и сложностью решающих правил справились с задачей классификации, сложность которой превышала границы возможностей испытуемых, демонстрируемых в других экспериментах. На наш взгляд, это можно объяснить следующим образом. Прежде всего сама система КЛАСС расширяла возможности испытуемых, предъявляя им для исправления противоречивые ответы по ходу их появления. Кроме того, в повторяющихся задачах классификации, что и имеет место у врачей, правила и отражающие их структурные единицы информации формируются в течение длительного времени на многих конкретных ситуациях, встречаемых в их профессиональной деятельности. Интересно отметить, что размеры используемых при классификации структурных единиц информации у врачей очень велики по сравнению с другими испытуемыми и достигают 8—10 элементов. Оперирование в процессе классификации более крупными структурными единицами позволяет испытуемым группировать правила классификации, снижая тем самым нагрузку на кратковременную память.

Итак, можно сделать вывод, что поведение опытных лиц, принимающих решение при усложнении задач классификации, отличается от поведения обычных людей. При решении новых, не повторяющихся в их практике задач классификации, сложность которых превышает границы их возможности, они стремятся прежде всего быть последовательными, непротиворечивыми. Для этого они упрощают свою задачу, отбрасывая часть критериев из рассмотрения, переводя их в ограничения. Существенно упрощая при этом задачу, они практически решают вместо исходной задачи другую, приспособленную к возможностям человеческой системы переработки информации. При решении же повторяющихся задач многокритериальной

классификации ЛПР использует более сложные правила, справляясь с задачами, находящимися за границей его возможностей, наблюдаемых при решении им новых, уникальных задач.

Однако и здесь возможности ЛПР не безграничны. Количество используемых в этих задачах структурных единиц информации не превышает объема кратковременной памяти.

ОБЩЕЕ ОБСУЖДЕНИЕ

Для интерпретации полученных в работе результатов полезно обратиться к предложенной в [1; 7] классификации проблем принятия решений. В зависимости от выраженности в проблеме выбора тех или иных качеств выделены задачи: с объективными или субъективными моделями; повторяющиеся или уникальные; целостного или критериального экспертного выбора. Общие для всех людей ограничения в объеме кратковременной памяти по-разному проявляются в этих проблемах благодаря тому, что структурные единицы информации, которыми оперируют люди в этих задачах, отличаются и структурой, и размером. В соответствии с приведенной классификацией результаты первых 16 экспериментов относятся к уникальным задачам критериально-экспертного выбора с субъективными моделями.

Что же показывают полученные результаты применительно к задачам такого типа? Прежде всего, мы видим доказательства существования поразительно четких границ возможностей человека в задачах многомерной классификации.

Эти границы замаскированы у опытных ЛПР их умением резко упрощать задачу и переходить, по сути дела, к стратегии «последовательного исключения по аспектам» [13], при которой нагрузка на кратковременную память минимальна, хотя сама задача искажается. Применительно к новым задачам критериально-экспертной классификации полученные в работе результаты позволили сделать заключение о возможностях человека при решении 90 разных по сложности задач классификации. Так, данные эксперимента 3, которые свидетельствовали, что задача классификации объектов на 3 класса, характеризуемых 7 критериями и 2 градациями на шкалах их оценок, находится в границах возможностей человека, позволили сделать заключение, что еще 12 заведомо более

Таблица 2

Количество оценок на порядковых шкалах	Количество классов решений			
	2	3	4	5
2	7—8	6—7	4—5	3
3	5—6	3—4	2—3	2
4	2—3			

легких задач также находятся в пределах возможностей человека.

Результаты оценки возможностей человека в задачах разной сложности сведены в табл. 2, где в клетках указано предельное число критериев, при которых испытуемые еще справляются с задачей многокритериальной классификации [3]. Невозможность решения задач более сложных, чем указаны в табл. 2, выражается в многочисленных противоречиях, допускаемых ошибках или упрощении задачи в ущерб ее содержательной стороне.

Что касается повторяющихся задач критериально-экспертной классификации, возможности ЛПР расширяются за счет использования более крупных структурных единиц информации, отражающих их профессиональный опыт. Однако и в этих задачах количество используемых структурных единиц информации не превышало 9.

Возникает вопрос, насколько непреодолимы для человека очерченные выше границы? Есть ли возможности фактически расширить способности человека решать сложные многокритериальные задачи?

На наш взгляд, такие возможности имеются. Мы уже упомянули о возможности создания специальных человеко-машинных систем, расширяющих возможности человека, примером которых является система КЛАСС [8]. Но имеются и другие выходы без использования ЭВМ. Один из них состоит в попытке замены параллельных задач с большой нагрузкой на кратковременную память на задачи последовательные. Прежде всего, следует упомянуть об иерархических решающих правилах, когда можно использовать иерархию классификаций [4]. Необходимым условием для этого является содержательность для эксперта понятий, используемых на каждом уровне иерархии. Конечно, этот подход не универсален и в каждом случае должен применяться творчески. Также в спе-

циальных экспериментах нами проверялась эффективность различных стратегий выборочной классификации, при которой классификация осуществляется как бы последовательно (сначала выбираются все объекты, относящиеся к 1-му классу, затем — ко 2-му классу и т. д.), что позволило снизить число допущенных ошибок в 1,5 раза по сравнению с условиями обычной классификации, когда испытуемый, последовательно рассматривая каждый объект, относит его к тому или иному классу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе анализируются возможности человека по выполнению сложных когнитивных операций, совершаемых им по преобразованию уже полученной информации. На наш взгляд, результаты свидетельствуют о том, что существуют определенные ограничения возможностей человека в широком круге интеллектуальных задач. Эти ограничения объективны и определяются особенностями человеческой системы переработки информации. Мы думаем, что такие же пределы и ограничения можно установить и в других задачах принятия решений, нужны лишь новые критерии оценки поведения и новые эксперименты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Емельянов С. В., Ларичев О. И. Многокритериальные методы принятия решений. М., 1985. (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Математика, кибернетика», № 10).
2. Ларичев О. И., Мошкович Е. М. О возможностях получения от человека непротиворечивых оценок многомерных альтернатив // *Дескриптивные исследования процедур принятия решений*. М., 1980.
3. Ларичев О. И., Мошкович Е. М. Задачи непосредственной классификации при принятии решений // *ДАН*. 1986. Т. 287, № 6.
4. Ларичев О. И., Нагинская В. С., Мечитов А. И. Интерактивная процедура выбора проектов промышленных зданий // *Процедуры оценивания многокритериальных объектов*. М., 1984.
5. Миллер Г. Магическое число семь плюс или минус два // *Инженерная психология*. М., 1964.
6. *Jungerman H. The two rationality camps // Decision making under uncertainty/Scholz W. (Ed.). Amsterdam, 1983.*
7. *Larichev O. I. Psychological validation of decision methods // Journal of Applied System Analysis. 1984, Vol. 11.*

8. *Larichev O., Moshkovich H., Furems E.* Decision support system «CLASS» // New Direction in Research on Decision Making/ Brehmer B., Jungerman H., Lourens P., Sevon G. (Ed.). Elsevier Science Publishers. 1986.
9. *Russo I., Rosen L.* An eye fixation analysis of multialternative choice // Memory and cognition. 1975. Vol. 3.
10. *Simon H.* The sciences of the artificial (second edition). L., 1981.
11. *Simon H.* Information-Processing Theory of Human Problem Solving // Handbook of Learning and Cognitive Processing. Vol. 5: Human Information Processing. Ed: Ectes, LEA, 1978.
12. *Tversky A.* Intransitivity of preferences // Psychological Review. 1969. Vol. 76.
13. *Tversky A.* Elimination by aspects: A theory of choice // Psychological review. 1972. Vol. 79.

ПОНИМАНИЕ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ И ПРОБЛЕМА ЦЕЛОСТНОСТИ

В. Н. КОСТЮК

Нерелятивистская квантовая механика, созданная в 20-е годы нашего века, несмотря на внутреннее формальное совершенство и блестящий экспериментальный успех, остается ареной длительных непрекращающихся споров относительно возможных способов ее понимания. Любой способ понимания квантовой механики определяется ответами на вопросы: к каким объектам относятся формализм квантовой механики и результаты квантовых измерений? В какой степени свойства этих объектов зависят от измерений? Можно ли считать, что квантовая система, помимо функции состояния ψ , имеет другие неизвестные («скрытые») параметры, задание которых вместе с ψ полностью и однозначно определяет все физические характеристики этой системы?

Исторически проблема понимания квантовой механики во многом связана с обсуждением результатов так называемого двухщелевого эксперимента, а также с дискуссией между Н. Бором и А. Эйнштейном о полноте квантовой механики (возможности ее пополнения введением скрытых параметров). Мы рассмотрим эти проблемы, используя дополнительно системные представления о целом и целостности. Предварительно мы напомним некоторые основные свойства квантовой теории.

ФОРМАЛИЗМ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

Пространство состояний квантовой системы задается бесконечномерным векторным пространством (так называемое гильбертово пространство). Это комплексное пространство с «внутренним» произведением. Состояние квантовой системы определяется вектором в этом пространстве.

Гильбертово пространство *линейно*, и в квантовой механике действует принцип суперпозиции, согласно которому векторная сумма любых двух состояний определяет новое состояние системы. Его новизна, впрочем, ограничена. Если векторы ортогональны (их «внутреннее» произведение равно нулю), то состояние, соответствующее

их сумме, с вероятностью $1/2$ является первым и с вероятностью $1/2$ — вторым состоянием системы (смесь состояний). Для неортогональных векторов их «внутреннее» произведение указывает степень, в какой соответствующие состояния перекрываются. В силу принципа суперпозиции «составная система $x + y$ может быть в определенном квантовом состоянии без того, чтобы x и y были в определенных состояниях... Такое положение ... находится в резком противоречии с классической физикой, в которой указание состояния составной системы определяет указание состояний всех ее подсистем» [25. С. 758].

Функции, переходящие под действием оператора в этом пространстве в себя (с точностью до числового множителя), называются собственными функциями этого оператора, а числовые множители, на которые они умножаются, — собственными значениями оператора. Возможные значения наблюдаемых величин определяются собственными значениями соответствующих операторов.

В квантовых системах движению электрона соответствует не траектория (фазовая кривая), а набор волн в пространстве-времени. Их интенсивность в данной точке определяет вероятность обнаружения в ней электрона.

Стационарные волновые конфигурации соответствуют долгоживущим состояниям движения электрона, каждое из которых характеризуется определенной энергией. В 1926 г. Э. Шредингер показал, что стационарные состояния атома можно представить с помощью собственных решений волнового уравнения (уравнения Шредингера). Состояния с наименьшим из разрешенных значений энергии устойчивы, поэтому атом устойчив. Устойчивость квантовых объектов в конечном счете определяет устойчивость всего окружающего нас мира.

Операторы квантовой механики не коммутативны. Если операторы \hat{A} и \hat{B} , соответствующие свойствам A и B , не коммутируют ($\hat{A}\hat{B} - \hat{B}\hat{A} \neq 0$), то у них нет общей собственной функции, и потому не существует состояния, в каком объект одновременно обладает свойствами A и B . Это приводит к тому, что свойства A и B характеризуют отношения объекта к разным приборам. В этом случае нельзя говорить о существовании наблюдаемых свойств A и B независимо от измерений.

Пусть p — координата и q — импульс квантовой системы. Из некоммутативности соответствующих операторов следует соотношение неопределенностей Гейзенберга $\Delta p \cdot \Delta q \geq \hbar$, где Δp и Δq — неопределенности в измерения-

емых значениях переменных, h — постоянная Планка. Аналогичное соотношение имеет место для энергии и времени. Они показывают, что «сколь угодно точная» локализация квантовых объектов в пространстве и времени (относительно сопряженных величин) не имеет смысла.

Векторы состояний квантовой системы могут изменяться *двумя принципиально разными* способами. Когда система предоставлена самой себе, векторы ее состояний изменяются, в соответствии с уравнением Шредингера, *непрерывно, однозначно* и (термодинамически) *обратимо*. Но если над квантовой системой производить измерения, то вектор ее состояний будет изменяться *дискретно* (скачком), *неоднозначно* (может возникнуть любое состояние, каждое со своей вероятностью) и *необратимо*, превращаясь с определенной вероятностью в соответствующее состояние измеряемой величины. Происходит редукция (стягивание) волновой функции, или волнового пакета.

Кроме того, если рассматривать измеряющий прибор как квантовый объект, определение состояния которого требует нового измерения, то редукция волнового пакета не имеет места. Она произойдет, только если прибор зарегистрирует свое собственное состояние. Такой способностью обладает прибор как классический объект. Проведенное с его помощью измерение изменяет квантовую систему. Это означает, что каждое утверждение об измерении относится не к изолированному квантовому объекту, а к системе «квантовый объект + прибор».

Наиболее важная экспериментальная характеристика квантовой механики выражается так называемым двухщелевым экспериментом, принципиальная схема которого такова. Имеется источник электронов, на пути которых установлен экран с щелями 1 и 2, а затем экран с детектором электронов. Пусть N_1 — число электронов, зарегистрированных детектором, если открыта только щель 1; N_2 — число электронов, зарегистрированных детектором, если открыта только щель 2, и $N_{1,2}$ — число электронов, зарегистрированных детектором, когда открыты обе щели.

Допустим, что в эксперименте используется прибор, определяющий для каждого электрона, регистрируемого детектором, через какую щель он прошел. Тогда, как показывает эксперимент, $N_{1,2} = N_1 + N_2$ (отсутствие интерференции). Если такой прибор не использовать, то эксперимент показывает, что $N_{1,2} \neq N_1 + N_2$ (интерференция). Этот результат, зависящий от вида используемого прибора, соответствует соотношению неопреде-

ленностей Гейзенберга, которое допускает следующую формулировку, эквивалентную прежней. «Нельзя сконструировать какой-либо прибор, при помощи которого можно было бы определить, через какое из отверстий пролетит электрон, не изменив при этом его движения настолько, что это разрушит интерференционную картину» [15. С. 131].

Существуют две основные интерпретации квантовой механики: стандартная и нестандартная. Но, прежде чем перейти к их изложению, мы рассмотрим два важных системных понятия.

ЦЕЛОЕ И ЦЕЛОСТНОСТЬ

Содержание этих понятий определяется следующими утверждениями.

Утверждение 1. Каждая система, имеющая части, является целой в той степени, в какой в ней имеет место взаимодействие частей. В системе, обладающей свойством целого, «часть должна сообразоваться с целым, а не наоборот» [10. С. 362].

Системы, обладающие свойством целого, можно (не смотря на возникающие из-за взаимодействия частей трудности) изучать посредством анализа и последующего синтеза. Но чем сильнее взаимная связь частей в системе, чем в большей степени она является целой, тем труднее «построить» систему из отдельных частей. «Сама процедура конструирования целого — из частей, из элементов — оказалась не только удивительно разнообразной, но ... продуцирующей осложнения ... не преодоленные до настоящего времени» [8. С. 9]. При достижении определенной «силы» взаимосвязей решение этой задачи становится невозможным. Система является уже не целой, а целостной.

Утверждение 2. Целостные системы нельзя разделить на взаимодействующие между собой части (подсистемы, элементы). Такие системы, хотя они могут обладать очень сложной структурой, действуют как один (единый) объект, взаимодействующий сам с собой (самовоздействующие системы), имеют единое время.

Понятно, что такое различие между целым и целостным не является единственно возможным. В литературе исследуются и другие различия между ними (см., например [2; 13]). Наше понимание целостности близко к тому, какое развивает И. З. Цехмистро. «За пределами связан-

ного целого (т. е. целого, обусловленного физически причинной связью между элементами) находится еще ... целостность, источником которой является не тот или иной вид связывания элементов воедино, а отрицание ... разложимости системы на какие-либо элементы вообще» [18. С. 49—50].

Наличие целостности в какой-либо системе показывает, что структурные связи в ней, не основанные на взаимодействиях, не являются и причинно-следственными. Феномен целостности объясняет принципиальную возможность связи всего со всем без противоречия со специальной теорией относительности. Методологически понятие целостности альтернативно понятию взаимодействия.

Понятию целостности в указанном смысле близко понятие единого, изученное Платоном. Согласно Платону, если нечто является единым, то оно не имеет никаких других свойств, кроме свойства «быть единым» (иначе оно будет не единым, а многим). По этой же причине единое не принадлежит бытию. «Единое, раздробленное бытием, представляет собой огромное и беспредельное множество» [12, Парменид, 144e]. С нашей точки зрения, это совместимо со следующим утверждением.

Утверждение 3. Целостное в качестве единого существует потенциально, актуально оно существует как многое. Актуализация целостности означает одновременно переход единого во многое (в частности, в целое). Переход целостность \rightarrow целое необратим и может рассматриваться как становление целого. Формально этому переходу соответствует нарушение симметрии (в исходной целостности).

Нарушение симметрии выделяет в системе «части», или подсистемы, как относительно самостоятельные и целостные (имеющие свою внутреннюю симметрию) сущности. Возникает специфическая диалектика симметрии и асимметрии, целостного, целого и части, единого и многого.

Переходы от целостности к целому, от единого к многому, от симметрии к асимметрии соответствуют современным научным представлениям о закономерностях эволюции и развития бытия. «Развитие Вселенной с момента ее зарождения выглядит как непрерывная последовательность нарушений симметрии. В момент своего возникновения при грандиозном взрыве Вселенная абсолютно симметрична и однородна. По мере остывания в ней нарушает-

ся одна симметрия за другой, что создает возможности для существования все большего и большего разнообразия структур. ...Жизнь — это тоже нарушение симметрии. ...И нашей Вселенной, и жизни присуще то, что процесс увеличения многообразия не имеет конца» [7. С. 70].

Из сказанного следует, что возможны различные типы целостности. Тип целостности, о котором дальше пойдет речь, связан с понятием нелокальности.

СТАНДАРТНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

В стандартной интерпретации, называемой также копенгагенской интерпретацией, редукция волнового пакета имеет причиной макроскопичность прибора, изменяющего состояние микрообъекта. Поэтому реальность, с какой имеет дело квантовая механика, имеет два разных уровня: квантовый и классический. Наличие последнего неустранимо. *«Как бы далеко не выходили явления за рамки классического физического объяснения, все опытные данные должны описываться при помощи классических понятий... Обоснование этого состоит просто в констатации точного значения слова „эксперимент,“»* [4. С. 576].

