



ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

1 /2018







НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор

Л.Н.Стрельникова

Заместитель главного редактора

Е.В.Клещенко

Главный художник

А.В.Астрин

Редакторы и обозреватели

Л.А.Ашкинази,

В.В.Благутина,

Ю.И.Зварич,

С.М.Комаров,

В.В.Лебедев,

Н.Л.Резник,

О.В.Рындина

Подписано в печать 28.12.2017

Типография «Офсет Принт М», 123001,
Москва, 1-й Красногвардейский пр-д, д. 1

Адрес редакции

119991, Москва, Ленинский просп., 29, стр. 8

Адрес для переписки

119071, Москва, а/я 57

Телефон для справок:

8 (495) 722-09-46

e-mail: redaktor@hij.ru

<http://www.hij.ru>

При перепечатке материалов ссылка
на «Химию и жизнь» обязательна.

На журнал можно подписаться в
агентствах «Роспечать» — каталог «Роспечать»,
индексы 72231 и 72232

«Арзи» — Объединенный каталог

«Пресса России», индексы — 88763 и 88764

(рассылка — «Арзи», тел. 443-61-60)

«МАП» — каталог «Почта России», индексы
99644 и 99645.

«Информсистема» — (495) 127-91-47

«Урал-Пресс» — (495) 789-86-36

На Украине: «Информационная служба мира» —
38 (440) 559-24-93

© АНО Центр «НаукаПресс»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина художника Макса Эрнста
«Полет и эмиграция европейских худож-
ников». Возможно, настанут времена,
когда мы сможем создавать сказочных
существ. Но пока мы работаем с тем,
что уже создано природой. Читайте
«Трейси, Долли и безымянные герои».*

Не верьте в чудо — уповайте на него.

Десятое правило Финэйгла

Содержание

Событие

А.Б.ЧУБАЙС: НАНОТЕХНОЛОГИИ НЕ ВИДНЫ? ТАК И БЫЛО ЗАДУМАНО. 2

Глубокий эконо

ОХОТНИКИ ЗА ИННОВАЦИЯМИ. С.М.Комаров 8

Элемент №...

ИНДИЙ: ФАКТЫ И ФАКТИКИ. А.В.Наумов 12

Хемоскоп

СУПЕРДЛИННЫЙ МОЛЕКУЛЯРНЫЙ СЕРПАНТИН. БАКТЕРИИ СИНТЕЗИРУЮТ
ФТОРОПЛАСТЫ. НОВОЕ КАЧЕСТВО ХЛОРКИ. А.И.Курамшин 16

Сто химических мифов

ХЕМОФОБИЯ И ДИГИДРОГЕН. И.А.Леенсон 18

Нанофантастика

А Я СКАЗАЛ — ПРОПУСК! Денис Тихий 21

Живые лаборатории

КАНАРЕЙКА, КОТ И ДАФНИЯ. А.И.Курамшин 22

Проблемы и методы науки

ЧЕГО НЕ ЗАМЕТИЛ ЕСТЕСТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ. Д.А.Рогаткин 26

Научный комментатор

ПЛАЦЕБО ДЛЯ ВСЕХ. Н.Л.Резник 32

Здоровье

БОЛЬШОЙ ПЛЮС ИЛИ ЖИРНЫЙ МИНУС? Н.Л.Резник 34

Мемуары Игнобеля

НАУКА ОБЖОРСТВА. С.М.Комаров 38

Жертвы науки

ТРЕЙСИ, ДОЛЛИ И БЕЗЫМЯННЫЕ ГЕРОИ. С.Ястребова 41

Земля и ее обитатели

«О, СПАСИТЕ МОРЖА!» Н.Анина 44

Математюры

ВОЙНА ЗА ЖИЗНЬ. С.Рубина 46

Книги

ИНТЕРФЕЙС МЕЖДУ ИДЕАЛЬНЫМ И МАТЕРИАЛЬНЫМ. С.В.Медведев 48

Поиски смысла

В ПОМОЩЬ СОНЕТОЛОГУ. В.Д.Киселев 52

Панацейка

«ПРИМИ КАСТОРКУ ЧУДНУЮ...» Н.Ручкина 54

Фантастика

ЗЕЛЕНый КОЛДУН. Ольга Рэйн 56

Химики и лирики

НЕ ПЫТАЙТЕСЬ ПОДЗАРЯДИТЬСЯ
ОТ РОЗЕТКИ. Владимир Борисов, Александр Лукашин 64

КНИГИ	7	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
ИНФОРМАЦИЯ	42	ПИШУТ, ЧТО...	62

А.Б.Чубайс: Нанотехнологии не видны? Так и было задумано



7 декабря в Москве прошел VI Конгресс предприятий наноиндустрии. На нем руководитель УК РОСНАНО А.Б.Чубайс подвел итоги первого десятилетия возглавляемой им организации. На конгрессе побывал наш корреспондент С.М.Комаров.

За десять лет работы мы создали новую отрасль — промышленную нанотехнологию. Данных за 2017 год еще нет, но в 2016 году ее выпуск составил 1,6 трлн рублей. При объеме российской экономики 90 трлн рублей это 1,8%. Выручка же тех компаний, к которым имеет отношение Роснано, — 363 млрд рублей, то есть государственный сектор в этой отрасли занимает менее четверти.