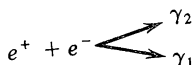
Бором был сделан следующий принципиальный вывод: *«Поведение атомных объектов невозможно резко отграничить от их взаимодействия с измерительными приборами...»*. Последовательное развитие этой точки зрения привело его к идее дополнительности, согласно которой *«данные, полученные при разных условиях опыта, не могут быть охвачены одной-единственной картиной; эти данные должны скорее рассматриваться как дополнительные в том смысле, что только совокупность разных явлений может дать более полное представление о свойствах объекта»* [4. С. 577].

Пока квантовый объект не взаимодействует с прибором, он не имеет определенных пространственно-временных характеристик, находясь всюду, где соответствующая ему волновая функция отлична от нуля. Этим объясняется и явление интерференции в двухщелевом эксперименте. Измерение координаты такого объекта есть одновременно способ его локализации. Процесс локализации (взаимодействие с макроприбором) определяет и статистический характер поведения микрообъекта.

Такие утверждения дали повод Эйнштейну усомниться в (синтаксической) полноте квантовой механики. «Вместо того, чтобы дать модель для изображения реальных прост-

ранственно-временных событий, она дает распределение вероятностей для возможных измерений...» [22. С. 237].

Для обоснования неполноты квантовой механики А. Эйнштейном, Б. Подольским и Н. Розеном был предложен мысленный эксперимент, получивший название парадокса ЭПР. Рассмотрим (это более простая версия парадокса) эксперимент следующего вида:



Фотоны γ_1 и γ_2 разлетаются со скоростью света и потому между собой не взаимодействуют. Измерим импульс γ_1 , не измеряя импульса γ_2 . Тогда, в силу закона сохранения импульса, можно правильно предсказать величину импульса второго фотона до его измерения.

Как это объяснить? Если импульс фотона не существует до измерения, то остается предположить, что измерение импульса γ_1 влияет на физическое состояние γ_2 , хотя они не взаимодействуют. Но это нелепо (с позиций, что любая физическая связь есть взаимодействие). «Так как во время измерения эти две системы уже не взаимодействуют, то в результате каких бы то ни было операций над первой системой во второй системе уже не может получиться никаких реальных изменений» [21. С. 607]. Следовательно, γ_2 имеет импульс и до измерения, мы просто не знаем об этом. Но тогда должны существовать скрытые параметры, которые позволят это установить. В этом смысле квантовая механика не полна. Ее можно пополнить введением скрытых параметров.

В своем ответе Эйнштейну Бор заметил, что при измерении импульса γ_1 объект γ_2 не испытывает, конечно, механических возмущений, но можно говорить «о возмущениях в смысле влияния на самые условия, определяющие возможные типы предсказаний будущего поведения системы» [4. С. 539].

Были предложены и другие способы разрешения парадокса ЭПР. Согласно статистическому подходу, волновая функция описывает не отдельную частицу, а ансамбль частиц, поэтому корреляция между γ_1 и γ_2 является чисто статистической.

В. А. Фок, развивая представления Бора, выдвинул идею о несиловом взаимодействии между γ_1 и γ_2 . По его мнению, объективное состояние квантовой системы отно-

сится «не к объекту самому по себе, а к присущим объекту потенциальным возможностям тем или иным образом реагировать с окружающими его предметами, в частности с измерительными приборами» [16. С. 591]. Уравнение Шредингера описывает поведение квантовых объектов только на уровне их потенциальных возможностей. «Переход от потенциально возможного к осуществившемуся, к действительному происходит в заключительной стадии опыта» [17. С. 223], когда квантовый объект взаимодействует с макроприбором.

Объяснение Д. Бома: существуют силы, распространяющиеся мгновенно [3. С. 79].

Объяснение Белла [23]: объекты γ_1 и γ_2 *нелокальны*, т. е. измерение одного из них может влиять на состояние другого, даже если они не взаимодействуют. Это замечание, неявно основанное на понятии целостности, мы обсудим позже, а сейчас вернемся к выдвинутой Фоком концепции потенциального существования.

Фок подчеркнул логический характер взаимодействия потенциальных возможностей квантовых объектов. «Рассматриваемые Эйнштейном две подсистемы, конечно, не связаны механически, но относящиеся к ним потенциальные возможности и прогнозы связаны логически, и новый факт ... меняющий прогноз для второй подсистемы, автоматически меняет прогноз и для первой подсистемы» [16. С. 592].

Можно ли придать более конкретный смысл идее Фока о логическом взаимодействии потенциальных возможностей? Ключ к положительному ответу на этот вопрос мы находим у Аристотеля. «В возможности одно и то же может быть вместе обеими противоположностями, но в действительности нет» [I, Метафизика, Г, 1009с, 35]. Или, в современной символической логике, из двух множеств $\langle A_1, \sim A \rangle$ и $\langle \diamond A_1, \diamond \sim A \rangle$ только первое является противоречивым (напомним, что \sim — отрицание и \diamond — символ возможности).

Будем рассматривать потенциальный объект как неопределенный объект, который может получить то или иное конкретное свойство. Пусть P — свойство «иметь определенное значение импульса», Q — «иметь определенное значение координаты», x — имя соответствующего потенциального объекта. Тогда имеем следующее описание потенциального состояния:

$$\diamond P(x) \wedge \diamond \sim P(x) \wedge \diamond Q(x) \wedge \diamond \sim Q(x). \quad (1)$$

Пусть это состояние неустойчиво, а устойчивым становится его реализация (формально получаемая стиранием ромбиков). Допустим также, что все противоречивые совокупности актуально неустойчивы и перейти в актуальное существование могут только непротиворечивые комбинации P с Q либо с $\sim Q$, Q с P либо с $\sim P$. Какая из них будет актуализована?

Поскольку все они логически непротиворечивы, то законы логики уже не могут быть основанием для выбора между ними. Но конъюнкция $P(x) \wedge Q(x)$ противоречит соотношению неопределенностей Гейзенберга. Поэтому актуализоваться может любая из оставшихся непротиворечивых совокупностей (или все они, но в разных условиях). Так, по нашему мнению, может действовать логический механизм потенциальных возможностей.

Можно пойти еще дальше и придать этим утверждениям онтологический смысл. Будем считать, что потенциальные возможности квантового объекта существуют столь же реально (объективно), как и сам квантовый объект, регистрируемый в процессе измерений. Волны вероятности (М. Борн) и потенциальные возможности (В. А. Фок) должны пониматься теперь как описание определенного уровня объективной реальности, они служат моделью этой реальности и только поэтому позволяют правильно предсказывать результаты квантовых измерений. Такова, в сущности, и позиция Фока. С этих позиций известное кредо Эйнштейна «Я все еще верю в возможность построить такую модель реальности ... которая выражает сами вещи, а не только вероятности их поведения» [20. С. 185—186] совершенно правильно, но должно быть отнесено к обычной квантовой механике. Дело в том, что «потенциальное существование вещи» оказывается в определенном смысле (на определенном уровне объективной реальности) столь же реальным, как и актуализованная вещь.

Иначе говоря, в объективной реальности можно выделить два качественно разных уровня: актуализованный и потенциальный. Оба они существуют вне и независимо от сознания, имеют различные характеристики и могут необратимо переходить друг в друга. Редукция волнового пакета возникает в результате актуализации, и соотношение неопределенностей Гейзенберга справедливо лишь в актуализованной объективной реальности.

Белл [23] изменил весь характер дискуссии, обнаружив, что спор о существовании скрытых параметров можно решить посредством экспериментальной проверки ряда неравенств, носящих теперь его имя. Неравенства сформулированы так, что их нарушение подтверждает полноту квантовой механики, а их выполнение оставляет вопрос о полноте открытым.

В эксперименте по проверке одного из неравенств Белла протоны из ускорителя направлялись на водородную мишень. Частицы из каждой пары протонов разлетались в результате рассеяния на макроскопические расстояния. Затем каждая пара проходила через углеродный «анализатор», который пропускает протон лишь с определенной поляризацией (проекцией спина на некоторую ось). Поворачивая один анализатор относительно другого, переходят к измерению следующего свойства. Эксперимент показал, что неравенство Белла, в которое входят проекции спина протона на три разных направления, нарушено, в полном соответствии с предсказанием квантовой механики.

Но главное было не в этом. Было установлено, что поворот одного анализатора, пропускающего протон, влияет на вероятность пропускания протона через другой анализатор, хотя никакого носителя этого влияния (частицы или поля) не существует. Это очень похоже на парадокс ЭПР, поэтому эксперименты такого рода получили название корреляционных, или ЭПР-экспериментов.

Результаты проведенных экспериментов в основном подтвердили нарушение неравенств Белла и тем самым полноту квантовой механики. Вместе с тем эксперименты показали необходимость более тщательного анализа понятия нелокальности, которое выдвинулось на передний план физической науки.

Белл дал определение нелокальности «почти по Эйнштейну». Если измерение, производимое над объектом γ_1 , не может влиять на результаты измерений, производимых над объектом γ_2 , то γ_1 и γ_2 локальны. В противном случае они нелокальны. Из нарушений неравенств Белла следует, что локальные скрытые параметры невозможны, возможна лишь нелокальная теория скрытых параметров.

Иногда различают нелокальность и несепарабельность. Несепарабельность означает, во-первых, нелокальность, а, во-вторых, то, что влияние измерения A на свойства B

происходит за время, меньшее, чем необходимо свету для того, чтобы пройти расстояние от A до B . Было показано, что если скрытые параметры возможны, то они должны быть несепарабельными.

Теория скрытых параметров называется контекстуально независимой, если она предполагает, что результат измерения свойства системы можно предсказать на основе скрытых параметров самой этой системы. Показано (см., например [6]), что такие теории противоречивы. Остаются возможными лишь контекстуально зависимые нелокальные и несепарабельные теории скрытых параметров, в которых значение некоторых характеристик системы вычисляется на основе знания значений скрытых параметров не только самой этой системы, но и скрытых параметров прибора (для разных приборов будут разные скрытые параметры).

Но каким же образом возникает несепарабельность? На этот вопрос даются разные ответы.

— За счет несилового взаимодействия, обсуждавшегося ранее.

— За счет информационного взаимодействия, распространяющегося со сверхсветовой скоростью.

— За счет дальнего действия, когда на равных правах используются опережающие и запаздывающие физические воздействия. В этом случае, однако, нарушается временной порядок между причиной и действием.

— За счет допущения о том, что квантовый объект в исходном состоянии является целостной системой. В этом случае для объяснения результатов ЭПР-экспериментов не надо вообще использовать понятия взаимодействия, не надо прибегать ни к дальнему действию, ни к информации, распространяющейся со сверхсветовой скоростью.

В нашей философской литературе точку зрения, подобную последней, отстаивает Цехмистро. «Допущение \hbar фактически равносильно утверждению, что природа в конечном счете неразложима и существует как нечто единое, целое... Вселенная обладает свойствами физической неделимости на субквантовом уровне... Это свойство мира как единого неделимого целого является основой замечательных эффектов несиловой корреляции в поведении микросистем» [18. С. 131]. И хотя в этом положении содержатся неточности (ниоткуда не следует, что существование кванта действия равносильно целостности бытия; бытие обнаруживает целостность не только на «субквантовом» уровне, но и на макроуровне), оно, на наш

взгляд, ориентирует исследователя в верном направлении.

Разговор о целостности физической реальности ведут и сами физики. При замене целостности изолированными частями (отдельными объектами) возникает иллюзия действия на расстоянии, когда, например, в двухщелевом эксперименте фотон «знает» состояние каждой щели. «Основой такой иллюзии служит классическое представление о мире как о совокупности локализованных и потому относительно независимых друг от друга объектов. При этом всякая корреляция в их поведении объясняется в конечном счете взаимодействием, т. е. обменом энергией-импульсом» [14. С. 613].

Использование понятия целостности устраняет эту иллюзию. Все объекты, принадлежащие конкретной целостности, рассматриваются как один неразделенный объект, возможно взаимодействующий сам с собой. Такому объекту может быть присуща виртуальная структура, обеспечивающая согласование внешне самостоятельных элементов без их взаимодействия между собой.

С точки зрения квантовой статистики принадлежность частицы коллективу частиц имеет наблюдаемые физические следствия безотносительно к наличию или отсутствию взаимодействия этих частиц. Так, наличие некоторых бозонов в данном конкретном состоянии увеличивает вероятность перехода других бозонов в это же состояние. Для фермионов, напротив, справедлив принцип Паули, по которому только один фермион может находиться в данном состоянии. Этот принцип не основан, по-видимому, на каком-либо взаимодействии и имеет чисто структурную природу: специфика коллектива (целостности) фермионов такова, что, когда она нарушается, выделяемые из нее фермионы обязательно должны находиться в различных состояниях.

Понятие целостности, таким образом, можно считать в определенном смысле исходным по отношению к взаимодействию: взаимодействие возникает при нарушении целостности. Поскольку в целостности нет взаимодействия актуализованных частей, то целостность можно считать формой существования (или одной из форм существования) потенциальной объективной реальности. Этим устанавливается принципиальная связь между потенциальностью и целостностью.

В потенциальной объективной реальности необходимо отказаться от традиционного понимания причинности, поскольку оно основано на понятии взаимодействия.

Вместо этого можно говорить об объективной связи относительно конкретной целостности. Два объекта объективно связаны (относительно целостности), если и только если они могут быть объективно выделены из этой целостности. При выделении из нее они могут взаимодействовать между собой и подчиняться принципу причинности, а могут и не взаимодействовать (тогда говорят об их «несиловом взаимодействии»).

НЕСТАНДАРТНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Исходным пунктом этой интерпретации являются следующие утверждения фон Неймана.

Тезис 1. «Прибор» в процессе измерения свойств квантового объекта на самом деле является более сложной системой «прибор + наблюдатель». Акт наблюдения есть событие в мире наблюдателя, акт измерения — событие в физическом мире. Связь между ними достигается посредством «психофизического параллелизма, согласно которому должно быть возможно так описать ... процесс субъективного восприятия, как если бы он имел место в физическом мире, — это значит сопоставить его последовательным этапам физические процессы в объективном внешнем мире» [11. С. 307].

Тезис 2. Разделение системы «прибор + наблюдатель» на подсистемы «прибор» и «наблюдатель» является в значительной степени произвольным. Пусть, например, измеряется температура жидкости в сосуде с помощью ртутного термометра. Мы можем, исходя из молекулярно-кинетической теории, вычислить длину ртутного столбика и сказать: «Эту длину видит наблюдатель». Но можно учесть источник света, рассеяние световых квантов на непрозрачном столбике ртути, путь остальных квантов в глаз наблюдателя, преломление в хрусталике и образование изображения на сетчатке, а затем сказать: «Это изображение регистрирует наблюдатель». Можно также учесть химические реакции, возбуждаемые этим изображением на сетчатке, и сказать: «Эти химические изменения в мозговых клетках и воспринимает наблюдатель». В конце концов все физические процессы мозга можно включить в «прибор» и понимать наблюдателя просто как его «абстрактное Я». Этот результат предельный, так как, несмотря на произвол в проведении границы, отделяющей наблюдателя от прибора, «эта граница должна быть где-ни-

будь проведена, если только ... сравнение с опытом должно быть возможным» [11. С. 308].

Тезис 3. «Квантовая механика описывает как раз те события, какие разыгрываются в наблюдаемой части мира за то время, пока она не приходит во взаимодействие с наблюдаемой частью» (Там же. С. 308). Эти события происходят в строгом соответствии с волновым уравнением Шредингера. Наблюдение, напротив, ведет к редукции волнового пакета. С этим совместимо (но не является логическим следствием!) следующее допущение: «Именно это абстрактное Я, задающее миру те или иные вопросы, ответ на которые оно получает с помощью приборов, и ответственно ... за редукцию волнового пакета» [5. С. 77]. Это допущение образует самую специфическую и самую спорную черту нестандартной интерпретации.

Интерпретация фон Неймана, как видим, существенно отличается от стандартной. В ней также признается особая роль прибора в проявлении квантовых закономерностей. Но упор делается не на макроскопичность прибора, а на его способность к саморегистрации. Измерительный прибор должен обладать способностью регистрировать свое собственное состояние. И только благодаря реализации этой способности целостная система, характеризующаяся единой волновой функцией, распадается на взаимодействующие части, одной из которых является квантовый объект, а другой — показания прибора, зарегистрировавшего этот объект.

Такая интерпретация квантовой механики не является логически противоречивой, но ставит много трудных вопросов (критический обзор этой интерпретации см. в работе [25]). Один из них связан с объяснением intersubъективности наблюдений: если редукция волнового пакета зависит от индивидуального сознания наблюдателя, то почему получается так, что два различных наблюдателя видят одно и то же показание прибора? Нет ли в этом (если принять нестандартную интерпретацию квантовой механики) какой-то «предустановленной гармонии»?

Фон Нейман отвечает на этот вопрос с помощью тезиса 2. Рассмотрим систему $x + y + z$, где x — квантовый объект, y — прибор и z — «внутренний» наблюдатель. Имеется также внешний наблюдатель z' , для которого функционирование сознания наблюдателя z означает просто наличие определенных физических процессов, происходящих в мозге z . С точки зрения z , когда z' воспринимает показания прибора, это равносильно контролю

прибора вспомогательным физическим устройством. С точки зрения z' состояние сознания z есть состояние его мозга, поэтому оно связано с y так же, как y с x . z' наблюдает показания прибора тогда, когда редукция волнового пакета уже произошла; поэтому z и z' видят одно и то же. (Если z' видит показания прибора раньше, то он является внутренним наблюдателем, а z внешним. Если они оба смотрят на прибор одновременно, то имеется единый внутренний наблюдатель $z + z'$.) В любом случае речь идет о *взаимодействии* квантового объекта, прибора и сознания, а не о порождении объекта сознанием. Как сказал Эйнштейн, «ни один физик не верит, что внешний мир является производным от сознания, иначе он не был бы физиком» [19. С. 163].

Возможно, что вместо сознания наблюдателя можно говорить об информационной составляющей редукции волнового пакета. Если это верно, то квантовая реальность имеет информационный аспект. Можно пойти еще дальше. «Реагирование физической системы на возможность будущего наблюдения тех или иных ее физических свойств может привести к неожиданному выводу: если во Вселенной на некотором этапе ее эволюции справедливы квантовые законы, то в ней уже заложены объективные предпосылки для появления жизни и сознания» [5. С. 79].

ПАРАДОКС ШРЕДИНГЕРА (ШРЕДИНГЕРОВСКОЙ «КОШКИ»)

С нестандартной интерпретацией квантовой механики связано еще одно парадоксальное рассуждение. Речь идет о парадоксе Шредингера, который он сформулировал в 1935 г. В предложенном им мысленном эксперименте кошка помещается внутрь закрытого ящика, снабженного устройством, которое, срабатывая, убивает кошку. Спусковой механизм представляет собой электронный счетчик, реагирующий на распад радиоактивных ядер. Если время их полураспада равно 1 часу, то спустя час корректное квантовомеханическое рассуждение показывает, что состояние ядер не является с достоверностью ни распавшимся, ни нераспавшимся, но образует линейную суперпозицию этих состояний. Следовательно, нельзя вполне определенно (или с определенной вероятностью) сказать, жива кошка или нет. Но, заглянув в ящик, можно ответить на этот вопрос однозначно. В этом и состоит парадокс Шредингера.

Обычно утверждается, что этот парадокс безвреден, так как (2) парадокс Шредингера не имеет никаких наблюдаемых следствий. Но за последнее время, благодаря прогрессу в физике низких температур и в технологии изготовления микроструктур, утверждение (2) ставится под сомнение. Это делает необходимым тщательный анализ всей ситуации [9].

Допустим, что электрон может находиться в двух состояниях с волновыми функциями ψ_- и ψ_+ . Для выяснения того, в каком из этих состояний он находится, обычно проводят эксперимент Штерна—Герлаха: пропускают частицу между полюсами магнита, генерирующего сильное неоднородное магнитное поле. По поведению частицы в этом поле можно определить ее состояние. Помимо этих состояний, электрон может быть в состоянии, определяемом линейной суперпозицией волновых функций:

$$\psi = a\psi_+ + b\psi_-, \quad |a|^2 + |b|^2 = 1, \quad (3)$$

отличном от смеси состояний ψ_+ и ψ_- с вероятностями $|a|^2$ и $|b|^2$.

Пусть экспериментальная установка имеет два конечных состояния, описываемых волновыми функциями ψ_1 и ψ_2 , причем первое соответствует тому, что срабатывает только верхний счетчик, а второе тому, что срабатывает только нижний счетчик. Тогда ψ_1 и ψ_2 отвечают *макроскопически различному* поведению счетчиков. Допустим, что только нижний счетчик связан с электронным оборудованием, убивающим кошку. Тогда состояние ψ_1 означает «кошка жива», а ψ_2 — «кошка мертва».

Если исходное состояние электрона было ψ_+ , то конечным состоянием счетчика будет ψ_1 , а если исходным состоянием электрона было ψ_- , то конечным состоянием счетчика будет ψ_2 . Но если исходным состоянием электрона была линейная суперпозиция (3), то конечное состояние установки имеет вид

$$\psi = a\psi_1 + b\psi_2, \quad (4)$$

т. е. кошка должна быть «ни жива, ни мертва».

Вместе с тем измерение (наблюдение невооруженным глазом) показывает, что «кошка» находится либо в одном, либо в другом состоянии. Это наблюдение вместе с (4) допускает предположение о том, что «даже на макроскопическом уровне реальность в некотором смысле „создается“ в процессе наблюдений. Такой вывод явно противоре-

чит тем предположениям, которые каждый из нас бессознательно делает в своей научной работе» [9. С. 677].

Каковы возможные решения этого парадокса?

1) С точки зрения стандартной интерпретации макроскопическую систему надо описывать на языке классической механики, поэтому (4) не имеет смысла и парадокс не возникает.

2) С точки зрения нестандартной интерпретации можно считать, что либо сознание наблюдателя воздействует на наблюдаемую систему, либо мозг наблюдателя информационно воздействует (в процессе наблюдения) на эту систему.

3) Не существует эксперимента, посредством которого можно отличить состояние (4) от смеси состояний ψ_1 и ψ_2 , когда кошка либо жива, либо нет, а мы просто не знаем, в каком из этих состояний она находится и вынуждены применять вероятностное описание.

Легgett [9. С. 678] показывает, что это предположение можно исключить созданием ситуации, в которой предсказания, выполненные на основе (4), на экспериментально проверяемом уровне отличались бы от предсказаний на основе смеси состояний (например, с помощью квантовомеханического эффекта проникновения через потенциальный барьер, запрещенного в классической механике).

4) Линейное уравнение Шредингера неточно и может быть заменено более точным нелинейным уравнением (см. [25. С. 773]). В этом случае принцип суперпозиции имеет ограниченную сферу применимости в квантовомеханическом описании реальности, и парадокс Шредингера также не возникает.

КВАНТОВАЯ ЛОГИКА

Квантовая логика впервые была сформулирована фон Нейманом вместе с Д. Биркгофом в 1936 г. Основная идея ее построения состоит в следующем.

Физический смысл для квантовых систем имеет не множество всех подмножеств гильбертова пространства H , а множество $E(H)$ всех его замкнутых подпространств. Эта конструкция не замкнута относительно теоретико-множественных операций (например, дополнение подпространства может не быть подпространством). Однако $E(H)$ можно расширить до некоторой псевдобулевой

структуры (так называемые ортомодулярные решетки). При этом необходимо учитывать вероятностный характер квантовой механики. В общем случае нельзя утверждать, что для любого квантового высказывания X либо X истинно относительно состояния ψ , либо X ложно относительно ψ . Состояние ψ лишь сопоставляет каждому такому X некоторое значение вероятности.

В результате возникает ситуация с тремя возможными значениями истинности: истина, ложь и неопределенность. Тем самым метатеоретически нарушается закон исключенного третьего. Но он сохраняется теоретически: $p \vee \sim p$ есть тавтология квантовой логики. Объяснение этого состоит в том, что истинность дизъюнкции не обязательно влечет в квантовом случае истинность хотя бы одного из дизъюнктов. Это ведет к асимметричному поведению дизъюнкции и конъюнкции и в результате к нарушению закона дистрибутивности. Нарушение законов дистрибутивности при сохранении законов тождества, противоречия и исключенного третьего — характерная особенность квантовой логики.

Создание квантовой логики возродило спор о том, имеет ли логика «эмпирическую природу». Согласно Х. Патнему, например, «логика является эмпирической в том смысле, в каком говорят о физической геометрии» [24. С. 220]. Основным аргумент в пользу этого тезиса состоит в анализе двухщелевого эксперимента. Рассмотрим следующие предложения: p — электрон проходит через щель P , q — электрон проходит через щель Q , r — электрон обнаружен в области R экрана. Оказывается, что если при вычислении вероятностей этих предложений использовать закон дистрибутивности, то можно получить равенство, означающее, что вероятность частицы быть обнаруженной в области R экрана равна вероятности попасть в R при прохождении через P плюс вероятности попасть в R через Q . Но это противоречит двухщелевому эксперименту. Тем самым эмпирически установлено, что в квантовой логике неверен закон дистрибутивности.

Заметим, что если квантовая логика действительно является логикой (проблема состоит в том, что все известные варианты квантовой логики испытывают затруднения при определении импликации и логического следования), то ее совершенно не обязательно рассматривать как логическую теорию только одной предметной области (микромира). Возможны и другие области ее применения. Не исключено, что областью ее применения могут стать

системы, обладающие тем или иным свойством целостности (не обязательно такой, как в микромире). Эта проблема еще ждет своего исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аристотель*. Метафизика // Соч.: В 4-х т. М., Т. 1.
2. *Блауберг И. В.* Целостность и системность // Системные исследования. Методол. пробл.: Ежегодник, 1977. М., 1977.
3. *Бом Д.* Квантовая теория. М., 1965.
4. *Бор Н.* Дискуссии с Эйнштейном о проблемах теории познания в атомной физике // Успехи физ. наук. 1958. Т. 66, вып. 4.
5. *Гриб А. А.* Фон-неймановская интерпретация квантовой механики и проблема сознания // Философия и развитие естествонаучной картины мира. Л., 1981.
6. *Гриб А. А.* Неравенства Белла и экспериментальная проверка квантовых корреляций на микроскопических расстояниях // Успехи физ. наук. 1984. Т. 142, вып. 4.
7. *Дайсон Ф.* Будущее воли и будущее судьбы // Природа. 1982. № 8.
8. *Каганов М. И.* Микро... и макро. М., 1986. № 2.
9. *Легgett А. Дж.* Шредингеровская кошка и ее лабораторные сородичи // Успехи физ. наук, 1986. Т. 148, вып. 4.
10. *Ленин В. И.* Доклад комиссии по выработке резолюции о Государственной думе // Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 15.
11. *Нейман фон Дж.* Математические основы квантовой механики. М., 1964.
12. *Платон*. Парменид // Соч. В 3-х т. М., 1970. Т. 2.
13. *Смирнов Г. А.* Основы формальной теории целостности (часть третья) // Системные исследования. Методол. пробл.: Ежегодник, 1983. М., 1983.
14. *Спасский Б. И., Московский А. В.* О нелокальности в квантовой физике // Успехи физ. наук. 1984. Т. 142, вып. 4.
15. *Фейнман Р.* Характер физических законов. М., 1987.
16. *Фок В. А.* Замечания к статье Бора о его дискуссиях с Эйнштейном // Успехи физ. наук. 1958. Т. 66, вып. 4.
17. *Фок В. А.* Об интерпретации квантовой механики // Философские проблемы современного естествознания. М., 1959.
18. *Цехмистро И. З.* Поиски квантовой концепции физических оснований сознания. Харьков, 1981.
19. *Эйнштейн А.* Эпилог: Сократовский диалог // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. М., 1967. Т. IV.
20. *Эйнштейн А.* О методе теоретической физики // Там же.
21. *Эйнштейн А., Подольский Б., Розен Н.* Можно ли считать квантовомеханическое описание физической реальности полным? // Там же. 1966. Т. III.
22. *Эйнштейн А.* Рассуждения об основах теоретической физики // Там же. 1967. Т. IV.
23. *Bell J. S.* Introduction to the hidden variable question // Foundations of Quantum Mechanics. N. Y. 1971.
24. *Putman H.* Is logic empirical? // Boston Studies in the philosophy of science. Dordrecht; Holland, 1969.
25. *Shimony A.* Role of the Observer in Quantum Theory // American Journal of Physics. 1963. Vol. 31, N 10.

СИНЕРГЕТИКА И МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Д. Л. ДРУЖИНИН, В. Г. ВАНЯРХО

В последнее десятилетие возникла новая область исследований — синергетика [37]. В рамках синергетики изучаются явления образования упорядоченных пространственно-временных структур, или пространственно-временной самоорганизации, протекающие в системах различной природы: физических, химических, биологических, экологических, социальных [21; 17; 25]. В настоящей статье предполагается рассмотреть некоторые понятия, идеи, проблемы синергетики в контексте методологии системных исследований. Целесообразность такого рассмотрения, начало которому уже положено [14; 27; 11], определяется тем обстоятельством, что, с системной точки зрения, синергетика изучает структуры определенного типа в целостных по своей природе системах некоторого класса. И именно методология системных исследований содержит инструментарий, необходимый для рефлексивного осмысления исходных посылок синергетики, представлений о ее предмете, целях и продукте, а также, возможно, и для выработки адекватного этим представлениям формального аппарата. Говоря о методологии, мы имеем в виду прежде всего такие классические системные проблемы, как взаимосвязь системы и внешней среды, классификация систем и типологизация структур, целостность [4; 5; 28; 32—36].

Мы будем стараться проводить последовательную дифференциацию и соотнесение эмпирического, предметно-теоретического [22] и системного методологического уровня описания объектов в синергетике. Необходимость дифференциации определяется прежде всего тем, что на эмпирическом уровне описания возникают проблемы, которые, с нашей точки зрения, не могут быть разрешены в рамках существующих предметно-теоретических представлений и требуют прямого выхода на методологический уровень осмысления.

Кратко укажем последовательность изложения материала в нашей статье. Мы дадим краткое эмпирическое описание двух химических объектов синергетики — реакции Белоусова—Жаботинского [12] и гетерогенной реак-

ции газов на поверхности твердого тела [31; 9; 10]. Эти объекты и будут прежде всего иметься в виду при проведении предметно-теоретического и методологического описания. Отталкиваясь от предметных представлений о неравновесности физико-химической системы, мы дадим методологическое описание взаимосвязи системы и внешней среды для случая систем с пространственно-временной самоорганизацией. В качестве основного будет рассмотрен принцип целостности в синергетике. Мы покажем, в связи с чем эта проблема ставится, как она формулируется в рамках существующих предметно-теоретических представлений и какие трудности при этом возникают, в каком направлении, с нашей точки зрения, может вестись разработка содержательных и формальных средств, необходимых для ее разрешения.

ОБЪЕКТЫ СИНЕРГЕТИКИ

Одним из объектов, демонстрирующих образование упорядоченных пространственно-временных структур, к краткому эмпирическому описанию которого мы переходим, являются химические реакции типа Белоусова—Жаботинского [12]. Особое место, которое занимают эти реакции в исследованиях по пространственно-временной самоорганизации, определяется, во-первых, тем, что именно их изучение положило начало нынешнему этапу широких и активных исследований этих явлений, и, во-вторых, тем, что они дают возможность визуального, очень наглядного наблюдения разнообразных (в зависимости от выбора условий) типов пространственно-временных структур. При одних условиях проведения реакции и начальных соотношениях между компонентами реакции и их концентрациями цвет всей реакционной смеси меняется во времени периодически от синего к красному и обратно, т. е. наблюдается чисто временная структура — автоколебания.

При других соотношениях происходит возникновение чисто пространственной структуры в виде стационарного расслоения реакционной смеси на чередующиеся четко локализованные синие и красные области — диссипативной структуры. Наконец, возможно появление центров периодического испускания концентрических или спиральных цветовых волн [1], являющих собой пример общего случая пространственно-временной структуры — ав-

товолн¹. Описанные явления протекают в химически изолированной системе, наблюдаются в процессе ее эволюции от некоторого начального неравновесного состояния к равновесию и при переходе к последнему исчезают. Указанные цветовые структуры соответствуют химическим концентрационным пространственно-временным структурам, проявляющим себя как цветовые при добавлении окрашивающих индикаторов. Исследования показали, что концентрации участвующих в реакции веществ можно разделить по характерным временам изменения на медленные и быстрые. Медленные концентрации на интервале времени, меньшем характерного времени своего изменения, играют роль распределенного источника веществ по отношению к быстрым концентрациям. Динамика последних и проявляется в описанных выше явлениях. Характерное время изменения медленных концентраций является характерным временем существования пространственно-временных структур, в течение этого времени справедлива приведенная выше классификация структур.

Автоколебания наблюдаются также при протекании химической реакции между газами, адсорбированными на твердой поверхности [9; 10; 31]. Роль распределенного источника играет газовая фаза у поверхности, концентрации в которой поддерживаются постоянными, например, за счет интенсивного подвода газов к поверхности извне. Автоколебательную систему образуют концентрации газов, адсорбированных на поверхности. В такой системе автоколебания, в пренебрежении сторонними процессами, могут существовать неограниченно долго.

Образование упорядоченных пространственно-временных структур наблюдается также при протекании ферментативных реакций [26], в лазере [38], плазме [13], нейронных сетях [7], клеточных ансамблях [3], популяциях животных [29] и т. д. Возникает вопрос: что является общим для всех этих объектов с точки зрения возможности протекания в них явлений пространственно-временной самоорганизации?

¹ Приведенная классификация структур соответствует эмпирическому и существующему предметно-теоретическому уровню описания явлений пространственно-временной самоорганизации. С методологической же точки зрения она не совсем верна, что обсуждается ниже.

Попытаемся ответить на этот вопрос, используя методологическое системное описание явлений пространственно-временной самоорганизации, ориентированное на проблему взаимосвязи системы и внешней среды.

СИСТЕМЫ С ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ САМООРГАНИЗАЦИЕЙ И ВНЕШНЯЯ СРЕДА

Говоря о проблеме взаимосвязи системы и внешней среды, мы имеем в виду прежде всего выделение системы, проведение границы между системой и внешней средой, воздействие внешней среды на систему.

Для корректного выделения системы, различения системы и внешней среды необходимо исходить из того обстоятельства, что всякая система, рассматриваемая как теоретический объект, служит решению определенной теоретической задачи. Конкретно нашей задачей является исследование условий и причин пространственно-временной самоорганизации, и из нее мы должны исходить при выделении системы. Здесь, однако, мы сталкиваемся с парадоксом стандартного для системных исследований типа [28]: для того чтобы корректно выделить самоорганизующуюся систему, мы должны знать условия и причины самоорганизации; для того же, чтобы понять эти условия и причины, мы должны выделить самоорганизующуюся систему как необходимый момент их теоретического изучения. Мы в качестве исходного системного представления возьмем представление об открытой системе, восходящее к Бергаланфи. Обычно полагается, что открытая система отделена от внешней среды границей, которую пересекают потоки обмена (энергией, веществом, информацией).

Для более детального выяснения роли внешней среды в явлениях самоорганизации обратимся к предметно-теоретическому описанию физико-химических систем. Для таких систем существует понятие равновесия², и из термодинамики известно, что в состоянии равновесия и вблизи него, в области линейной динамики систем, явления

² Представление о равновесии и неравновесности системы используется нами ниже для обоснования на предметном уровне описания физико-химических систем утверждения о воздействии внешней среды как фундаментальном условии самоорганизации. Для самоорганизующихся систем иной, нежели физико-химическая, природы — биологических, экологических и т. д. — понятие равновесия не вводится, однако указанное утверждение и все рассмотренные на его основе остаются справедливыми.

пространственно-временной самоорганизации невозможны. Поэтому неравновесность системы — необходимое условие протекания этих явлений. Поскольку в соответствии со вторым законом термодинамики изолированная, т. е. предоставленная самой себе, система самопроизвольно переходит в равновесие, неравновесность всегда является результатом воздействия на систему внешней среды. Это воздействие может заключаться в создании неравновесного начального состояния замкнутой физико-химической системы, как в случае рассмотренной выше реакции Белоусова—Жаботинского. Тогда явления самоорганизации будут формой перехода системы к равновесию и при приближении к последнему прекращаются. Воздействие внешней среды на систему может заключаться в поддержании потоков обмена энергией, как в случае лазера, или веществом, как для химической реакции на твердой поверхности. Тогда явления самоорганизации могут протекать до тех пор, пока поддерживаются потоки.