За прошедшие годы было построено 87 новых производств. Экспорт нанотехнологической продукции составляет 290 млрд рублей, или 4,8 млрд долларов. Это неплохо, мы

оказываемся в числе лидеров, если убрать из рассмотрения нефтегазовый комплекс. Для сравнения: военно-техническое сотрудничество приносит 15 млрд долларов, продажа программного продукта — 10 млрд, атомное машиностроение немногим меньше. Поскольку у нас быстро растут темпы увеличения выпуска продукции, в ближайшие семь лет мы войдем в тройку основных экспортеров высокотехнологической продукции.

Меня спрашивают: государство вложило в Роснано десять лет назад 10 млрд долларов, а сейчас выручка созданных предприятий составляет 363 млрд рублей. Можно ли считать это успехом? В бизнес-практике приняты другие критерии эффективности. Там считают соотношение совокупной стоимости портфеля инвестиций к затратам. Впервые в 2016 году у нас этот показатель составил 101%. Однако проблема в том, что нужно понимать, какая доля приходится на вло-

Вверху — картина Павла Филонова «Механик»

жения государства. Если она остается большой в течение длительного времени, это плохо, это создает угрозу для существования сектора. Если же появляются частные инвесторы, значит, стратегия создания новой отрасли была выбрана верно. Примером служит солнечная электроэнергетика. Мы построили в Чувашии завод «Хевел», который в год выдает солнечные батареи общей мощностью 160 МВт. Это прекрасные элементы, у них КПД 22,7%. Нами уже построено семь солнечных электростанций. И они продемонстрировали, что солнечная энергетика — выгодное дело. Сейчас в Подольске частные инвесторы запускают завод по производству 100 МВт солнечных панелей в год. Они не привлекли ни копейки госфинансирования. Создание частного производства — лучший критерий успешности сектора.

По солнечной энергетике мы в 2016 году прошли точку невозврата, до которой еще можно было рассуждать, нужна она или нет. Теперь она есть. Аналогичный перелом в 2018 году произойдет в ветроэнергетике — в феврале мы открываем в Ульяновской области первую ветряную электростанцию мощностью 35 МВт. Что стало причиной успеха? Та самая «антинародная» реформа электроэнергетики, которая позволила стимулировать развитие новых технологий генерации электричества. Мы часто ругаем правительство, и это правильно, но в данном случае удалось очень плодотворно поработать с Д.А.Медведевым, А.В.Дворковичем и создать необходимый экономический механизм. (В основе этого механизма лежит Договор о предоставлении мощности. Согласно договору, владелец мощностей гарантирует поддержание генерирующего оборудования в готовности выдать соответствующую мощность, за что получает гарантированную оплату мощности, которая позволяет ему окупить капитальные и оговоренные эксплуатационные затраты за десять лет. Это сказывается на цене электричества для промышленных предприятий, но в конечном счете за все платит потребитель. Для него более высокая стоимость возобновляемой энергии означает, по расчетам Роснано, максимальный рост тарифа на полтора процента. — *Примеч. ред.*)

Говорят, что Россия — холодная страна, где мало солнца. Это неправда. В том же Челябинске больше солнечных дней, чем в Берлине. Отличные возможности для ветроэнергетики есть во многих районах страны. Поэтому мы не можем игнорировать такое важное направление развития мировой энергетики. Тем более что стоимость установленной мощности в солнечной и ветровой энергетике снижается очень быстро, чего нельзя сказать о традиционной энергетике.

Создание целой новой отрасли энергетики — один из примеров успеха Роснано. Ведь при этом возникает потребность во множестве сопутствующих производств, которые изготавливают новые материалы и устройства. Например, для лопастей ветровых генераторов нужны прочные и легкие композиты — и мы создаем такие производства, где широко применяют нанотехнологии. Не обходится без трудностей, как во всяком новом деле. Например, развитие ветроэнергетики требует пересмотра огромного числа нормативов и нескольких законов. Высота ветряной установки более ста метров — сейчас на каждый такой объект нужно получить отдельное разрешение. А в ветряном парке стоит много башен, его площадь измеряется десятками квадратных километров. Таких объектов до сих пор не было, они не предусмотрены техническим регулированием. Нам приходится создавать новую законодательную базу для новой отрасли, что требует немалых усилий.

Другой пример успеха — центры ядерной медицины, где используют позитронную эмиссионную томографию, их создание — предмет нашей гордости. Этот метод уникален, он позволяет выявлять рак на ранних и сверх ранних стадиях. До начала нашей работы в регионах России не



СОБЫТИЯ

существовало таких центров. Первый был создан в Уфе, а теперь у нас есть сеть из девяти центров. Ими управляет компания «ПЭТ-Технолоджи», основанная в 2011 году на средства Роснано и частных инвесторов. За шесть лет ее деятельности диагностику прошли более 45 тысяч человек, и в 80% случаев был выявлен рак на первой стадии, лечить который гораздо проще.

Большие надежды у нас связаны с производством одностенных углеродных нанотрубок; это то, с чего начинаются принципиально новые наноконструкции, материалы для электротехники, для строительства. Ни у кого не получалось наладить массовый выпуск таких трубок (обычно все трубки получаются разными, с разным числом слоев и, соответственно, с различными свойствами, разделять же их дорого. Подробности см. «Химию и жизнь», 2007, 8. — *Примеч. ред.*). В будущем году это производство даст 50 тонн нанотрубок. Если ничто не помешает преодолеть важный барьер объема производства в один миллиард рублей выручки (а закрыть компанию можно в течение суток, и я знаю, кто это может сделать), такое направление через 7—10 лет по масштабу в структуре экономики сравнится с Газпромом.