Итак, воздействие внешней среды на систему — необходимое условие протекания явлений пространственно-временной самоорганизации. Это обстоятельство фиксирует определение [24] класса систем, изучаемых синергетикой: это «открытые системы потокового типа»³. Открытость системы, наличие потоков обмена с внешней средой, достаточная интенсивность этих потоков — необходимое условие возникновения упорядоченных пространственно-временных структур.

Потоки обмена со средой захватываются, трансформируются, структурируются системой. Соответственно возникающие структуры носят существенно динамический характер, являются пространственно-временными структурами, оформляющими взаимодействующие процессы. Отсюда виден относительный характер приведенного выше разделения структур на пространственные, временные и пространственно-временные. Это разделение фиксирует лишь внешние признаки структур. Действительно, стационарные, чисто пространственные структуры являются динамическими по своей природе. Их стационарность — следствие не статичности системы, отсутствия или завершения протекающих в ней процессов, но сбалансированности и скоординированности этих процессов, что, в свою

³ На первый взгляд реакция Белоусова—Жаботинского, протекающая в химически изолированной системе, не подпадает под это определение. Однако это несоответствие, обсуждаемое ниже, является чисто внешним.

очередь, вытекает из сбалансированности потоков обмена системы с внешней средой и процессов внутри системы. Процессуальность стационарных пространственных структур определяет их временной характер. С другой стороны, однородные по пространству, названные выше временными, структуры являются следствием согласованного, синхронного протекания процессов в различных частях системы. Это определяет пространственный характер временных структур. Таким образом, возникающие в открытых системах структуры, вообще говоря, всегда являются пространственно-временными.

Если использовать толкование понятия самоорганизации, вытекающее из его лингвистического построения, то самоорганизующейся системой является система, которая «сама себя организует». Имея в виду это непосредственное толкование, зададимся вопросом: в какой степени правомочно говорить об образовании пространственно-временных структур как о проявлении самоорганизации системы, коль скоро воздействие внешней среды, как обсуждалось выше, играет столь существенную роль в протекании этих явлений? Используемые системные представления о потоках обмена системы с внешней средой позволяют достаточно строго ответить на него: о самоорганизации системы можно говорить в том смысле, что система, захватывая потоки обмена, вообще говоря, некоторым образом структурированные в пространственно-временном отношении, трансформирует, организует их, навязывает им свою собственную пространственно-временную структуру. Захват, трансформация, организация потоков обмена есть способ организации самой системой своей структуры, т. е. самоорганизация.

Обсудим вопрос о соответствии реакции Белоусова—Жаботинского данному выше определению класса систем, изучаемых синергетикой. Как мы указали, концентрации веществ, участвующих в этой реакции, разделяются на быстрые и медленные. Определим в качестве составляющих самоорганизующейся системы вещества с быстрыми концентрациями. Тогда вещества с медленными концентрациями будут играть роль внешней среды, задающей в каждой точке самоорганизующейся системы положительные (в систему) и отрицательные (из системы) потоки обмена. Отметим, что при этом мы, во-первых, различаем физико-химическую систему — смесь реагентов и самоорганизующуюся систему и, во-вторых, система и внешняя среда оказываются пространственно неограниченными.

Процессы самоорганизации в изолированных системах могут, таким образом, быть рассмотрены в рамках общего представления об «открытых системах потокового типа».

Исследование вопроса о взаимосвязи системы и внешней среды на методологическом системном уровне выявляет частное противоречие, существующее на предметном уровне описания. Известно, что пространственно упорядоченные стационарные структуры возникают не только в неравновесных, но и в равновесных физико-химических системах (образование кристаллов, явление сверхпроводимости и т. п.). Механизмом возникновения неравновесных и равновесных пространственных структур являются соответственно неравновесные и равновесные фазовые переходы. Эти переходы на макроуровне (см. ниже) с формальной математической точки зрения описываются единым образом с помощью обобщенного уравнения Гинзбурга—Ландау [37]. С точки зрения взаимосвязи системы и внешней среды природа неравновесных и равновесных структур, однако, совершенно различна. Неравновесные стационарные структуры, как уже обсуждалось, являются следствием сбалансированности потоков обмена со средой и процессов внутри системы, наличие потоков обмена — необходимое условие их существования. Равновесные же структуры образуются в замкнутых (квазизамкнутых) системах, взаимодействием которых со средой (вообще говоря, неравновесной) можно пренебречь. В равновесной системе каждый прямой процесс сбалансирован, скомпенсирован обратным ему процессом, следствием чего и является стационарность равновесных структур. Явления возникновения и превращения различных по природе структур, вообще говоря, также должны иметь различную природу. Возникает вопрос: следствием чего является идентичность описания этих явлений в рамках обобщенного уравнения Гинзбурга—Ландау? Здесь мы можем вспомнить суть математического структурного подхода, сформулированного Н. Бурбаки: «Структуры являются орудиями математика; каждый раз, когда он замечает, что между элементами, изучаемыми им, имеют место отношения, удовлетворяющие аксиомам структуры определенного типа, он сразу может воспользоваться всем арсеналом общих теорем, относящихся к структурам этого типа» [6]. Видимо, с такой точки зрения структуры равновесные и неравновесные представляются неразличимыми. Однако очевидно, что при идентичном описании раз-

личных по природе явлений фундаментальные существенные черты этих явлений остаются неучтенными.

Сделанным замечанием мы завершаем обсуждение проблемы взаимосвязи системы и внешней среды в синергетике и переходим к рассмотрению целостной природы явлений пространственно-временной самоорганизации.

СИНЕРГЕТИКА И ПРИНЦИП ЦЕЛОСТНОСТИ

Обсудим вопрос о природе пространственно-временной самоорганизации и способах ее описания в свете первого принципа системного мышления — принципа целостности [5; 28].

«Целостность объекта как системы означает принципиальную несводимость его свойств к сумме свойств составляющих его элементов и невыводимость из последних свойств целого» [28]. Таким образом, использование принципа целостности предполагает наличие выделенных элементов (частей) объекта как системы.

«Давняя историко-философская традиция свидетельствует о том, что допустимо два полярных способа разбиения целостной системы на части: при одном из них получаемые в итоге элементы, или части, не несут на себе, так сказать, целостных свойств исходной системы, при другом — действительно выделяются части целостной системы, т. е. такие элементарные образования, которые сохраняют в специфической форме свойства исследуемой системы. Будем условно называть второй способ декомпозиции системы „целостным“ разбиением ее на части» [28].

Явления пространственно-временной самоорганизации, с нашей точки зрения, имеют целостную природу. Поэтому их изучение требует целостного подхода как в части исходных содержательных представлений, так и формальных методов описания. Используемые сегодня для этой цели предметные представления и методы соответствуют нецелостному способу разбиения системы: элементы объектов как систем в рамках этих предметных представлений не являются элементами целого. Ставя задачу определения указанной природы пространственно-временной самоорганизации, мы не можем их использовать и снова сталкиваемся с парадоксом классической «системной» структуры, на этот раз — парадоксом целостности [28]:

«Решение задачи описания данной системы как некоторой целостности возможно лишь при наличии решения за-

дачи „целостного“ разбиения данной системы на части, а решение задачи „целостного“ разбиения данной системы на части возможно лишь при наличии решения задачи описания данной системы как некоторой целостности». Чтобы обойти этот парадокс, воспользуемся понятием части пространства. Как указывается ниже, способность теоретического субъекта к пространственному соотношению объектов может служить целостнообразующим фактором. Мы воспользуемся также категорией процесса. Как указывается в [33; 40], объект задается процессом; для получения целостности необходимо задать объект как определенный процесс. Отметим, что процесс, будучи понятием динамическим, имеющим временную природу, для своего целостного описания требует выделения специфических целостных элементов процесса [34] — „ процесс изменения как предм. теор. иссл. Теперь можно сформулировать определение: пространственно-временная самоорганизация является целостной в том смысле, что в ней проявляется согласованное с потоками обмена с внешней средой взаимодействие элементов процессов, протекающих в различных частях системы.

Перейдем к рассмотрению существующей трактовки целостности пространственно-временной самоорганизации на предметном уровне описания. Предметные представления физики, химии, биофизики, экологии и т. п., синтезируемые синергетикой, имеют в качестве общей основы представление о системе взаимодействующих элементов. Роль элемента может играть атом, молекула, клетка, живой организм и т. п. Взаимодействие элементов может заключаться, например, в упругом столкновении молекул, приводящем к изменению их скоростей, акте химической реакции, в ходе которого одни молекулы превращаются в другие, передвижении живых клеток по градиенту вещества, которое сами эти клетки выделяют и т. д. В дальнейшем для определенности мы будем говорить о химическом взаимодействии.

При протекании явлений пространственно-временной самоорганизации элементы начинают взаимодействовать согласованно в пространстве-времени, т. е. наблюдается эффект кооперации. Например, пространственно однородные автоколебания цвета реакционной смеси в ходе реакции Белоусова—Жаботинского означают, что в каждой точке реакционной смеси количество актов химического взаимодействия периодически меняется во времени и эти изменения пространственно согласованы, синхронизи-

рованы. Надэлементную природу пространственно-временной самоорганизации отмечает И. Пригожин: «... во всех этих случаях общим является макроскопическое, надмолекулярное... проявление цепи событий, зарождающихся на уровне отдельных молекул» [21].

Как указывают Б. Б. Кадомцев и Ю. А. Данилов, предложенный Г. Хакеном термин «синергетика», происходящий от греческого *synergia* — содействие, сотрудничество, акцентирует внимание на согласованности взаимодействия частей при образовании структуры как единого целого [8]. Сам Г. Хакен дает такое определение: «Синергетика занимается изучением систем, состоящих из многих подсистем различной природы... мы хотим рассмотреть, каким образом взаимодействие таких подсистем приводит к возникновению пространственных, временных или пространственно-временных структур в макроскопических масштабах» [38]. Момент целостности применительно к синергетике фиксируют С. П. Курдюмов и Г. Г. Малинецкий: «Синергетика, как правило, имеет дело с процессами, где целое обладает свойствами, которых нет ни у одной из частей» [16]. Использованное выше понятие макроскопического является родственным понятию целостности в том смысле, что в контексте цитат оно фиксирует наличие у ансамбля частиц (атомов, молекул) свойств, отсутствующих у отдельной частицы и требующих адекватного этим агрегированным свойствам изменения способа описания системы. Если в философии проблема целостности восходит еще к Платону и Аристотелю [4], то в естественных науках она до последнего времени была поставлена и предметно осознана лишь в биологии в связи с осознанием границ редукционистского подхода. Что касается физики, химии и смежных наук, а также математики с ее теоретико-множественным основанием, то здесь до недавнего времени понятие целостности практически не использовалось. Приведенные цитаты показывают, что в рамках синергетики происходит осмысление специалистами естественных наук целостного характера исследуемых ими явлений. Отметим, что такое же осмысление происходит, в частности, и в квантовой механике в связи с проблемой несилового взаимодействия тождественных частиц [39].

Обсудим более подробно понятия микро- и макроописания и переход между ними, на основе которого прежде всего реализуется в рамках предметных представлений интенция целостности. Г. Хакен предлагает классификацию уровней описания системы, содержащую три уровня:

микроскопический, мезоскопический и макроскопический [38]. На микроскопическом уровне рассматривается динамика отдельных элементов — атомов, молекул и т. п., описываемая с помощью величин, характеризующих эти элементы, например положений и скоростей атомов. На мезоскопическом уровне рассматриваются ансамбли элементов, вводятся усредненные величины, характеризующие эти ансамбли, например концентрация, плотность, температура и т. д., неприменимые при микроскопическом описании. Наконец, на макроскопическом уровне рассматриваются пространственно-временные структуры, образуемые ансамблями. Макроскопическому уровню соответствует введение зависимости переменных мезоскопического уровня от положения в пространстве и от времени. Макроструктуры можно характеризовать такими величинами как, например, длина волны, период, амплитуда. По Хакену, специфичным для синергетики является описание динамики макроуровней [38].

Как соотносятся между собой микро- и макроуровень в плане проблем синергетики? Микроуровню соответствует дискретное представление системы. На макроуровне атомы, молекулы и т. д. выступают в качестве элементов, динамика которых и определяет изменения, происходящие с системой.

И. Пригожин указывает, однако, что «описание на микроскопическом уровне становится неадекватным, коль скоро рассматриваемые явления характеризуются достаточно большим масштабом», «...при макроскопическом описании возникают новые качественные аспекты» [21].

Г. Хакен отмечает существование разрыва микро- и макроуровней описания систем, обсуждая модельную задачу о движении большого числа точечных масс, соединенных пружинами. При описании системы на микроуровне ее движение будет описываться наборами чисел, задающих положение каждой из точечных масс во времени. Однако только на макроуровне возникают такие характеристики пространственной структуры, как длина волны и амплитуда, отсутствующие на уровне точечных масс [37], т. е. «на макроскопическом уровне требуются совершенно иные концепции, нежели на микроскопическом». Переходу на макроуровень описания соответствует переход к концепции непрерывной среды [19]. Важно отметить, что в рамках представления о непрерывной среде атом, молекула и т. д. вообще перестают фигурировать как объект описания и, следовательно, не могут и в традиционном неце-

лостном смысле являться элементами пространственно-временных структур, рассматриваемых на макроуровне.

По Хакену, переход от микроуровня описания к описанию в макроскопических переменных уже есть шаг в направлении целостного описания системы. На макроуровне методом редукции выделяются макроскопические переменные, определяющие динамику системы в областях неустойчивости, возникновения пространственно-временных структур или смены их типа — параметры порядка. Понятие параметра порядка соответствует общему принципу подчинения одних макропеременных другим — одному из основных принципов самоорганизации [38]. Ю. Л. Климонтович отмечает, что процедуры усреднения, определяющие переход от микроописания к описанию в макропеременных, являются предметом статистической теории неравновесных процессов, тем самым выступающей в качестве фундамента синергетики [14].

Итак, в рамках предметного описания фиксируется, с одной стороны, целостная природа пространственно-временной самоорганизации, с другой — неадекватность этой природе элементарных представлений микроуровня. В качестве способа разрешения этого несоответствия рассматривается переход на макроуровень описания.

Перечислим некоторые соответствующие макроуровню и специфичные для синергетики как интегрирующей области исследований понятия. Помимо параметра порядка, принципа подчинения, а также диссипативных структур [41], автоволн [1], неравновесных фазовых переходов, описываемых обобщенным уравнением Гинзбурга—Ландау [37], выделим интегрирующее понятие синергетики — понятие активной кинетической среды. «Характерными признаками активных кинетических сред являются следующие: а) существует распределенный источник энергии или веществ, богатых энергией; б) каждый элементарный объем среды находится в состоянии, далеко от термодинамического равновесия, то есть является открытой термодинамической системой, в которой диссипирует часть энергии, поступающей из распределенного источника; в) связь между соседними элементарными объемами осуществляется за счет процессов переноса» [7].

Широкий класс автоволновых процессов в рамках представления об активной кинетической среде описывается системой уравнений в частных производных параболического типа

$$\bar{u}_t = f(\bar{u}) + D\Delta\bar{u}, \quad (1)$$

где $\bar{u} = (u_1, \dots, u_n)$; u_1, \dots, u_n — плотность веществ, температура и другие макропеременные, u_t — производная во времени, D — коэффициент переноса, Δ — вторая производная по пространственной координате. В этой системе все волновые процессы порождаются динамикой точечной нелинейной системы. В. И. Кринский, А. М. Жаботинский полагают, что «это новый тип динамических процессов, порождающих макроскопический линейный масштаб за счет локальных взаимодействий, каждое из которых линейным масштабом не обладает» [1]. Системе [1] соответствует большинство задач, рассмотренных в рамках синергетики. Она является основной формой математического описания явлений пространственно-временной самоорганизации на макроуровне.

Перейдем к критическому анализу изложенных предметных представлений о системе взаимодействующих элементов, макроуровне описания, предметному представлению процесса с точки зрения принципа целостности.

ПРЕДМЕТНЫЙ УРОВЕНЬ ОПИСАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ САМООРГАНИЗАЦИИ И ПРИНЦИП ЦЕЛОСТНОСТИ

Рассмотрим сначала один общий момент, связанный с использованием принципа целостности. Зададимся вопросом, что значит утверждение «некоторый теоретический объект является элементом целого»? В общем случае теоретический объект, являющийся элементом целого (целостности), может обладать тремя группами признаков (свойств). Во-первых, это собственно целостные признаки, указывающие на принадлежность элемента данному целостному единству, сохраняющие, как было указано выше, «в специфической форме целостные свойства исследуемой системы». Во-вторых, это соотносительные признаки, определяющие взаимозависимость выделенных элементов целого [32—34]. Необходимость наличия соотносительных признаков определяется тем, что без них целостность предстанет в виде многообразия отдельных, независимых друг от друга, самостоятельно существующих объектов, что неадекватно представлению о единстве ⁴. При-

⁴ На наш взгляд, представлению о единстве соответствует разбиение на элементы, обладающие лишь соотносительными признаками, а представлению о целостном единстве (или целостности) — разбиение на элементы, обладающие и целостными, и соотносительными признаками.

знаки обеих групп проявляются вследствие членения данного единства, являются результатом этого членения. В силу этих признаков элементы целого не могут быть даны вне целого и независимо от способа членения. Третью группу образуют признаки, которыми обладает теоретический объект вне связи с тем, что он является элементом целого. Это независимые признаки (или «положительные определенности») [32—34].

Сделав замечание общего характера, рассмотрим понятие системы взаимодействующих элементов. Абстрагируемая сначала от признаков элементов, определяющих их взаимодействие. Тогда мы будем иметь ансамбль невзаимодействующих элементов, ничем, вообще говоря, не отличающийся от математического множества элементов.