Есть и примеры неудач. Самый яркий пример — завод по производству аморфного кремния в Усолье-Сибирском (см. «Химию и жизнь», 2017, 6. — *Примеч. ред.*). Мы его решили создать, когда резко выросли цены на кремний. Однако так стали делать не мы одни; в Китае появились новые мощности по производству кремния, и сейчас их там больше, чем было во всем мире в 2012 году. А потребление не росло такими темпами, и цена на кремний резко упала, произошла глубокая реструктуризация отрасли. В таких условиях завод оказался экономически несостоятельным — его пришлось зарыть. Кстати, пострадал не только наш завод, но и многие изготовители кремния в Европе, например компания «Solar One». Насколько я знаю, кризис к ним подошел неожиданно — они долго думали, что положение компании устойчиво и ей ничего не угрожает.

Другая неудача связана со светодиодами. Это был очень интересный сектор; на наших глазах произошел перелом в светотехнике — светодиоды появились на рынке и быстро вытесняют оттуда другие лампы, как для освещения помещений, так и для технических устройств — светофоров, автомобильных фар. Причина понятна: у них КПД в семь раз больше, и работают они дольше, чем лампы накаливания. У нас были прекрасные научные заделы, недаром Ж.И.Алферов получил Нобелевскую премию. Однако с их реализацией возникли проблемы. Светодиоды получают методом CVD — химическим осаждением из пара. Такая технология хорошо отработана, а экономика процесса зависит от числа ростовых установок, поскольку стоимость подготовки веществ, их очистка — значительная составляющая себестоимости. У нас были созданы заводы, но у них имелось по 5—6 ростовых установок. А вступили они в конкуренцию с бизнесами, у которых по 300 установок. Такая конкуренция невозможна. И увеличивать число установок

нельзя — потребность внутреннего рынка не столь велика. Поэтому мы не удержали рост светодиодов. Но сохранили корпусирование (полупроводниковую заготовку вставляют в корпус, присоединяют контакты и наносят люминофор — на выходе получается готовый светодиод. — *Примеч. СК*).

Есть пример, который обычно оценивают как неудачу, мы же его считаем успехом. Речь идет о производстве гибкой электроники компанией «Пластик Лоджик». Анализируя этот сектор, мы поняли, что строить отечественный завод бессмысленно — на нем не удастся добиться окупаемости. Поэтому производство, в которое мы вложили капиталы, осталось за рубежом. И оно оказалось весьма успешным — завод выходит на 100%-ную загрузку, и компания стала основным изготовителем гибких дисплеев различного назначения. При этом мы получили технологию. С ее помощью был сделан знаменитый планшет, который нам до сих пор припоминают. Однако мы сознательно не стали пускать его в серию, поскольку было件件но, что обеспечить необходимый для окупаемости объем производства не удастся; это была демонстрация. И сейчас мы создаем центр гибкой электроники в подмосковном Троицке. Мы туда передадим эти технологии, и у нас возникнет кластер по этому направлению. Так мы станем сильными игроками. Ведь в гибкой электронике все только начинается, тут удастся занять свое место. А, скажем, в микроэлектронике мы никем стать не можем, там уже места нет.

Роснано — портфельная компания, которая инвестирует капитал в новые производства. Для их создания у нас есть несколько механизмов. Например, с помощью 15 нанотехнологических центров мы помогаем выйти на рынок начинающим компаниям. Стиль их работы со временем изменился. Если раньше они говорили: подайте заявку, мы ее рассмотрим, то теперь они предлагают помощь во всем комплексе работ по организации производства. Так реализуется конвейер инноваций. Мы инвестируем капитал в новые производства, строим заводы. Однако на некотором этапе возникает задача выхода из капитала компании, передачи ее частному капиталу. И тут есть существенные трудности — постоянно возникает вопрос: кому продать? Нам удалось продать долю в заводе «Микрон», который занят производством микросхем, в том числе чипов для транспортных и банковских карт, — его купила АФК «Система». После тяжелого торга продали производство высокопрочных пружин основному потребителю — «Объединенной вагонной компании», которая снабжает ими Тихвинский вагоностроительный завод. Но это единичные случаи, а у нас сейчас 87 заводов, из капитала которых когда-нибудь придется выходить.

Мне задают вопрос: почему нанотехнологии не видны? Так и было задумано. Они есть, ими каждый пользуется, но мало кто это осознает. Например, каждый пассажир, проходя по карте «Тройка» в московском метро, использует наш продукт — чип,



Фонд развития ветроэнергетики создан Роснано и компанией «Фортум» для финансирования проектов в этой области. Объем фонда — 30 млрд рублей. Первый проект — ветростанция в Ульяновской области, которую запускают в феврале 2018 года. Поставщиком оборудования для нее и, видимо, для последующих проектов выбрана датская компания «Vestas» при условии локализации в РФ 65% производства в срок до 2019 года. В перспективе рассматривается строительство мегаваттных ветропарков в Ростовской, Мурманской областях, Краснодарском, Ставропольском краях, Татарстане. Области с хорошим ветром найдены также в Крыму, на черноморском побережье Кавказа, в Адыгее, в Поволжье. Есть обширные перспективные участки вдоль арктического побережья, но там недостаточно потребителей электроэнергии.

Нанокластер для работников наноиндустрии — это не только несколько одинаковых атомов, объединенных химическими связями. Это и расположенный на одной территории конгломерат предприятий одного профиля и обслуживающих их подразделений, что обеспечивает конвейер инноваций в данной области (см. «Химию и жизнь», 2017, 1). Сейчас в Роснано действуют шесть нанокластеров. Это Ядерная медицина, Инновационная нанобиофармацевтика, Солнечная энергетика, Нанoeлектроника и фотоника, Новые материалы и Покрывания и модификация поверхности. А в ближайшем будущем появятся еще пять: Гибкая электроника, Наномодифицированные материалы, Переработка твердых отходов, Промышленное хранение энергии и Ветроэнергетика.



Производством одностенных нанотрубок занята новосибирская

компания «Оксиал», образованная в 2009 году разработчиками, а с 2013 года в капитал компании вошла Роснано; ее головной офис сейчас находится в Люксембурге — поближе к основным потребителям продукции. Эта компания — редкий пример воплощения идей отечественных ученых в промышленную разработку мирового уровня: основной автор технологии Михаил Предтеченский в 2016 году избран действительным членом РАН. Изначальный объем производства на установке «Графатрон-1» составлял одну тонну нанотрубок в год, которые продают под торговой маркой «Tuball». В 2017 году должен был состояться запуск новой установки производительностью 50 тонн, но, поскольку компания на вопрос нашего корреспондента отказалась подтвердить этот факт, видимо, запуск был перенесен. В изготавливаемых компанией веществах доля одностенных нанотрубок не менее 70%, а их стоимость в пять раз меньше зарубежных аналогов, что делает экономически состоятельным использование таких нанотрубок в промышленности. Другое отличие не менее важно: если обычно при массовом производстве многослойных нанотрубок они получаются спутанными, фактически образуя войлок, то сделанные по технологии Предтеченского трубки — индивидуальные.

Они нужны прежде всего для изготовления различных композитов: длинные, гибкие и прочные нанотрубки формиру-

встроенный в карту. Наша упаковка с наночастицами защищает колбасу, сыр. Это не те потребительские товары, которые всем видны. Кроме того, есть застарелая проблема. Кто может назвать отечественные изделия, отечественных изготовителей потребительских товаров? Они не на слуху. В советское время хорошо реализовывали крупные государственные программы, направленные на решение стратегических задач — оборона, космос, промышленность группы А (производство средств производства. — *Примеч. ред.*). Но промышленностью группы Б — потребительскими товарами — занимались плохо. Вот какие советские потребительские товары мирового уровня можно вспомнить? Холодильники? У вас был «Саратов» или «Бирюса»? Все мечтали об импорте, а не о советском товаре, если приемник — то «Филипс», если магнитофон — то «Грюндиг» (в случае с холодильником мечтой был «Розенлев» финского завода шведской компании «Электрোলюкс». — *Примеч. ред.*). На внешнем рынке не было советских товаров. Одно исключение — первый потребительский джип «Нива», его действительно хорошо оценили за рубежом. Проблема очень глубока, ведь изготовление потребительских товаров требует специальных подходов, большое значение имеют дизайн, маркетинг, это особые технические правила, особая экономика, совсем не похожая на ту, что работает в тяжелой промышленности, где основной задачей было освоение выделенных фондов. При советской власти это направление не получило развития, традиции утрачены, и проблема со-



СОБЫТИЯ

храняется до сего дня. Бизнес по-прежнему умеет работать в группе А, но специфику группы Б он никак не поймет. Впрочем, мы не должны заниматься потребительскими товарами. Наша задача — обеспечить бизнес нанотехнологическими продуктами, которые помогут ему завоевать рынок.



ют внутренний скелет изделия, что повышает его прочность, износостойкость и придает диэлектрическому пластику электропроводность. Композиты с нанотрубками находят применение в электротехнике — это и электроды аккумуляторов, и антистатические покрытия для полов на электротехнических производствах. В резинотехнической промышленности их добавляют в резину для шин или в латекс для получения прочных и электропроводных перчаток. Используют их и в стеклопластиках, например в производстве электропроводных коррозионностойких труб для нефте- и газопроводов — в таких трубах не накапливается статическое электричество. Даже небольшая добавка нанотрубок существенно меняет свойства материала; она может быть столь ничтожной, что тонкая пластиковая пленка сохраняет прозрачность, но приобретают электропроводность, становится антистатической; такое покрытие подходит для защиты экрана смартфона. Нанотрубки могут найти применение и в строительстве — добавка их в цемент существенно повышает прочность бетона. Ожидается, что к 2020 году мировой рынок таких нанотрубок превысит 4 тысячи тонн. Главное — показать конструкторам и материаловедам, людям достаточно консервативным, что материалы с нанотрубками не снизят надежность конструкций, а повысят ее и обеспечат совокупное снижение затрат. Например,

усовершенствованные антистатические полы с нанотрубками удалось укладывать с существенной экономией материалов без ущерба свойствам. И самое главное — такие материалы станут в их руках надежной основой для создания принципиально новых изделий.



Компания «Пластик Лоджик» была основана в 2000 году британскими исследователями из Кавендишской лаборатории для выпуска дисплеев на основе полимерной электроники и электронной бумаги. В 2011 году Роснано полностью выкупила компанию, которая была накануне краха, поскольку

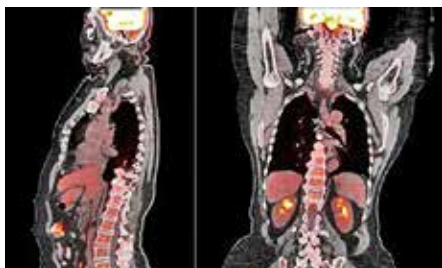
электронная книга с ее дисплеем не смогла конкурировать с появившимся тогда планшетом «Apple». При покупке планировали построить завод гибкой электроники в Зеленограде, но этот план не был реализован из-за малой емкости рынка. После 2013 года компания была разделена на лондонское исследовательское подразделение и дрезденское производственное. Изготавливаемые компанией дисплеи не только гибкие, но и сохраняют изображение после выключения электропитания. Их можно использовать для изготовления цифровых вывесок — от рекламы до расписаний поездов, электронных бирок, дисплеев носимой электроники, идентификационных карт, дополнительных дисплеев смартфонов с низким потреблением энергии.