Образованию множества должно предшествовать постулирование многообразия объектов, обладающих независимыми признаками. Традиционно полагается, что «множество формируется путем простого акта объединения, собирания вместе объектов (из этого многообразия. — *Авт.*), включаемых в него в качестве элементов» [33]. Таким образом, полагается, что при объединении объектов в множество они не претерпевают никаких изменений, что и выражается в принятии аксиомы экстенциональности, утверждающей, что всякое множество определено своими элементами (при этом под элементами множества понимается исходное многообразие объектов [32]). Г. А. Смирнов показал, однако, что все процедуры образования и преобразования объектов в теории множеств подразумевают в неявном виде наличие у элементов множеств соотносительных различающих признаков, появляющихся вследствие объединения объектов. Теоретическому субъекту приписывается в рамках теории множеств способность объединять объекты в некоторое единство, а также соотносить, различать объекты, входящие в единство. Эти подразумеваемые признаки и указания способности никак не фиксируются в языке теории [32; 33].

Обсудим более подробно природу этой способности теоретического субъекта. На наш взгляд, она является пространственной. Именно теоретическому субъекту имманентно присуща способность к пространственному соотношению. Теоретический субъект соотносит в пространственном отношении любые объекты, имеющие пространственные признаки. В качестве указания субъекту на выполнение этого соотношения выступает сам факт данности таких объектов в мыследеятельности. И при образовании мно-

жества из многообразия объекты приобретают соотносительные признаки вследствие пространственного различения. Пространственный характер соотносительных признаков элементов множества, вообще говоря, вытекает из анализа объектов конструктивной математики, включающего сумму мест [32].

Помимо соотносительных признаков элементов множества, подразумеваются, но не фиксируются в языке теории их целостные признаки. На каком основании объекты, входившие в исходное многообразие и ставшие элементами множества, рассматриваются все вместе, что их объединяет? Элементы множества рассматриваются как принадлежащие некоторому единству постольку, поскольку они обладают целостными признаками. По нашему мнению, эти целостные признаки задает пространственная граница множества. Объекты из многообразия и граница множества даны в пространственном соотношении, в силу которого объекты многообразия становятся элементами целостного единства, задаваемого границей. Элемент целостного единства — это то, что находится «внутри границы». Признак «внутри границы» и является целостным признаком. Отметим, что граница множества, хотя это кажется на первый взгляд неожиданным, задает и целостное единство объектов, не принадлежавших множеству, и внешнюю среду в виде целостного единства. Действительно, элемент внешней среды — это то, что лежит вне границы. Признак «вне границы» — целостный признак элементов внешней среды.

В рамках теории множеств абстрагируются и от соотносительных, и от целостных признаков элементов целостного единства, образуемого из исходного многообразия независимых объектов на основе имманентно присущей теоретическому субъекту способности к пространственному соотношению объектов, и фиксируют в языке теории лишь независимые признаки объектов, входивших в многообразие. Множество, таким образом, выступает как редуцированный, частичный объект по отношению к целостному единству. Соответственно нецелостным является и непосредственный предмет нашего рассмотрения — ансамбль невзаимодействующих элементов.

Взаимодействие элементов предполагает изменение их независимых признаков. Поэтому наличие взаимодействия элементов с точки зрения целостности системы ничего не меняет.

Перейдем к рассмотрению макроуровня описания с точки зрения принципа целостности. На макроуровне, как мы указывали, в качестве содержательного используется представление о непрерывной среде. Исходным образованием, на основе которого складывается представление о непрерывной среде, является пространственный континуум. Пространственный континуум мыслится как целостное единство. В качестве элемента пространственного континуума может выступать точка, имеющая целостные и соотносительные признаки. Точка континуума не имеет, однако, независимых признаков; понятие о ней содержит потенциальную возможность их задания. Задание независимых признаков точек пространственного континуума происходит путем их «наполнения», или «начинки», некоторыми вещественными характеристиками — плотностью вещества, напряженностью поля и т. д. Именно с этими независимыми признаками имеют дело при математическом описании. Для того чтобы математически описывать пространственный континуум, переходят к его редуцированной форме — пространственному множеству с соответствующим отвлечением от целостных и соотносительных признаков точек континуума. Точка пространственного множества в силу этого отвлечения мыслится и существует сама по себе, вне соотнесения с другими точками. Поэтому точка пространственного множества не является элементом пространственной формы, например диссипативной структуры. Этот момент фиксировал еще Аристотель, отмечавший, что линия не слагается из точек [2]. Действительно, точка равно принадлежит любой линии или поверхности, проходящей через нее, и в силу этого не может являться элементом какой-то конкретной линии или поверхности. Поэтому пространственное описание структур, возникающих в результате самоорганизации, не может быть целостным, если в качестве элемента структуры используется основной теоретический объект макроскопического уровня описания — точка пространственного множества.

При обосновании на методологическом уровне целостной природы самоорганизации мы существенным образом использовали понятие процесса. Кратко рассмотрим с точки зрения принципа целостности существующее предметное понимание процесса (о философском системном понимании процесса см. [32—36; 30; 40]). Процесс задается в виде данной во времени последовательности состояний системы. Состояние системы является самостоятельным,

независимым теоретическим объектом. В понятие «данного состояния» никак не входит указание на наличие других состояний, ряда состояний. Действительно, например, в предметном описании равновесных физико-химических систем всякому прямому процессу соответствует обратный. Прямой и обратный процессы протекают через одну и ту же последовательность состояний. Для некоторого выбранного состояния соответствующие ему предыдущее и последующее состояния при замене прямого процесса на обратный меняются местами. Однако само выбранное состояние остается неизменным.

Итак, процесс предстает в виде последовательности во времени независимых объектов-состояний. Возникает вопрос: на каком основании эти независимые объекты рассматриваются все вместе, как включенные в данный процесс? Что их объединяет? На наш взгляд, точно так же, как способность теоретического субъекта к пространственному соотнесению объектов лежит в основе образования целостного единства из многообразия независимых объектов, в основе образования целостного понятия процесса лежит способность теоретического субъекта к временному соотнесению объектов, данных в мыследеятельности. Указанием на временное соотнесение теоретических объектов служит сам факт данности теоретическому субъекту объектов в мыследеятельности. Способность теоретического субъекта к временному соотнесению объектов служит основанием задания процесса в качестве целостного единства элементов — состояний, редукцией, частичной формой которого является предметное представление процесса. Состояния, рассматриваемые как элементы процесса — целостного единства, обладают целостными признаками. Целостные признаки состояний, указывающие на принадлежность данному процессу, определяются заданием начального состояния процесса. Состояния данного процесса — это состояния, следующие за начальным. Признак «следующие за начальным» и является целостным признаком состояния. Состояния обладают соотносительными признаками, предшествуя друг другу или следуя друг за другом.

Независимые признаки состояния как элемента процесса образуются пространственными и вещественными характеристиками. В рамках предметного теоретического процесса описания аналогично тому, как это происходит в случае множества, абстрагируются от целостных и соотносительных признаков состояния и фиксируют в языке

теории лишь независимые признаки. Однако целостные и соотносительные признаки состояния неявно подразумеваются и используются в предметном описании процесса.

Проведенный нами анализ позволяет заключить, что предметные представления о системе взаимодействующих элементов, макроуровне описания, процессе не являются целостными, следовательно, не вполне соответствуют задаче описания целостных по своей природе явлений пространственно-временной самоорганизации. Рассмотрение предметных описаний с точки зрения принципа целостности показывает, что общей причиной нецелостности использованных в них представлений и методов является абстрагирование, отвлечение от целостных и соотносительных признаков элементов. Эти признаки неявно учитываются, но никак не фиксируются в языке теории. Соответственно, теория не описывает целостной природы явлений. Как же описывать явления такого рода?

В [33—36], в частности, обсуждается возможность теоретического задания соотносительных признаков элементов. Вводится представление о диаде — простейшей процедуре конститутивного различения двух элементов, обладающих соотносительными признаками.

Отметим, что необходимость задания теоретического объекта как процедуры имеет свои исторические корни, в частности, применительно к проблеме пространства-времени в понятии симметрии. В соответствии с исторически первым пониманием симметрии ищут полную совокупность операций, переводящих данный объект в новое положение, неотличимое от прежнего. Таким образом, процедура перевода объекта в новое положение выступает как способ задания симметричного объекта, процедура как способ задания объекта заложена в основании понятия симметрии. Однако указанная интенция задания объектов в дальнейшем получила математическую, теоретико-множественную интерпретацию. Процедура реализуется через математическое преобразование — поточечный переход от одних точек, из которых «состоят» пространственные фигуры, к другим. А главное, вместо процедуры перехода мы имеем начальное и конечное пространственные состояния, не обладающие никакими соотносительными признаками, зафиксированными в языке теории.

Другой способ решения проблемы описания целостных объектов предлагает И. З. Цехмистро [39]. Он в онтологическом аспекте обсуждает проблему целостности в квантовой механике в связи с анализом парадокса Эйнштейна—

Подольского—Розена [15; 20]. Суть этого и ряда родственных парадоксов в том, что подсистемы, входившие в единую квантовую систему, сохраняют специфическую корреляцию состояний даже на таких расстояниях, на которых всякое их взаимодействие, казалось бы, исключено. В [39] разрешение парадокса видится в постулировании принципа неразложимости квантовых систем на множество элементов, обосновываемого с помощью квантовомеханического принципа дополнителности. При этом, поскольку всякое математическое описание квантовых систем имеет теоретико-множественную природу и требует использования элементов, этим элементам придается статус потенциальных возможностей. Таким образом, И. З. Цехмистро видит решение задачи теоретического описания целостных по своей природе квантовомеханических объектов не в создании принципиально нового формального аппарата, но в осознании онтологической значимости этой природы и сохранении старого теоретико-множественного аппарата.

В заключение отметим, что сегодня, на наш взгляд, сделаны первые шаги в направлении создания логически обоснованного формального аппарата для целостного описания явлений. Острая необходимость создания такого аппарата ощущается во многих сферах мыследеятельности. В этой статье наряду с общим рассмотрением синергетики с позиций методологии системных исследований мы хотели на материале синергетики привлечь внимание исследователей к этой важной проблеме и тем самым стимулировать дальнейший поиск.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоволновые процессы в системах с диффузией. Горький, 1981.
2. *Аристотель*. Физика. М., 1937.
3. *Белинцев Б. Н.* Диссипативные структуры и проблема биологического формообразования // УФН. 1983. Т. 141, вып. 1.
4. *Блауберг И. В., Мирский Э. М., Садовский В. Н.* Системный подход и системный анализ // Системные исследования: Ежегодник, 1982. М., 1982.
5. *Блауберг И. В., Юдин Э. Г.* Становление и сущность системного подхода. М., 1973.
6. *Бурбаки Н.* Архитектура математики // Математическое просвещение. М., 1959. Вып. 5. С. 106—107.
7. *Васильев В. А., Романовский Ю. М., Яхно В. Г.* Автоволновые процессы в распределенных кинетических системах // УФН. 1979. Т. 128. Вып. 4.

8. Данилов Ю. А., Кадомцев Б. Б. Что такое синергетика // Нелинейные волны. М., 1983.
9. Дружинин Д. Л., Иванова А. Н., Фурман Г. А. Моделирование критических явлений в реакции CO с O на платине // Химическая физика. 1986. № 10.
10. Дружинин Д. Л., Иванова А. Н., Фурман Г. А. Моделирование критических явлений при гетерогенном окислении водорода на никеле. Черноголовка, Отд-ние хим. физики АН СССР, 1985.
11. Евин И. А., Яблонский А. И. Модели развития и теория катастроф // Системные исследования: Ежегодник, 1982. М., 1982.
12. Жаботинский А. М. Концентрационные автоколебания. М., 1974.
13. Кадомцев Б. Б. Коллективные явления в плазме. М., 1976.
14. Климонтович Н. Ю. Без формул о синергетике. Минск, 1986.
15. Кузьмин М. В. Парадокс ЭПР и проблема полноты квантовой механики // Филос. науки. 1980. № 4.
16. Кудрямов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика — теория самоорганизации: Идеи, методы, перспективы. М., 1983.
17. Маркрян Э. С. Культура как система: Общетеоретические и историко-методологические аспекты проблемы // Вопр. филос. 1984. № 1.
18. Мирский Э. М. Междисциплинарные исследования и дисциплинарная организация науки. М., 1980.
19. Моисеев Н. Н. Человек. Среда. Общество. М., 1982.
20. Молчанов Ю. Б. Парадокс Эйнштейна—Подольского—Розена и принципы причинности // Вопр. филос. 1983. № 3.
21. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. М., 1979.
22. Ойзерман Т. И. Эмпирическое и теоретическое: различие, противоположность, единство // Вопр. филос. 1986. № 1.
23. Панченко А. И. Понятие состояния, вероятность и детерминизм // Филос. науки. 1986. № 5.
24. Полак Л. С., Михайлов А. С. Самоорганизация в неравновесных физико-химических системах. М., 1983.
25. Пригожин И. Время, структура и флуктуация: Нобелевская лекция по химии 1977 года // Успехи физ. наук. 1980. Т. 131, вып. 2.
26. Романовский Ю. М., Степанова Н. В., Чернавский Д. С. Математическое моделирование в биофизике. М., 1975.
27. Рузавин Г. И. Синергетика и принцип самодвижения материи. Вопр. филос. 1984. № 8.
28. Садовский В. Н. Основания общей теории систем. М., 1974.
29. Свирежев Ю. М., Логофет Д. О. Устойчивость биологических сообществ. М., 1978.
30. Серов Н. К. Процессы и мера времени. М., 1974.
31. Слинъко М. Г., Слинъко М. М. Автоколебания скорости гетерогенных каталитических реакций // Кинетика и катализ. 1982. Т. 23, № 6.
32. Смирнов Г. А. К определению целостного идеального объекта // Системные исследования. Методол. пробл. : Ежегодник, 1977. М., 1978.
33. Смирнов Г. А. Об исходных понятиях формальной теории целостности // Системные исследования. Методол. пробл.: Ежегодник, 1978. М., 1978.
34. Смирнов Г. А. Основы формальной теории целостности (часть первая) // Системные исследования. Методол. пробл.: Ежегодник, 1979. М., 1980.

35. *Смирнов Г. А.* Основы формальной теории целостности (часть вторая) // Системные исследования: Методол. пробл.: Ежегодник, 1980. М., 1981.
36. *Смирнов Г. А.* Основы формальной теории целостности (часть третья) // Системные исследования: Методол. пробл.: Ежегодник, 1983. М., 1983.
37. *Хакен Г.* Синергетика. М., 1980.
38. *Хакен Г.* Синергетика: Иерархии неустойчивостей. М., 1985.
39. *Цехмистро И. З.* Парадокс Эйнштейна—Подольского—Розена и концепция целостности // Вопр. филос. 1985. № 4.
40. *Щедровицкий Г. П.* Автоматизация проектирования и задачи развития проектировочной деятельности // Разработка и внедрение автоматизированных систем в проектирование. М., 1975.
41. *Эбелинг В.* Образование диссипативных структур при необратимых процессах. М., 1979.

МЕТАБОЛИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ СИСТЕМ

А. П. ЛЕВИЧ

В парадигме современного научного знания время — исходное и неопределяемое понятие. Проблема времени, по-моему, состоит в том, чтобы создать явную конструкцию, которая дала бы язык, достаточно богатый для содержательного обсуждения интуитивных представлений о времени у исследователей различных областей реальности.

Задавая вопрос «Что есть время?», мы ожидаем получить ответы по крайней мере двоякого рода. Первый — какова природа динамической изменчивости Мира? Почему удается линейно упорядочить события Мира отношением «раньше — позже»? Другими словами, почему все сущее брэнно и Мир, во всем постоянный, невозможен. Второй из ожидаемых нами ответов — какова количественная мера изменчивости Мира? Как сопоставить изменению число? Как сравнить изменения различных объектов? Опыт научного познания Мира подсказывает, что, не научившись корректно оценивать изменчивость, мы рискуем не проникнуть в то, что хотим понимать под ее происхождением.

Как видим, попытка экспликации понятия времени приводит к расщеплению его по крайней мере на два: «предвремя» — как обозначение существующего в Мире феномена изменчивости и «параметрическое время» — как способ количественного представления изменчивости (различать эти лики времени предложил М. А. Аркадьев). На математическом языке идеализацией предвремени обычно выступает отношение порядка на множестве событий (последовательность событий), а параметрического времени — метрика на этом множестве (длительность промежутков между событиями).

Анализ проблемы времени необходим для отыскания адекватных способов измерения собственного возраста естественных систем; для решения вопросов о возможности манипуляций с собственным временем — научных методов ускорения или замедления естественного развития систем; для адекватного применения метода исторических реконструкций, без которого не могут обойтись

многие науки естественного цикла (геология, палеонтология, эволюционная биология, ряд разделов географии), а может быть, и гуманитарные науки; для пересмотра классических представлений о механизмах причинности и возникновения нового в Мире; для углубления в понимании и экспликации общенаучных понятий, тесно связанных с представлениями о времени,— движения, пространства, взаимодействия, энтропии, энергии... Но главный, на мой взгляд, мотив обращения к проблеме времени — надежда на отыскание законов изменчивости Мира, которое, по-видимому, невозможно без корректного каузального и параметрического описания времени.

ВРЕМЯ КАК КОМПОНЕНТ ТЕОРИИ

Динамическая теория любого реального объекта обязательно включает ряд компонентов, разработка которых осознанно или чаще неявно выступает этапами ее построения.

О-компонент состоит в описании идеализированной структуры элементарного объекта теории.

S-компонент заключается в перечислении допустимых состояний объектов теории. Другими словами, о компоненте *S* говорят как о пространстве состояний исследуемой системы.

C-компонент фиксирует способы изменчивости объектов и исправляет чрезмерную идеализацию, связанную с выделением объектов, поскольку в Мире нет объектов, а есть лишь процессы, абстракцию от которых составляют представления об объектах. *C-компонент* вводит в теорию процессы, изменчивость, предвремя.

Вместо строгих дефиниций приведу примеры элементарных объектов и их изменчивости.

В классической механике элементарными объектами являются материальные точки вместе с их положениями и скоростями в физическом пространстве, а изменчивость задается траекториями точек. Пространство состояний есть шестимерное фазовое пространство — произведение трехмерного евклидова пространства на трехмерное пространство скоростей.

В квантовой механике элементарные объекты — амплитуды вероятностей состояний микрообъектов (например, энергетических состояний атома). Изменчивость в пространстве состояний задается траекториями векторов в бесконечномерном гильбертовом пространстве.

В теории ядра элементарные объекты — нуклоны и некоторые другие элементарные частицы, обладающие специфическим набором квантовых чисел. Изменчивость — взаимные превращения

частиц и излучений. Пространство состояний ограничивается комбинациями квантовых чисел для совокупностей превращающихся частиц, допустимыми согласно законам сохранения.

В эмбриологии роль элементарного объекта играет живая клетка, а роль изменчивости — процесс деления клеток. Пространство состояний описывается морфологическими признаками архетипов зоологических систематик.

В экологии сообществ объект — популяция организмов. Изменчивость складывается из процессов рождения и гибели особей. Пространство состояний — набор всевозможных векторов (n_1, n_2, \dots, n_w) , где n_i — численность популяции вида i , входящего в сообщество. Набор ограничен доступными организмам ресурсами среды.

T-компонент теории состоит во введении часов и параметрического времени в описание функционирования систем. Параметрическое время предлагается понимать как образ меняющихся объектов при отображении процесса изменчивости в линейно упорядоченное, метризованное (как правило, числовое) множество. Обычно изменчивость избранного объекта принимается за эталон и с ее помощью измеряются иные изменчивости. Часы и есть естественный объект, изменчивость которого служит эталоном и операциональным способом устройства нужного отображения.

Традиционные часы естествознания основаны на физических процессах: конструкции с упругим или гравитационным маятниками; астрономические системы, фиксирующие вращение Земли вокруг оси или вокруг Солнца; цезиевые или иные источники электромагнитных колебаний; интенсивно обсуждающийся в последние годы пульсарный эталон сверхстабильных периодов.

Параметризация изменчивости с помощью физических часов пронизывает почти все контролируемое сознанием человека бытие — науку, технику, культуру, повседневную жизнь. Однако в нефизическом естествознании все чаще возникает необходимость в часах, которые не должны быть синхронизированы с физическими эталонами.

В эмбриологии развитие различных организмов эффективно описывается с помощью единицы биологического времени, равной интервалу между одноименными фазами делений дробления [9; 30]. Эта единица («детлаф») зависит от температуры и видоспецифична. Поэтому закономерности развития, описываемые в детлафах, не обнаруживаются при использовании шкалы астрономического времени.

Популяционное время в экологии [1], этнографии [3], генетике [23] удобно измерять количеством сменившихся поколений.

Хроностратиграфическая шкала геологического времени образована последовательностью горных пород со стандартизированными точками, выбранными в разрезах с максимально полными сохранившимися пограничными областями [26]. Для стратиграфии, базирующейся на палеобиологической основе, длительности гео-

логических эпох Земли могут измеряться вертикальной толщиной слоев, в которых встречаются организмы ископаемых видов [24].

В модели психологического времени [8] длительности промежутков между значимыми для личности событиями измеряются количеством межсобытийных связей.

L-компонент теории представляет собой формулировку закона изменчивости, выделяющего реальное обобщенное движение объектов в пространстве состояний из всех возможных движений (термин «обобщенное движение» употреблен как синоним изменчивости объектов).

В механике, теории поля такой закон чаще всего имеет вид уравнений движения. Например, уравнений Ньютона для движений макрообъектов с небольшими скоростями и в несильных полях или уравнения Шредингера в нерелятивистской квантовой механике.

Для огромного числа областей естествознания (в частности, для теории ядра, эмбриогенеза, экологии) формулировка закона изменчивости составляет цель построения теории. Цель эта недостижима без корректного решения классов проблем, составляющих разработку *O*, *C*, *S* и *T*-компонентов теории.

В нынешней парадигме естествознания вопрос «Что есть время?» воспринимается как наивный или вненаучный; большая часть человечества либо считает ответ на этот вопрос понятным для себя без особых дефиниций, либо, что ответ содержится в таком-то из учебников физики. Но, на самом деле, во всех построениях теоретической физики время всегда является базовым понятием, исходным, лежащим в основе всех наших динамических построений — последние вообще приобретают физический смысл, благодаря понятию времени, так что структура самого времени как физического объекта с самого начала постулируется максимально простой [2]. «Интерпретация времени как внутреннего свойства физической системы выходит за рамки традиционного физического описания» [21. С. 218]. Физика, во-первых, отождествляет время с множеством действительных чисел, правда, без предъявления явно выраженных нематематических представлений о времени (из-за чего оказывается невозможным конструктивный анализ соответствия аксиоматики действительной прямой свойствам самого времени). И, во-вторых, физика предлагает для регистрации любой изменчивости физические часы, обязательно основанные на процессах, связанных с гравитационным или электромагнитным взаимодействия-

ми, т. е. имеет дело только с параметрическим временем, основанном на узком классе естественных часов.

Между тем изменения, происходящие в мире, не сводятся к механическим перемещениям: химические превращения веществ, геологическая летопись, развитие и гибель живых организмов и целых их сообществ, нестационарность Вселенной, социогенез... Поэтому и разработка нефизических и, может быть, ряда физических областей знания не может быть достигнута без исключения параметрического времени из неконтролируемых представлений теории.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ЧАСЫ

Один из путей [13] конструирования параметрического времени состоит в унификации механизмов изменчивости естественных систем, что позволяет вводить часы, пригодные для измерения изменчивости в системах произвольной природы. Обнаруживается, что равномерность хода различных часов неодинакова, и это обстоятельство оставляет исследователю свободу выбора при описании динамики различных естественных фрагментов реальности.

Принцип иерархичности. Естественные системы иерархичны: любой объект оказывается элементом объекта более высокого ранга и любой элемент оказывается объектом, состоящим из предэлементов.

Так, живая клетка состоит из молекул, организмы складываются из клеток и сами объединяются в популяции, популяции составляют сообщества, которые, в свою очередь, могут рассматриваться как элементы биосферы. Это фрагмент биологической иерархии.

Вариант геологической иерархии: молекулы, минералы, породы, отложения, рельефы...

Географическая иерархия: молекулы, отложения, фации, урочища, ландшафты; физико-географические районы, провинции, зоны, страны; материка, суша, географическая оболочка (по И. А. Солнцеву из книги И. И. Михайлова [17]).

Эскиз астрономической иерархии: молекулы, тела, планетные системы, звездные ассоциации, галактики... (все приведенные примеры имеют смысл лишь иллюстраций, конкретизирующих общие рассуждения, но не строгих построений).

Иерархическое строение систем — не только естественнонаучное обобщение, но и один из способов аксиоматизации теории множеств, позволяющий избежать логических противоречий, связанных с неконтрольным построением объектов из элементов: если каждому элементу приписать тип, то множества (естественные объекты) об-

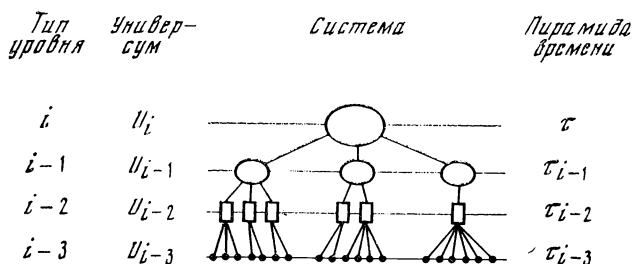


Рис. 1. Иерархичность систем и пирамида времени

разуются из элементов одинакового типа [38; 25]. Типы объектов обычно маркируются натуральными числами. Существенно, что аксиоматика предлагает рассматривать все понятия как имеющие определенный тип: при строгом изложении [12] предъявление любой конструкции — объект, элемент, принадлежность, объединение или пересечение, время, пространство и т. д. — сопровождается указанием ее типа, и лишь при неформализованном изложении, когда тип конструкции хорошо ясен из контекста, указание типа нередко опускается.

При рассмотрении иерархических систем обычно возникают вопросы о том, насколько далеко «вверх» и «вниз» простираются уровни иерархии. Автору удобно занять позицию, в силу которой глубина иерархии определяется наличием операционных способов различения элементов «удаленных» уровней. Для любой имеющейся в момент исследования технологии различения существует уровень неразличимых элементов, который и будет приниматься за границу иерархии (относительную — с учетом возможности изменения доступного метода различения объектов).

Количество учитываемых уровней строения удобно называть глубиной системы. Принцип иерархичности требует, чтобы элементарный объект теории — «система» — обязательно представлял собой иерархическую конструкцию (рис. 1).

Будем понимать под изменением набора элементов системы появление в ней новых элементов (рост системы) или замены уже имеющихся элементов на иные их экземпляры (стационарное состояние количественных характеристик системы), или потери элементов (деградация и разрушение системы).

Принцип изменчивости: во всех естественных системах существует обязательный феномен изменения набора составляющих систему элементов. Любое изменение системы состоит в изменении набора элементов на определенной глубине иерархии. Явление изменения набора элементов в системе я буду называть генеральным процессом для естественных систем.

В живых клетках генеральным процессом является метаболизм, заменяющий молекулы в составе клетки. Генеральный процесс для многоклеточных организмов — рост, при котором появляются новые клетки и заменяются или исчезают уже существующие. Динамика численности, резюмирующая рождения и смерти особей, составляет генеральный процесс для популяции. Смена видов, называемая сукцессией, есть проявление генерального процесса в экологических сообществах. Смена ассоциаций живых организмов в биосфере Земли называется процессом эволюции.

Принципы иерархичности и изменчивости позволяют унифицировать разнообразие проявлений изменчивости (изменение качеств, отношений, связей и т. д.) — изменяются только количества или экземпляры элементов системы. Качественная специфика изменений описывается принадлежностью замен элементов различным уровням строения системы, т. е. описать изменчивость — значит отыскать иерархические уровни систем, на которых происходят изменения в наборах предэлементов.

Следует заметить, что термин «изменчивость» используется не только в динамическом смысле. Говорят о пространственной (например, географической) изменчивости биологических или социальных объектов. В терминах изменчивости описывают и разнообразие объектов в таксонах каких-либо их классификаций (атомы в системе химических элементов, бабочки в коллекции).

Наряду с терминами «изменение набора элементов» и «генеральный процесс» предлагается синоним «течение времени». Таким образом, постулат существования предвременно заменен постулатом существования генерального процесса. Не проясняя «природы» времени, такая модификация, тем не менее, оказывается полезной, операционально задавая события как замены элементов системы.

Такая идеализация — сведение всего разнообразия меняющихся характеристик системы к заменам элементов — подсказывает выбрать в качестве нужной меры изменчивости количество меняющихся элементов. При этом вводится и скрытое соглашение о сохранении выбранной метрики: замены различных экземпляров элементов подразумеваются равноправными.

Впрочем, подобное соглашение неявно присутствует и в обычной практике измерения времени. «Argiogu мы можем взять любое динамическое явление и использовать его развивающийся процесс, чтобы определить масштаб времени. Однако не существует однородного естественного масштаба времени, так как мы не можем сказать, что имеется в виду под словом однородный в отношении времени; мы не можем схватить текущую минуту и поставить рядом с ней последующую. Иногда говорят, что однородный масштаб времени определяется периодическими явлениями. Однако разрешите задать вопрос: может ли кто-либо нам сказать, что два следующие друг за другом периода равны?» [34. С. 5]. Отсутствие верифицирующей процедуры порождает допустимость различных соглашений о том, какие промежутки времени считать равными, и соответственно — порождает различные часы. При этом «не существует способа измерения времени, который был бы более правильным, чем другой. Тот, который принимается, лишь более удобен. Сравнивая часы, мы не имеем права сказать, что одни из них идут хорошо, а другие плохо, мы можем только сказать, что предпочтение отдается показаниям первых часов» [36]. И в предполагаемой конструкции для преодоления произвола в выборе длительностей, принимаемых за равные, требуется дополнительный постулат (именно такого рода соглашения Рейхенбах [22] называет координативными дефинициями).

Принцип конвенциональности: часами называется эталонный объект, принадлежащий определенному уровню строения системы. Интервалы времени между изменениями набора элементов эталонного объекта на один элемент считаются равными и единичными.

Измерение времени. Принципы иерархичности и изменчивости задают генеральный процесс на каждом из уровней иерархического строения системы.

Событие x типа i (синоним — момент времени) для объекта A типа $i + 1$ есть акт замены элемента x в объекте A . Также станем называть событием сам элемент x , меняющийся в объекте A .

Интервалом собственного времени глубины k между событиями a типа k и событием b типа k для произвольной системы типа i называю количество элементов типа k , заменившихся в системе в результате основного процесса, т. е. собственное время глубины k для системы типа i измеряется при условии выбора в качестве часов объекта

типа $i - k + 1$, полученного как объединение элементов типа $i - k + 1$, принадлежащих исходной системе.

Если удастся корректно ввести представления о системе отсчета для «обобщенного движения» и об одновременности событий, то возникает возможность измерения не только собственного времени системы, но и ее времени по произвольным часам.

Внешнее время (время по часам C). Интервал времени по часам между событиями a и b есть интервал собственного времени объекта C между событием $x \in C$, одновременным с событием a , и событием $y \in C$, одновременным с b .

Процедуры измерения порождают метрику времени, точнее, целый набор метрик, поскольку часы с различных уровней строения системы могут задавать несовпадающие формы метрик.

Возраст объекта d по каким-либо часам есть время по этим часам между событиями в объекте A ($d \in A$), состоящими во входе элемента d в A и выходе d из A .

Количество кислорода, потребленное животным от «первого вдоха» до «последнего дыхания», может служить физиологическим возрастом организма. Если справедливо правило Рубнера [10], то это количество одинаково для всех представителей одного биологического вида. А в предположении постоянства коэффициента трат кислорода на окисление единицы массы пищи физиологический возраст организма соответствует количеству потребленной пищи, т. е. речь идет о некоторой субстратно-энергетической шкале собственного времени организма. Правило Рубнера подтверждается экспериментальными результатами, полученными в основном на грызунах, насекомых, одноклеточных: ограничение питания приводит к пролонгированию жизни [33;5].

МЕТАБОЛИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ, МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ, ПРОСТРАНСТВО СОСТОЯНИЙ И МЕТАБОЛИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

Научная традиция, идущая от Гераклита и Аристотеля, связывает время с восприятием и переживанием изменений в мире. Аристотель ([4], комментарий 9 к главе II книги четвертой) различал изменения как движение в широком смысле (*metabolē*), как возникновение и уничтожение (*genesis kai phthora*), как качественные превращения (*alloisis*), как механические перемещения (*kinesis*)...

Предложенная аксиоматика изменчивости: генеральный процесс = обобщенное движение = течение времени —

относится не к отдельным видам превращений и соответствует, по-видимому, термину *metabolé*. По предложению С. В. Мейена описываемую конструкцию времени будем называть метаболическим временем естественных систем (см. также [18; 27]). Однако термин «метаболическое» предлагается понимать в гораздо более широком смысле, чем биохимический метаболизм живых клеток и организмов.

Обычно время воспринимается как тактовый, или связанный с повторяющимися периодами, процесс: смена дня и ночи, колебания маятника и тиканье часов, ритм метронома... Физическое времяопределение связано с периодическими процессами: вращение Земли, механические или электромагнитные колебания. Предложенная конструкция заменяет «тактовые» часы на «метаболические», перенося акценты на процессы не обязательно периодические, нестационарные, эволюционные. Впрочем, «тактовое» и «метаболическое» представления процессов могут оказаться дополняющими друг друга.

В квантовой механике при описании физических полей существует глубокое соответствие между описаниями явлений на языке частот и на языке замен («рождений» и «уничтожений») частиц. Оно задается методом вторичного квантования.

Метаболическое время — свойство системы, обязательно не замкнутой по элементам какого-либо уровня ее строения.

Метаболическая конструкция, помимо метрики времени, порождает архетип иерархического и метаболического видения Мира, точнее, естественных систем: элементарный объект теории не похож на «точки» или «состояния» — это объект иерархический, незамкнутый и неравновесный.

Для строгого описания метаболического объекта нужны и новые математические средства. Иерархичность объекта может быть описана конструкцией армад [12], которая явно вводит в математику, помимо переплетения традиционных алгебраической, топологической и порядковой структур [7], также иерархическую математическую структуру (основанную на упоминавшейся выше теории типов). Однако теоретико-множественных оснований математики, по-видимому, недостаточно для формализации метаболического объекта: нужен аппарат для описания универсумов с вновь появляющимися и исчезающими элементами. Может быть, для этого достаточно принятия более мягкой формы аксиомы экстенциональности, но воз-

можно, что для оперирования с «динамическими множествами» вместо совокупностей с раз и навсегда заданным объемом элементов потребуются и более радикальные средства.

Совокупность всех элементов одного типа (одного уровня естественной иерархии) удобно назвать универсумом этого типа [12]. Тогда пространство состояний системы, представляющей собой объект типа k , описывается произведением универсумов всех типов, меньших k (более подробное обсуждение связи между конструкциями времени и пространства см. в [13]). По отношению к пространству состояний о феномене генерального процесса удобно говорить как об «обобщенном» или «метаболическом» движении системы.

Удачным наглядным образом такого движения является устройство «бегущей рекламы» или движение изображения на экране электронно-лучевой трубки.

Уровни иерархического строения систем могут теперь играть двоякую роль — роль пространственных измерений Мира («измерения» — как компоненты пространства состояний) и роль временных измерений.

Например, о замене молекул в клетке можно говорить на языке течения времени (мысленный образ: неподвижная клетка с входящими в нее и выходящими вовне молекулами, отсчитывающими такты течения времени, — «клеткоцентристская» точка зрения). Или о том же явлении — говорить как о движении клетки в молекулярном пространстве, где движением назван переход от включения клеткой одной из молекул среды к включению другой (мысленный образ: неподвижные точки-молекулы и передвигающаяся от молекулы к молекуле клетка — «молекулоцентристская» точка зрения).

Представление о метаболическом движении: любое движение объекта есть «поглощение» и (или) «испускание» им своих элементов («точек пространства», или «среды», входящих в универсумы каких-либо предуровней иерархического строения объекта) — составляет, на мой взгляд, одно из существеннейших методологических следствий метаболической конструкции.

СВОЙСТВА МЕТАБОЛИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ.

Многокомпонентность времени. Собственное время системы представляет величину, составляющие которой интервалы собственного времени различной глубины. Назову эту величину пирамидой собственного времени системы (см. рис. 1). Каждая компонента пирамиды времени — на-

зову ее шкалой типа k — описывает изменчивость в универсуме элементов своего типа (т. е. своей компоненты пространства состояний).