НПЦ «Пружина», созданный в Удмуртии благодаря союзу Роснано, Ижмаша и банка Уралсиб, начал выпуск высокопрочных пружин в 2011 году. В



основе технологии лежит метод термомеханической обработки стали: пружину навивают при высокой температуре, при этом тщательно соблюдая оптимальную степень и скорость деформации, а затем охлаждают с контролируемой скоростью. В результате фазовых превращений, развивающихся при такой обработке, формируется задуманная материаловедцами наноразмерная структура. Она обеспечивает высокие прочностные и усталостные свойства пружин, в несколько раз повышает срок их работы без изменения характеристик. Такие пружины используют при производстве вагонов, автомобилей, лифтов, спецтехники, сельхозтехники и в электротехнике.



Компания «ПЭТ-Технолоджи», основанная Роснано в союзе с ЗАО «РосМедТехнолоджи» и венгерской компанией «MEDILUX», служит оператором центров ядерной медицины, где лечат с применением радиохирургии и проводят диагностику с использованием позитронной эмиссионной томографии (ПЭТ). С 2011 года такие центры были построены в Уфе, Москве, Орле, Липецке, Курске, Белгороде, Тамбове, Тольятти, Екатеринбурге. Главная задача ПЭТ — выявление злокачественных опухолей на ранних стадиях, когда они еще не детектируются никаким другим методом и не причиняют пациенту никаких неудобств. Дело в том, что остальные методы томографии, в сущности, смотрят распределение потоков крови по организму пациента. Как правило, концентрация кровеносных сосудов в опухоли больше, чем в здоровой ткани, и при большом различии это проявляется в виде контраста на изображениях.

ПЭТ же фиксирует уровень метаболизма клеток, а именно их способность поглощать глюкозу. Ткани опухоли, благодаря усиленному кровоснабжению, накапливают в себе гораздо больше глюкозы, чем здоровые, и это становится хорошо различимо. Контрастным агентом, как правило, служит фторированная глюкоза. Фтор в нее введен не случайно — изотоп фтор-18 с периодом полураспада 110 минут оказался наиболее подходящим для исследования. Такое время жизни, не большое, но и не маленькое, позволяет тщательно подготовить препарат, ввести его пациенту и подождать, пока он распределится по всем тканям. Фтор-18 претерпевает бета-распад, испуская позитрон и превращаясь в стабильный кислород-18. Позитрон же весьма быстро, не пролетев и миллиметра, тормозится и аннигилирует с каким-нибудь электроном, испуская два гамма-кванта, которые разлетаются в противоположные стороны. Зафиксировав одновременный приход квантов детектором, можно рассчитать точку, из которой они вылетели. Эти соображения дают основу для расшифровки показаний детекторов и построения томограммы. Как правило, ее совмещают с одновременно получаемой компьютерной томограммой, которая дает анатомическую картину: данные ПЭТ яркими пятнами отмечают на ней области с высоким поглощением глюкозы. Помимо опухолей, это могут быть и области воспаления, вызванного инфекциями, и следы нарушения в работе сердечно-сосудистого аппарата. Метод ПЭТ был придуман в 50-х годах американскими физиками, в 1970 году были получены первые томограммы, а в 2000-м позитронно-эмиссионный томограф был признан изобретением года.

У ПЭТ есть два недостатка. Первый — довольно высокая доза облучения, составляющая пятой доле от предельно допустимой для работника атомной отрасли. Второй — высокая стоимость: одна процедура обходится примерно в тысячу долларов. Видимо, это связано со спецификой ядерной медицины, а именно повышенными мерами без-

опасности и необходимостью использования энергоемких ускорителей для изготовления изотопов.



Компания «Хевел» была создана в 2009 году как совместное предприятие Роснано и группы «Ренова». Ее задача — производство солнечных элементов и строительство солнечных электростанций. К 2017 году компания построила электростанции суммарной мощностью 434 МВт. Крупные станции мощностью 5—20 МВт расположены в Башкирии, на Алтае, в Оренбургской, Саратовской областях. Небольшие дают энергию для монастырских теплиц на Валааме (60 кВт), превращают в электричество свет, падающий на крышу автовокзала в Анапе (70 кВт) или вокзала в олимпийском парке Сочи (125 кВт). Изначально на заводе в Новочебоксарске реализовали швейцарскую технологию тонкопленочных элементов. Летом 2017 года перешли к изготовлению гетероструктурных солнечных элементов. Их КПД составляет 22%, а при затенении они сохраняют 90% эффективности. Новая технология создана в НТЦ тонкопленочных технологий, образованном компанией «Хевел»; он входит в число резидентов Сколково, что обеспечивает ему благоприятный налоговый режим. В 2017 году мощности предприятия позволяли создавать 160 МВт солнечных панелей в год.



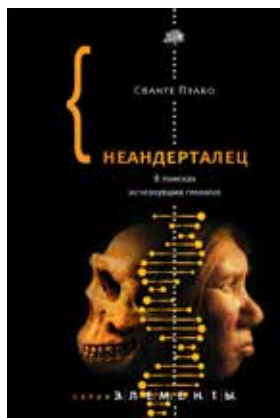
Пол Оффит
Смертельно опасный выбор.
Чем грозит борьба
с прививками
Серия «Библиотека фонда
"Эволюция"» Corpus. 2017
Перевод с английского:
Анастасия Бродоцкая



КНИГИ

Стоит ли делать ребенку прививки и если да, то зачем? Ответы на эти вопросы до сих пор неочевидны для многих родителей. Американский педиатр, специалист по инфекционным заболеваниям и один из создателей вакцины против ротавируса Пол Оффит ставит вопрос более жестко: стоит ли давать родителям право такого выбора? В своей книге Оффит анализирует несколько антипрививочных кампаний и блестяще опровергает аргументы их активистов, доказывая, что решение не прививать ребенка может оказаться смертельно опасным.