Собственное время глубины I клетки — τ_1 — измеряется количеством замененных в клетке молекул. Аналогичное время организма исчисляется заменяющимися клетками. Популяционное τ_1 определяется балансом рождений и гибели особей. τ_1 сообщества есть количество сменившихся в сукцессии видов. Биосферное τ_1 отсчитывается сменяющими друг друга, исчезающими и вновь образующимися ассоциациями живых организмов.

Можно представить себе экологическое сообщество как объединение индивидуальных организмов всех образующих сообщество видов. Баланс изменений общей численности организмов сообщества будет задаваться для сообщества величиной собственного времени глубины 2.

Для решения ряда количественных проблем экологии удобно представить сообщество как пул лимитирующего развитие организмов биогенного химического элемента (например, углерода, азота или фосфора). Сумма изменений количества молекул в пуле (на практике такие количества оцениваются в единицах массы или концентрации) составляет для сообщества собственное время глубины 4.

Другие примеры применения нестандартных шкал времени сведены в работе [13].

Обычно для измерения времени выбирают одну из компонент, почти всегда наиболее глубокую, находящуюся вблизи уровня неразличимости и связанную с физическими процессами (например, электромагнитную шкалу, соответствующую «заменам» фотонов в атомах). Принцип конвенциональности позволяет выбирать в качестве эталонных часов систему любого уровня естественной иерархии.

Представления о неоднородности времени неоднократно возникали в естествознании. «Множественность временных шкал, несомненно, представляет собой важнейший аспект жизни... Например, существует физическое время (в уравнениях движения), каталитическое время (необходимое для описания ферментативных реакций), время клеточного деления, время экологических сукцессий и, наконец, эволюционное время...» (из письма Г. Патти К. Х. Уоддингтону [20. С. 177—178]). Г. Е. Михайловский [18] вводит комплексное время живых организмов. Действительная его часть представляет онтогенетическое время организма, а мнимая — определяется стадией процессов самовоспроизведения. На необходимости введения трехмерного биологического времени настаивает Н. И. Моисеева [19].

Неравномерность времени. Свобода выбора эталонных объектов для измерения времени позволяет поставить вопрос о том, все ли процессы соизмеримы друг с другом? Любой ли существующий процесс может служить

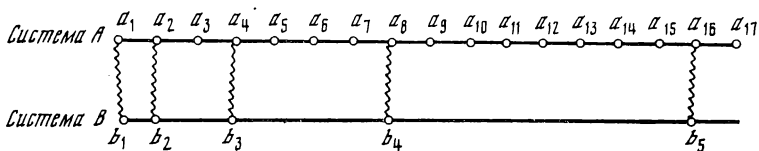


Рис. 2. Взаимная неравномерность двух шкал времен

Точки a_1, a_2, \dots — события, состоящие в замене элементов системы А, точки b_1, b_2, \dots — события замены элементов системы В. Если система А принята за эталонную, т. е. промежутки между заменами элементов в ней приняты за одинаковые, то замены элементов в системе В происходят неравномерно — каждое последующее событие наступает через возрастающие промежутки эталонного времени. Если же за эталон выбрать систему В, то события в системе А сменяются неравномерно и промежутки между ними убывают.

эталонном для любого другого процесса? На этот вопрос приходится ответить отрицательно, поскольку промежутки времени, одинаковые при измерении одними часами, могут оказаться неравными в показаниях других часов (схематический пример на рис. 2 иллюстрирует взаимную неравномерность двух шкал).

Неравномерность метаболического времени — следствие принципов иерархичности и конвенциональности — обнаруживается только при наличии нескольких временных шкал. Если шкала единственна (система глубины 1), то ход времени равномерен по определению, составляющему содержание принципа конвенциональности. Например: «Абсолютное, истинное, математическое время само по себе и по самой своей природе, без всякого отношения к чему-либо внешнему протекает равномерно и иначе называется длительностью. Все движения могут ускоряться или замедляться, течение же абсолютного времени измениться не может» [35]. Формально равномерность временных шкал задается отношением эквивалентности на линейно упорядоченной последовательности моментов метаболического времени системы.

Выбор достаточно «глубинной» компоненты пирамиды времени в качестве единственного представителя всей пирамиды приводит к принятию эталона равномерности физических шкал. Создаваемые человеком приборы для измерения времени (например, сторающая свеча с нанесенными на ней делениями, песочные, водяные, маятниковые, астрономические, атомные и пульсарные часы) обладают почти одинаковой взаимной равномерностью. Это вполне понятно, поскольку приборы эти воспроизводят равномерность, обусловленную планетными условиями

обитания человека. Такая антропоморфическая выделенность физических шкал времени объяснима, но не должна заслонять возможностей применения в системах отсчета при описании различных форм обобщенного движения шкал с иными равномерностями хода времени.

Заметим, что и сами физические процессы, претендующие на эталонное использование (вращающаяся Земля, эфемеридное время, «второе всемирное» время, учитывающее сезонные поправки к вращению Земли, тропический год, излучение атомов цезия), предоставляют наблюдателям существенно (для современных требований точности) различающиеся по равномерности хода часы [15]. Можно привести и примеры развивающихся систем, в которых ход времени явно неравномерен по отношению к принятому нами планетному эталону в полном соответствии с неявной гипотезой о «плотности хода» времени как насыщенности событиями его физических интервалов [6].

Первые секунды существования нестационарной расширяющейся Вселенной несравнимы со всеми последующими 20 млрд лет ее существования.

Физиологические и нервные процессы в организме, порождающие события соматической и информационной сфер жизни, закономерно изменяются от детского к юношескому и последующим этапам онтогенеза. Например, рана пятилетнего ребенка заживает в десять раз быстрее, чем такая же рана пятидесятилетнего мужчины [32]. О том же говорит результат введения логарифмического преобразования планетного времени, использованного Г. Бакманом [29] для описания кривых роста широкого класса живых организмов: в новой шкале кривые роста становятся симметричными, проявляются элементарные длительности — «кванты жизни», — «плотность» которых равномерна в «органическом времени» Бакмана, но в обычной шкале значительно более высока на начальных этапах развития по сравнению с последующими.

Наличие нескольких объектов, участвующих в метаболическом движении, может приводить к пересечению этих объектов по элементам каких-либо глубинных уровней их строения. Такое пересечение можно интерпретировать, во-первых, как обмен элементами между рассматриваемыми объектами и, во-вторых, как возмущение каждым из объектов равномерности замен элементов в другом объекте. И та и другая интерпретации приводят нас к представлениям о взаимодействии объектов. Первая интерпретация соответствует механизму взаимодействия как процессу обмена промежуточными частицами (например, фотонами при электромагнитном взаимодействии). Вторая интерпретация предполагает, что для «идеального» физического времени законов механики роль постулата конвенциональности играет

аксиома инерции, или первый закон Ньютона: равные отрезки времени, в течение которых любое тело, не подверженное действию сил, изменяющих скорость его движения, проходит равные отрезки пространства [37]. Любое нелинейное преобразование переменной времени в уравнениях механики, т. е. отказ от принципа инерции, приводит к появлению в уравнении членов, ответственных за дополнительное взаимодействие [16]. Наконец, в общей теории относительности сходная идеология доведена до логического завершения: произвольные преобразования координат (уже не только времени) приводят к изменению метрического тензора, а с ним — и характеристик взаимодействия. Э. Милн [34] добился того же результата — элиминации взаимодействия за счет преобразования координат, — оперируя лишь нелинейной модификацией шкалы времени.

Неравномерность временной шкалы можно трактовать как неоднородность времени, из которой по теореме Нетер следует несохранение энергии. Для метаболической конструкции такое несохранение понятно, поскольку течение времени возникает только в системах, открытых внешнему потоку предчастиц, и вопрос об однородности, равномерности этого потока — вопрос выбора эталонного уровня времяопределения. Если эталон будет выбран так, чтобы поток был равномерен, то в соответствующих уравнениях движения взаимодействие будет отсутствовать и энергия сохраняться. Если выбор повлечет неравномерность потока, то в уравнениях появятся силы и несохранение энергии станет узаконенным.

Специфичность временных шкал. Обычно время рассматривается как одномерная величина — в пирамиде времени выделяется, как правило, достаточно глубинная компонента, соответствующая физическим шкалам времени. Единство материального строения естественных систем (например, биологическая, геологическая, географическая, астрономическая и другие иерархии включают уровень молекул и соответственно все предшествующие — физические — уровни) влечет возможности выбора единой шкалы для систем различной природы. Таким образом, привычная универсальность времени связана с исключительным использованием шкал, задаваемых глубинными уровнями строения систем.

За универсальность времени, обусловленную применением «глубинных» эталонов, приходится расплачиваться определенной ценой — потерей представлений о струк-

туре системы. Универсальность как бы «стирает» структуры уровней, лежащих выше уровня эталонной системы, а тем самым делает несущественными характеристики генеральных процессов, происходящих в вышележащих уровнях.

Так, исследуя экосистему как объединение молекул, из которых состоят все биотические ее компоненты и неживые пулы веществ, оборачивающиеся в экосистеме, мы сможем многое сказать о вещественной основе функционирования подобных систем. В то же время на молекулярном языке трудно сформулировать представления о трофических связях видов, о возрастной, половой и других структурах популяции, о сезонных и иных сукцессиях, о поведении особей и ряде других нефизических процессов.

Применение специфических шкал позволяет эксплицировать свойства времени, задаваемые конкретными структурами систем, но приводит к «неразличимости» темпоральных свойств объектов на нижележащих уровнях строения систем. При этом выбор уровня эталонной системы и вместе с ней степени универсальности или специфичности задаваемой эталоном временной шкалы зависит от поставленных в исследовании целей.

Так, например, при использовании метаболической шкалы, связанной с количеством молекул субстратов, поглощаемых клеточными популяциями при развитии культур микроводорослей, удалось обнаружить стадии роста и потребления, не проявляющиеся при анализе обычных кривых роста [14].

Проблема существования границ индивидуальной продолжительности жизни с трудом поддается анализу при измерении возраста в хронологических единицах. Анализ же в шкалах собственного времени, например, в единицах количества молекул потребленного организмом вещества, позволяет надеяться обнаружить естественные границы, которые связаны с видоспецифическим предельным тотальным количеством кислорода, поглощаемым организмом в течение жизни (в случае справедливости правила Рубнера [10]).

Дискретность и аддитивность времени. Поскольку время определяется заменами элементов в системах, то вместе с дискретностью самих элементов дискретным оказывается и ход времени. Но степень дискретности временной шкалы (как и степень дискретности структуры системы) зависит от выбора глубины эталонного уровня времяопределения.

Назовем *степень дискретности* эталонной шкалы величину $1/N$, где N — количество элементов эталонного объекта, заменяющихся между заменами единичного элемента в исследуемой системе.

Замена одного организма ($N = 1$) в популяции соответствует заменам $N = 10-10^{13}$ его клеток или $N \sim 10^{23}$ содержащихся

в организме молекул, т. е. выбор глубинных шкал измерения времени приводит к резкому снижению степени его дискретности.

Из аддитивности субстрата следует и аддитивность метаболического времени. Если, однако, на каком-либо уровне строения дискретность и аддитивность субстрата отсутствуют (таковы, например, феномены психики или объекты в ландшафтоведении и биогеоценологии), то появляется и неаддитивность в свойствах времени. В этом случае представления о заменах элементов теряют определенность и для описания генерального процесса требуется специальный формальный аппарат (например, булевозначная теория множеств [12]: нечеткие множества).

ОБ УРАВНЕНИЯХ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ

Понимая ограниченность попытки, как может выглядеть описание метаболического движения.

Введем перемещение $\Delta x = \Delta n^+ + \Delta n^-$ и интервал времени $\Delta t = \Delta m^+ + \Delta m^-$, где знаком «плюс» обозначен вход в объект элементов n или предэлементов m , а знаком «минус» выход. Также введем изменение функции Лагранжа системы $\Delta L = \Delta n^+ - \Delta n^-$ и изменение импульса системы $\Delta p = \Delta m^+ - \Delta m^-$.

Рассмотрим движение на примере объектов, содержащих элементы единственного сорта, удовлетворяющее двум условиям: а) элементы меняются в объекте, но предэлементы в элементах неизменны; б) систему можно охарактеризовать средним количеством \bar{m} предэлементов, одинаковым для каждого из элементов.

Тогда количество предэлементов в объекте есть $m = \bar{m}n$ и $\Delta p = \Delta L\bar{m}$, а $\Delta t = \Delta x\bar{m}$, в силу чего метаболическое движение подчиняется уравнению:

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta L}{\Delta x}, \quad (1)$$

т. е. изменчивость на уровне элементов определяет изменчивость на уровне предэлементов, и наоборот.

Рассмотрим теперь чуть более общий случай, несколько ослабив условия (а) и (б):

а') При попадании в объект в элементах меняется количество предэлементов в среднем на $\Delta\bar{m}$;

б') Элементы пространства, принадлежащие объекту, характеризуются средним содержанием в них предэлементов \bar{m}^- , а элементы пространства, не принадлежащие объекту, в среднем содержат \bar{m}^+ предэлементов. Тогда

$\Delta p = \Delta n^+ \bar{m}^+ - \Delta n^- \bar{m}^-$ и $\Delta t = \Delta n^+ \bar{m}^+ + \Delta n^- \bar{m}^-$. Положим $\bar{m}^- = \bar{m}^+ + \Delta \bar{m} \equiv \bar{m} + \Delta \bar{m}$.

Получим

$$\begin{aligned} \frac{\Delta p}{\Delta t} &= \frac{\bar{m}(\Delta n^+ - \Delta n^-) - \Delta n^- \Delta \bar{m}}{\bar{m}(\Delta n^+ + \Delta n^-) + \Delta n^- \Delta \bar{m}} = \\ &= \frac{\Delta n^+ - \Delta n^-}{\Delta n^+ + \Delta n^-} - \frac{\Delta n^-}{\Delta n^+ + \Delta n^-} \frac{\Delta \bar{m}}{\bar{m}} = \\ &= 1 + \frac{\Delta n^-}{\Delta n^+ + \Delta n^-} \frac{\Delta \bar{m}}{\bar{m}}. \end{aligned}$$

Введем коэффициент $a = \frac{\Delta n^-}{\Delta n^+ + \Delta n^-}$ — долю выходящих из объекта элементов среди всех заменившихся (например, $a = 1/2$ при равномерном метаболическом движении, характеризующимся условием $\Delta n^+ = \Delta n^-$, поскольку при этом сила $F = \Delta L / \Delta x = 0$). Пусть также выполняется условие $\Delta \bar{m} \ll \bar{m}$, т. е. «наполнения» элементов предэлементов внутри и вне объекта различаются не сильно. В линейном приближении по малой величине $\Delta \bar{m} / \bar{m}$ получим поправку к закону движения (1):

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} \approx \frac{\Delta L}{\Delta x} - \left(\frac{\Delta L}{\Delta x} + 1 \right) a \frac{\Delta \bar{m}}{\bar{m}}.$$

Проинтерпретируем этот результат в несколько иных терминах. Оказывается, при метаболическом движении скорость объекта приобретает смысл величины, обратной к среднему количеству предэлементов в элементах объекта. Действительно, при условиях (а) и (б) имеем

$$\begin{aligned} v = \frac{\Delta x}{\Delta t} &= \frac{1}{\bar{m}}, \text{ а при условиях (а')} \text{ и (б')} \text{ получаем } v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \\ &= \frac{1}{(1-a)\bar{m}^+ + a\bar{m}^-} \approx \frac{1}{\bar{m}} \left(1 - a \frac{\Delta \bar{m}}{\bar{m}} \right). \end{aligned}$$

(Заметим, что поскольку существует минимальное возможное количество предэлементов в элементе $m = 1$, то существует и максимально возможная скорость движения объектов c_1 ; такими объектами будут те, все элементы которых «однопредэлементны»).

Имеем $\frac{\Delta \bar{m}}{\bar{m}} = \frac{\bar{m}^-}{\bar{m}^+} - 1$. Здесь \bar{m}^+ — количество предэлементов в элементах вне объекта. Поскольку $\bar{m}^+ \neq \infty$, то и скорость «среды» не равна 0, а есть некоторая характе-

ристика уровня элементов, которую мы обозначим $c_2 = 1/\bar{m}^+$. Величина \bar{m}^- есть количество предэлементов внутри объекта. Скорость объекта $1/\bar{m}^-$ складывается из скорости среды c_2 и скорости объекта u относительно среды: $\bar{m}^- = \frac{1}{c_2 + u}$. Таким образом, $\frac{\Delta\bar{m}}{m} = \frac{c_2}{c_2 + u} - 1 = \frac{u}{c_2 + u}$, т. е. при движении объекта, имеющего уже скорость u , отличную от скорости «точек среды», возникает дополнительная сила, пропорциональная скорости u и вызванная заменами предэлементов в элементах объекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Можно ли, научившись параметризовать время метаболическими часами, сказать что-либо о происхождении самой изменчивости, т. е. о природе течения времени или о порождении генерального процесса?

Проводя попытку унифицировать представления о движении, следует осознать границы правомочности экстраполяции. Предлагаемую конструкцию времени можно рассматривать в рамках двух вариантов ограничений на область ее применения.

Слабая гипотеза: конструкция относится лишь к надмолекулярным уровням строения материи, и такие термины, как «время», «движение», «пространство», имеют лишь метафорический смысл.

Сильная гипотеза: механическое движение, физическое время обусловлены заменами элементов на глубинных уровнях иерархического строения систем.

Потенциальная допустимость сильной гипотезы оправдывает применение в произвольных системах для описания генерального процесса физических по происхождению терминов «течение времени», «движение», «пространство».

Согласно сильной гипотезе, любые движения есть совокупность генеральных процессов на нескольких уровнях иерархического строения естественных систем.

Утверждения сильной гипотезы могут принять значительно более осторожное звучание (при сохранении их эвристической роли) в случае отказа от придания обменному движению и течению времени онтологического статуса: обменные представления о движении («вход» и «выход» точек пространства в движущийся объект) можно рассматривать лишь как удобный прием описания движения.

В рамках слабой гипотезы, т. е. работая с надмолекулярными уровнями, например, биологической иерархии (молекулы, клетки, организмы, популяции, сообщества, биосфера), на вопрос о происхождении изменчивости ответить можно: потоки субстратов и энергии в биосфере Земли порождаются исходным потоком фотонов от Солнца, который обуславливает и генерирует все иные потоки биологической иерархии.

Такую точку зрения обобщает сильная гипотеза. Не только любое движение имеет метаболическую природу (движение объекта в среде есть поглощение и испускание объектом элементов среды; пространство есть среда, составленная из предэлементов), но и происхождение замен элементов обязано внешнему потоку, пронизывающему содержащую объекты естественную иерархию. Иными словами, если уместна аналогия между биосферой и Вселенной как системами (под Вселенной я понимаю лишь доступную инструментальным методам измерения область), то и время Вселенной порождается некоторым порождающим потоком предэлементов физической иерархии, т. е. Вселенная не изолирована, не замкнута, не равновесна, и именно ее неравновесность порождает течение времени.

Подобное утверждение почти очевидно для биологических иерархий, интерпретируемо для геологических и географических объектов, но кажется совершенно неприемлемым для физических объектов. Легко предъявить примеры равновесных систем, для которых течение физического времени очевидно: свободное движение тела, колебания маятника, движение в замкнутой и изолированной системе взаимодействующих тел (например, тел в Солнечной системе). Но и здесь есть поток, для обнаружения которого достаточно лишь изменить язык описания механического движения — станем представлять себе перемещение тела как поглощение им одних точек геометрического пространства и испускание других.

Ассоциации, связанные с идеей порождающего потока, не новы ни в философии, ни в естествознании. Это и картина Мира в даосизме, и абсолютное время И. Ньютона, и поток времени Н. А. Козырева [11; 31], и современный физический вакуум. Может быть, существование генерирующего потока является и той универсальной космофизической причиной, которая обуславливает макроскопические флуктуации, что проявляются в одинаковой форме гистограмм для совершенно различных процессов — от

биохимических реакций до радиоактивного распада — в одновременных опытах, разделенных порою тысячами километров [28]. Но конструктивная постановка вопроса, по-видимому, состоит не в том, существует ли порождающий поток, а в том, как его операционально предъявить, т. е. как воспроизводимо измерить какие-либо характеристики потока, отличные от основного его проявления — течения нашего времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абакумов В. А.* Длина и частота поколений // Труды ВНИРО. 1969. Т. 67.
2. *Акчурин И. А.* Единство естественнонаучного знания. М., 1974.
3. *Алексеев В. П.* Вектор времени в таксономическом континууме // Вопр. антропологии. 1975. Вып. 49.
4. *Аристотель.* Соч.: В 4-х т. Т. 3.: Физика. М., 1981.
5. *Бауэр Э. С.* Теоретическая биология. М., 1935.
6. *Бергсон А.* Творческая эволюция. М.; СПб., 1914.
7. *Бурбаки Н.* Архитектура математики // Очерки по истории математики. М., 1963.
8. *Головаха Е. И., Кроник А. А.* Психологическое время личности. Киев, 1984.
9. *Детлаф Т. А., Детлаф А. А.* О безразмерных характеристиках продолжительности развития в эмбриологии // Докл. АН СССР. 1969. Т. 134, № 1.
10. *Зотин А. И., Алексеева Т. А.* Константа Рубнера как критерий видовой продолжительности жизни // Физиол. журн. 1984. № 1.
11. *Козырев Н. А.* Время как физическое явление // Моделирование и прогнозирование в биоэкологии. Рига, 1982.
12. *Левич А. П.* Теория множеств, язык теории категорий и их применение в теоретической биологии. М., 1982.
13. *Левич А. П.* Тезисы о времени естественных систем // Экологический прогноз. М., 1986.
14. *Левич А. П., Ревкова Н. В., Булгаков Н. Г.* Процесс «потребление — рост» в культурах микроводорослей и потребности клеток в компонентах минерального питания // Экологический прогноз. М., 1986.
15. *Мартьянов Д. Я.* Века и мгновения. М., 1961.
16. *Мизнер Ч., Торн К., Уилер Дж.* Гравитация. М., 1977.
17. *Михайлов И. И.* Физико-географическое районирование. М., М., 1985.
18. *Михайловский Г. Е.* Понятие энтропии в приложении к самовоспроизводящимся биологическим системам // Человек и биосфера. 1982. Вып. 6.
19. *Моисеева Н. И.* Свойства биологического времени // Фактор времени в функциональной организации деятельности живых систем. Л., 1980.
20. На пути к теоретической биологии: I Прологомены. М., 1970.
21. *Пригожин И.* От существующего к возникающему. М., 1985.
22. *Рейхенбах Г.* Философия пространства и времени. М., 1985.
23. *Свирижев Ю. М., Пасеков В. П.* Основы математической генетики. М., 1982.

24. *Симаков К. В.* Теоретические основы подразделения геологического времени // Геология и геофизика. 1977. № 4.
25. *Френкель А., Бар-Хиллел И.* Основания теории множеств. М., 1966.
26. *Харленд У. Б., Кокс А. В., Ллевеллин П. Г. и др.* Шкала геологического времени. М., 1985.
27. *Шмидт-Ниельсон К.* Размеры животных: почему они так важны? М., 1987.
28. *Шноль С. Э., Намиот В. А., Хохлов Н. Б. и др.* Дискретные спектры амплитуд (гистограммы) макроскопических флуктуаций в процессах различной природы. Пущино, 1985.
29. *Backman G.* Wachstum und organische Zeit. Leipzig, 1943.
30. *Dettlaff T. A., Ignatieva G. M., Vassetzky S. G.* The problem of time in developmental biology: its study by the use of relative characteristics of development duration // Sov. Sci. Rev. F. Physiol. Gen. Biol. 1987.
31. *Kozyrev N. A.* On the possibility of experimental investigation of the properties of time // Time in Science and Philosophy. Prague, 1971.
32. *Lecompte P. du Noüy.* Biological Time. L. 1936.
33. *McClay C. M., Crowell M. F., Maynard L. A.* The effect of retarded growth upon ultimate body size // J. Nutr. 1935. N 10.
34. *Milne E. A.* Kinematic Relativity. Oxford Press, 1948.
35. *Newton J. S.* Philosophiae Naturalis Principia Mathematica. L., 1687.
36. *Poincaré H.* La mesure du Temps // Revue de Metaphysique et de Morale. 1898. T. VI.
37. *Tomson W., Tait P. G.* Natural Philosophy. Cambridge, 1890.
38. *Whitehead A., Russel B.* Principia Mathematica. Cambridge, 1910—1913. Vol. 3.

АВТОРЫ ВЫПУСКА

АКИМОВА ГАЛИНА ПАВЛОВНА — младший научный сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР

АРАПОВ МИХАИЛ ВИКТОРОВИЧ — кандидат филологических наук, старший научный сотрудник Всесоюзного института научной и технической информации ГКНТ и АН СССР

БАРАНЦЕВ РЭМ ГРИГОРЬЕВИЧ — доктор физико-математических наук, профессор гидроаэромеханики Ленинградского государственного университета им. А. А. Жданова

ВАНЯРХО ВИТАЛИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ — кандидат химических наук, заведующий кафедрой химии Московского института радиоэлектроники и автоматики

ГУМЕРОВ ШАМИЛЬ АБИЛЬХАИРОВИЧ — кандидат философских наук, старший научный сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР

ДАНИЛОВ-ДАНИЛЬЯН ВИКТОР ИВАНОВИЧ — доктор экономических наук, заведующий лабораторией Академии народного хозяйства при Совете Министров СССР

ДЕЗА ВАЛЕРИЙ НИКОЛАЕВИЧ — кандидат технических наук, старший научный сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР

ДРУЖИНИН ДМИТРИЙ ЛЕЛИЧ — кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Московского института радиоэлектроники и автоматизации

ДУБОВСКИЙ СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ — доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР

ЕГОРОВ ГЕОРГИЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ — научный сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР

КАРТАШОВ АНДРЕЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ — аспирант Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР

КОСТЮК ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ — доктор философских наук, ведущий научный сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР

КУЗНЕЦОВ ЕВГЕНИЙ НИКОЛАЕВИЧ — аспирант экономического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова

ЛАРИЧЕВ ОЛЕГ ИВАНОВИЧ — доктор технических наук, заведующий отделом Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР

ЛЕВИЧ АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник биологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова

МАРКАРЯН ЭДУАРД САРКИСОВИЧ — доктор философских наук, заведующий сектором Института философии и права АН Армянской ССР

МИРСКИЙ ЭДУАРД МИХАЙЛОВИЧ — кандидат философских наук, ведущий научный сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР

МОШКОВИЧ ЕЛЕНА МАТВЕЕВНА — кандидат технических наук, научный сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР

РЕБРИК СЕРГЕЙ БОРИСОВИЧ — кандидат психологических наук, старший научный сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР

РЫВКИН АЛЬБЕРТ АНАТОЛЬЕВИЧ — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР

СЕДЕЛЕВ БОРИС ВЛАДИМИРОВИЧ — доктор экономических наук, заведующий лабораторией Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР

ЦАЛЕНКО МИХАИЛ ШАМПОНОВИЧ — кандидат физико-математических наук, заведующий сектором Всесоюзного научно-исследовательского и проектно-технологического института статистической информационной системы при Госкомстате СССР

ЧЕРЕШКИН ДМИТРИЙ СЕМЕНОВИЧ — доктор технических наук, заведующий лабораторией Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ	
Черешкин Д. С., Цаленко М. Ш. Перспективы и проблемы развития информационных технологий	7
Арапов М. В. Информационная среда фундаментальной науки и новые информационные технологии	27
Егоров Г. В. Объектно-ориентированный контекст как основа системы программирования	47
Акимова Г. П., Дега В. Н. Инструментальный подход к естественной схеме обучения программированию школьников	60
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ НТП И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ	
Данилов-Данильян В. И., Рывкин А. А. О противоречии формального и содержательного в управлении хозяйством	71
Седелев Б. В. Основания и принципы методологии статистических измерений экономических объектов	95
Дубовский С. В. Научно-технический прогресс в глобальном моделировании	112
Кузнецов Е. Н. Равновесный и неравновесный подходы в моделировании научно-технического прогресса	136
Карташов А. В. Проектное знание: опыт методологического анализа	156
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КУЛЬТУРЫ	
Маркарян Э. С. Императивы выживания и научно-технический прогресс	174
Баранцев Р. Г. Системная триада — структурная ячейка синтеза	193
Гумеров Ш. А. Экологические ценности в системе культуры	210
ОРГАНИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ В СИСТЕМАХ	
Мирский Э. М. Организация знания на переднем крае науки	225

Ларичев О. И., Мошкович Е. М., Ребрик С. Б. О возможностях человека в задачах классификации многокритериальных объектов	248
Костюк В. Н. Понимание квантовой механики и проблема целостности	264
Дружинин Д. Л., Ванярхо В. Г. Синергетика и методология системных исследований	283
Левич А. П. Метаболическое время естественных систем . .	304
Авторы выпуска	326

CONTENTS

Preface	5
SYSTEMS ANALYSIS OF INFORMATION PROCESSES	
Chereshkin D. S., Tsalenko M. Sh. Prospects and Problems of Development of Information Technologies	7
Arapov M. V. Information Enviroment of the Fundamental Science and New Information Technologies	27
Yegorov G. V. Object-Oriented Context as a Foundation of System Programming	47
Akimova G. P., Deza V. N. Instrumental Approach to the Natural Methods of Teaching Programming at Schools	60
SYSTEMS ANALYSIS OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PROGRESS AND SOCIO-ECONOMIC PROBLEMS	
Danilov-Danilyan V. I., Ryvkin A. A. On the Contradiction between Formal and Meaningful Analysis in Economic Management	71
Sedelev B. V. Methodological Foundations and Principles of Statistical Measurement of the Economic Objects	95
Dubovsky S. V. Scientific and Technological Progress in Global Modelling	112
Kuznetsov Ye. N. Equilibrium and Non-Equilibrium Approachs to the Modelling of Scientific and Technological Progress . .	136
Kartashov A. V. Design Knowledge: An Attempt of Methodological Analysis	157
SYSTEMS ANALYSIS OF CULTURE	
Markaryan E. S. Survival Imperatives and Scientific and Technological Progress	174
Barantsev P. G. System Triad: Structural Cell for Synthesis .	193
Gumerov Sh. A. Ecological Values in the System of Culture . .	210
ORGANIZATION OF KNOWLEDGE IN SYSTEMS	
Mirsky E. M. Knowledge Organization on the Fore-Front of Science	225

Larichev O. I., Moshkovich E. M., Rebrik S. B. Human Potencial in Multi-Criterial Objects Classification of Technological Products 248

Kostyuk V. N. Understanding Quantum Mechanics and the Problem of Integriby 264

Druzhinin D. L., Vanyarko V. G. Sinergetics and Systems Research Methodology 283

Levich A. P. Metabolic Time of Natural Systems 304

Authors of issue 326

НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ ВНИИСИ

Всесоюзный научно-исследовательский институт системных исследований (ВНИИСИ) Академии наук СССР ежегодно готовит и выпускает:

- сборники научных трудов;
- материалы конференций, совещаний, симпозиумов;
- препринты, инструкции и другие информационные материалы.

Научные издания ВНИИСИ освещают вопросы теории и методологии системного анализа и его применения при решении прикладных задач междисциплинарного характера.

В научных трудах находят отражение следующие направления исследований:

- теория и методология системных исследований;
- информатика и вычислительная техника;
- математическая теория систем;
- математическое моделирование;
- проблемы принятия решений;
- искусственный интеллект;
- проблемы управления фундаментальной наукой;
- системные исследования проблем долгосрочного народно-хозяйственного и мирового развития;
- моделирование глобального развития;
- теоретические основы развития организационных систем;
- проблемы моделирования и управления территориальными системами (городскими, региональными);
- системный анализ проблем регионального природопользования;
- социально-экономические исследования развития инфраструктуры народного хозяйства и др.

Научные издания ВНИИСИ адресованы широкому кругу научных и инженерно-технических работников, преподавателям, аспирантам, студентам старших курсов высших учебных заведений.

Информацию о вышедших и готовящихся изданиях и о порядке их заказа можно получить по адресу: 117312, Москва, просп. 60-летия Октября, 9, ВНИИСИ, Отдел научной информации, тел. 135-23-46.

К СВЕДЕНИЮ ОРГАНИЗАЦИЙ

При ВНИИСИ АН СССР в соответствии с Постановлением Президиума Академии наук СССР от 27.07.88 № 209 создан Инженерный Центр «Информсистема», который

— гарантирует

создание организационных условий для ускоренного внедрения в народном хозяйстве результатов прикладных исследований, проводимых во ВНИИСИ и других научных институтах;

— способствует

ускорению научно-технического прогресса, совершенствованию управления, организации производства и труда в организациях-заказчиках, прежде всего на основе разработки и внедрения проектов системного применения средств информатизации;

— организует

рекламу и/или продажу результатов прикладных исследований, выполненных как во ВНИИСИ, так и в других научных институтах;

— обеспечивает

для научных сотрудников возможность приложения своего творческого потенциала;

— помогает

найти заказчика и оформить договор на выполнение исследований;

— формирует

временный творческий коллектив из специалистов ВНИИСИ и других научных институтов и оформляет договор подряда для выполнения прикладных исследований;

— создает

согласованный с народнохозяйственными интересами и не противоречащий существу основной научной деятельности источник доходов, позволяющий укрепить материальную базу исполнителя, увеличить его фонд социального развития.

Справки по телефонам: 135-23-46, 135-22-84, 135-42-14.

Письменные запросы направлять по адресу: 117312, Москва, проспект 60-летия Октября, 9, Инженерный центр «Информсистема».

Научное издание

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методологические проблемы

Ежегодник 1988

Утверждено к печати
Всесоюзным научно-исследовательским
институтом системных исследований
АН СССР

Редактор **А. А. Игнатьев**

Редактор издательства **Л. В. Пеняева**

Художественный редактор **М. Л. Храмцов**

Технический редактор **Т. С. Жарикова**

Корректоры **Ю. Л. Косорыгин, Л. И. Николаева**

ИБ № 38990

Сдано в набор 10.01.89.

Подписано к печати 31.03.89.

Формат 84×108 1/32

Бумага книжно-журнальная

Гарнитура обыкновенная

Печать высокая,

Усл. печ. л. 17,6. Усл. кр. отт. 17,6. Уч.-изд. л. 8,7

Тираж 3650 экз. Тип. зак. 557.

Цена 2 р. 20 к.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Наука»

117864, ГСП-7, Москва, В-485.

Профсоюзная ул., 90

4-я типография издательства «Наука»

630077, г. Новосибирск, 77,

ул. Станиславского, 25.

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «НАУКА»

ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ

Французская философия сегодня

20 л. 2 р. 50 к.

В книге исследуются новые тенденции в типичных для французской философии XX в. течениях: атеистическом и религиозном экзистенциализме, персонализме, структурализме. Значительное внимание уделяется также таким философским концепциям, как «новая философия» и «новая правая философия».

Для философов, всех интересующихся современной западной философией.

Философия, естествознание, социальное развитие

20 л. 2 р. 50 к.

В центре внимания авторов монографии взаимодействие ценностей современного естествознания и общечеловеческой культуры. Ими предпринята попытка осмыслить культурные ценности развития фундаментальных наук о природе, механизмы социокультурной детерминации естественнонаучного познания, преобразующее влияние на человеческую жизнедеятельность как духовных, так и практических результатов прогресса естествознания. Важное место в книге занимает характеристика перемен в установках и способах методологического анализа науки.

Для философов, специалистов по информатике.

ЖУЧКОВ В. А.

Немецкая философия эпохи раннего Просвещения

(конец XVII — первая четверть XVIII в.

10 л. 1 р. 50 к.

В работе освещаются малоизученные в советской литературе исторические и теоретические предпосылки возникновения немецкой классической философии, ее источники в предшествующей философии в Германии. Анализируется движение пиегизма, атеистическая и материалистическая мысль, учения немецких спинозистов, две линии в философии немецкого Просвещения: теоретическая и популярно-эклектическая. Дается целостный анализ философской системы Х. Вольфа.

Для философов, всех интересующихся историей философии.

Биология в познании человека

20 л. 2 р. 30 к.

В книге анализируется вклад биологии в изучение человеческой жизнедеятельности, рассмотрен общий статус современных биологических наук в системе наук о человеке. Дается критика ряда новейших биологизаторских направлений в западной литературе.

Для философов, биологов и всех интересующихся разработкой насущных проблем человекознания.