Сванте Пэабо
Неандерталец.
В поисках исчезнувших
геномов
Corpus. 2017
Перевод с английского:
Елена Наймарк



Шведский генетик Сванте Пэабо входит в число основоположников нового направления в науке, исследований древних ДНК. «Неандерталец» рассказывает об одном из важнейших научных приключений XXI века — о честном и трудном пути к расшифровке генома наших «родственников», древних гоминид. Это достижение не только в корне меняет наше представление об истории человечества, но и дает надежду на разгадку тайны: почему мы, в отличие от неандертальцев, выжили и до сих пор существуем?

Карло Ровелли
Семь этюдов по физике
Corpus, 2018
Перевод с английского:
Алена Якименко



Карло Ровелли — физик-теоретик, внесший значительный вклад в физику пространства и времени, автор нескольких научно-популярных книг. Он работал в Италии и США, а сейчас возглавляет исследовательскую группу по квантовой гравитации в Марселе.

«Семь этюдов по физике» мгновенно стали бестселлером в Италии и переведены на несколько десятков языков. В этой книге Ровелли кратко и увлекательно рассказывает о самых потрясающих открытиях революции, произошедшей в физике в XX веке, и о вопросах, все еще ждущих своего разрешения. «Семь этюдов по физике» — окно, через которое даже неподготовленный читатель может взглянуть на теоретическую физику.

Станислав Дробышевский
Достающее звено.
Книга 1. Обезьяны и все-все-все
Книга 2. Люди
Серия Primus
М.: Corpus. 2017



Кто был непосредственным предком человека? Как выглядит цепь, на конце которой находится Homo sapiens, и все ли ее звенья на месте? Почему некоторые ископаемые находки оказываются не тем, чем кажутся поначалу? И почему разумными стали именно гоминиды, а не другие млекопитающие? Где и когда был найден наш самый древний предок? Какое отношение имеют к нам неандертальцы, денисовцы, дманисцы и хоббиты с острова Флорес? Откуда взялись тролли и великаны? Какую роль сыграло в человеческой эволюции вегетарианство?

Первая книга двухтомника посвящена тем, кто внес вклад в формирование нашего вида задолго до того, как мы встали на ноги, расправили плечи и отрастили мозг. Вторая книга рассказывает о древних людях, о том, сколько чего и как мы от них унаследовали, — и о том, в кого можем превратиться в будущем.

Ричард Докинз
Неутолимая любознательность.
Как я стал ученым.
Corpus, 2018
Перевод с английского: Петр Петров



В России вышел уже целый ряд научно-популярных книг выдающегося мыслителя Ричарда Докинза. Они весьма необычны и пользуются заслуженным успехом, хотя и вызывают споры — как и всякие хорошие книги. Предлагаемое читателю издание — давно ожидаемая автобиография ученого, написанная не менее захватывающе. С теплым юмором автор описывает детство, юность и молодость, приводит удивительнейшие факты из истории семьи, с благодарностью рассказывает о тех, кто помог ему стать тем, кем он стал.

Подробности на сайте издательства
<http://www.corpus.ru/>



Охотники за инновациями

Кандидат физико-математических наук

С.М.Комаров

Спам в электронной почте порой бывает и полезным. Благодаря ему мы узнали о существовании компании «NineSigma», которая охотится за открытыми инновациями и, в частности, *рассылает и публикует на своем сайте* просьбы от компаний помочь решить тот или иной технологический вопрос. Свежие запросы со сроком, истекающим в феврале 2018 года, приведены в конце статьи, но сначала давайте разберемся: что такое открытые инновации?

До первой половины XX века в изобретательском деле существовало разделение труда. Изобретатель придумывал нечто новое и шел к властям предержащим либо к промышленникам за средствами для внедрения. Отнюдь не всегда ему сопутствовал успех. В первом случае необходимо было угадать, что нужно властям. Возьмем, к примеру, наполеоновскую Францию. Император объявил континентальную блокаду — запретил британским судам заходить в порты Европы. В результате Французская империя лишилась важнейшего колониального товара — тростникового сахара. Ботаник и изобретатель Жюль Поль Бенжамен Делессер продемонстрировал Наполеону свой маленький заводик по изготовлению свекольного сахара и поймал журавля в небе: император сразу же понял, как подсластить жизнь подданным, сделал Делессера бароном, распорядился построить шесть заводов, работающих по его технологии, англичанам же порекомендовал топить сахар в Темзе.

Общение изобретателей с капиталистами было сложнее: мало убедить дать денег на инновацию, надо еще следить, чтобы не обманули при разделе полученной от внедрения прибыли. Изъятие буржуазным хищником результата многолетних трудов талантливого изобретателя красочно описано в повести Оноре де Бальзака «Утраченные иллюзии». Приведем, снабдив описанием этапов отъема интеллектуальной собственности, несколько фрагментов этой повести. Действующие лица — изобретатель Давид Сешар, сын старого типографа, его жена Ева, братья Куэнте, купившие старую типографию, и судья Пти-Кло, помогающий Сешару выйти из тяжелой ситуации.

1. Рождение идеи

«Измученный заботами, связанными с отсутствием денег, измученный тревогой, которую вызывало в нем состояние жены, убитой бесчестным поступком Люсьена, Давид все же не оставлял мысли о своем изобретении; так, идя к Пти-Кло, он в рассеянии жевал стебель крапивы, которую только

что вымачивал в воде, с тем чтобы размягченные волокна применить в качестве сырья для бумажной массы. Он желал применить обычные способы переработки пряжи, тряпья, лоскута к любым волокнистым веществам, поддающимся размельчению и вымачиванию. На обратном пути, достаточно успокоенный беседой со своим другом Пти-Кло, он вдруг заметил, что у него во рту находится комочек какого-то теста: он положил его на ладонь, раскатал и обнаружил бумажную массу, превосходящую собою все составы, которые он когда-либо получал, потому что главным недостатком массы, вырабатываемой из растений, была ее слабая вязкость. Так, из соломы получается ломкая, шуршащая, точно металлическая бумага. Неожиданные открытия выпадают лишь на долю отважных исследователей явлений природы! «Я осуществляю, — сказал себе Давид, — посредством машины и химической обработки то, что я открыл безотчетно». И он явился к жене, обрадованный своей уверенностью в победе...

2. Подход к инвестору

«Пти-Кло, глядя на Еву, приложил палец к губам.

— Неразумно, чрезвычайно неразумно! — сказал он, относясь к братьям Куэнте: — Бумагу вы видели, папаша Сешар сам признавался вам, что его сын, запертый им на ночь в подвал, изготовил из сырья, самого что ни на есть дешевого, превосходную бумагу... Вы пришли договориться насчет приобретения патента. Угодно вам его приобрести? Да или нет?

— Видите ли, — сказал Куэнте-большой, — нравится это или не нравится моему брату, я беру на себя риск уплатить долги господина Сешара; я даю шесть тысяч франков наличными, и господин Сешар будет иметь тридцать процентов с дохода; но выслушайте меня внимательно: ежели в течение года он не выполнит условий, которые сам внесет в договор, он обязан будет возратить нам эти шесть тысяч франков, патент же остается за нами, а мы уж как-нибудь выкрутимся...»

3. Кабальный договор

«Вот каковы были обязательства Сешара:

Мы, нижеподписавшиеся, и пр...

Господин Давид Сешар-сын, типограф в Ангулеме, утверждает, что нашел способ равномерно проклеивать бумагу в чане, а также способ снизить себестоимость производства любых сортов бумаги более чем на пятьдесят процентов посредством введения в бумажную массу растительных веществ, как примешивая их к применявшемуся доселе тряпью, так и применяя их в чистом виде, а посему Давид Сешар-сын и господа братья Куэнте заключили между собою товарищеский договор в целях разработки патента на изобретение на основании следующих условий и статей...

По одной статье договора Давид Сешар лишился полностью своих прав в случае, если бы условия, изложенные в данной редакции соглашения, тщательно обдуманного Куэнте-большим и принятого самим Давидом, не были им выполнены...»

4. Тактика обмана

«Замысел Куэнте-большого был чудовищно прост. Он сразу же решил, что проклейка в чане — дело невозможное. Единственный верный источник обогащения он видел в удешевлении бумажной массы путем примеси растительных веществ.

Итак, он сделал вид, что якобы не придает большого значения удешевлению сырья, а все надежды возлагает на проклеивание в чане. Что же было тому причиной? В те времена ангулемские фабрики занимались почти исключительно производством писчей бумаги, известной под названием: эю, цыпленок, школьник, раковина, — именно таких сортов, которые требуют проклейки. Бумажная промышленность Ангулема издавна славилась производством этих сортов бумаги. Стало быть, эта отрасль производства, освоенная с давних пор ангулемскими фабрикантами, оправдывала



ГЛУБОКИЙ ЭКОНОМ

требования Куэнте; но проклеенная бумага, как мы увидим, отнюдь не входила в его расчеты. Спрос на писчую бумагу был крайне ограничен, между тем как потребность в типографской непроклеенной бумаге была неограниченной.

Во время поездки в Париж, предпринятой для получения патента на свое имя, Куэнте-большой решил заключить сделки, которые способствовали бы значительному расширению его производства. Куэнте, остановившийся у Метивье, поручил ему в годичный срок перебить у бумажных фабрикантов, обслуживающих парижские газеты, поставку типографской бумаги, спустив цену за стопу до цифры, не доступной ни для одной фабрики, обещая при том доставлять бумагу, своей

белизною и качеством превосходящую даже высшие по тому времени сорта. Куэнте рассчитывал, что он успеет избавиться от Сешара, пока Метивье будет заключать договоры с крупнейшими парижскими газетами, потреблявшими до двухсот стоп бумаги ежедневно...»

5. Изобретатель направлен на неверный путь

«В отсутствие Куэнте-большого Давид приготовил первый чан непроклеенной бумаги, качеством значительно выше той, на которой обычно печатаются газеты; затем второй чан великолепной веленовой бумаги, предназначавшейся для роскошных изданий, которой типография Куэнте воспользовалась для издания молитвенников по заказу епархии <...>

С возвращением Куэнте-большого все приняло иной оборот: он осмотрел образцы бумаги и не выказал особого восторга.

— Любезный друг, — сказал он Давиду, — специальность Ангулема — это бумага сорта «раковина». Первым делом надобно изготовить наилучший сорт «раковины», причем на пятьдесят процентов ниже обычной ее стоимости.

Давид попробовал приготовить чан проклеенной бумажной массы для «раковины», но бумага получилась шершавая, как щепка, и клей лег на листы комками. В тот день, когда опыт сорвался, Давид с образцами в руках уединился в углу мастерской, он хотел в одиночестве пережить свое горе, но Куэнте-большой не оставил его в покое и, рассыпаясь в любезностях, стал утешать своего совладельца.

— Не падайте духом, — сказал ему Куэнте, — продолжайте опыты! Я малый неплохой, я вас понимаю и доведу дело до конца!.. 6. Изъятие изобретения

Между тем в Ангулеме и Умо пошли странные слухи: Давид Сешар разоряет-де братьев Куэнте. Истратив якобы тридцать тысяч франков на опыты, он в конце концов получил скверную бумагу. <...>

Тем временем Куэнте-большой выписывал машины для выработки рулонной бумаги, предоставляя ангулемцам думать, что машины нужны Давиду Сешару для его опытов. Но иезуит, по-прежнему поощрявший Сешара заниматься исключительно опытами проклеивания бумаги в чане, сам не теряя времени и, пользуясь рецептами Давида, примешивал к тряпичной массе растительные вещества и отправлял Метивье тысячи стоп газетной бумаги.

В сентябре месяце Куэнте-большой, оставшись как-то наедине с Давидом, узнал, что тот замыслил поставить опыт, суливший успех; он стал отговаривать его от дальнейшей борьбы.

— Любезный Давид, поезжайте-ка в Марсак, повидайтесь с женой да отдохните от трудов! Видите ли, мы боимся разориться, — дружески сказал он ему. — То, что вам представляется великой победой, всего только отправная точка. Надобно повременить с новыми опытами. Ну, посудите сами, чего мы достигли? Мы ведь не только фабриканты, мы типографы, банкиры, а идет молва, что вы нас разоряете...<...> Видите ли, срок нашего договора с вами истекает, надобно обеим сторонам серьезно подумать...»

7. Правовое оформление

«— Куэнте требует с вас шесть тысяч франков? — сказал он <Пти-Кло> с усмешкой. — А сколько еще должны вы заплатить за Вербери?

— Пять тысяч франков, сударь, но две тысячи у меня уже есть... — отвечала Ева.

— Приберегите-ка ваши две тысячи, — отвечал Пти-Кло. — Стало быть, пять тысяч!.. Вам требуется еще десять тысяч, чтобы устроиться там как следует. Ну, что ж, через два часа Куэнте предоставят вам пятнадцать тысяч франков...

Ева удивленно посмотрела на него.

— ...в случае вашего отказа от всех доходов по товарище-

скому договору, который вы расторгнете полюбовно, — сказал чиновник. — Согласны?

— И все будет вполне законно? — сказала Ева.

— Вполне законно, — сказал чиновник, улыбаясь. — Куэнте причинили вам достаточно горя, я хочу положить предел их притязаниям. Видите ли, теперь я должностное лицо и обязан открыть вам всю правду. Так знайте же, братья Куэнте вас обманывают, но вы в их руках. Ежели бы вы приняли бой, то могли бы выиграть тяжбу, которую они затевают. Но неужели вы пожелаете тягаться с ними? <...>

Часа два спустя, как и сказал Пти-Кло, мэтр Сего принес составленные по всем правилам бумаги, которые подписаны были братьями Куэнте, и пятнадцать тысяч франков банковыми билетами <...>

Изобретение Давида Сешара стало питать французскую промышленность, как пища питает огромное тело. Заменяв тряпки новым сырьем, Франция может выделять бумагу дешевле всех европейских стран...»

Впрочем, многие изобретатели и сами становились капиталистами, основывая компании для реализации своих идей, — примером может служить Томас Эдисон. Добился успеха и П.Н.Яблочков, создавший первое массово выпускаемое электрическое устройство для освещения — свечу Яблочкова. Он не стал совладельцем фирмы, передав патент французской компании, но возглавил ее технический отдел. Впоследствии он руководил и русской компанией по электрическому освещению, которая, однако, не преуспела, так как на смену свече пришла лампа накаливания Лодыгина. Порой создаваемые изобретателями предприятия оказывались столь успешными, что существовали не одно столетие, например основанная химиком Карлом фон Линде компания по изготовлению промышленных газов до сих пор носит его имя — «Линде-групп» (мы о ней упоминали в марте 2017 года).

Со временем, все же эпоха великих изобретателей закончилась, ситуация изменилась и производство инноваций сосредоточилось в исследовательских центрах корпораций или в советских отраслевых институтах. Как правило, эти исследования ведутся в обстановке секретности, сотрудник компании дает обет молчания и даже в научных журналах может публиковаться лишь с разрешения корпоративных компетентных органов. Инновации этого типа называются закрытыми. Более того, при формировании монополистического капитализма корпорациям стало удобнее скупать патенты на изобретения независимых исследователей и класть их под сукно: так можно и уберечь знания от конкурентов, и не тратиться на изменения технологического процесса.

Однако в конце XX века появились и другие инновации — открытые. Причиной стало то обстоятельство, что в инновационный процесс включилось огромное число участников: помимо корпоративных центров, это академические институты, университетские лаборатории, созданные при них малые предприятия, посредники в виде инновационных агентств, фондов поддержки инноваций и бизнеса, венчурных капиталистов. Кроме того, информационные технологии обеспечили гораздо больше каналов распространения сведений о разработках. В этих условиях стало трудно обеспечивать закрытость. Также возникло много побочных продуктов разработки инноваций — идеи, которые не вписывались в бизнес-структуру корпорации, оказывались на полке, хотя могли бы пригодиться в какой-либо другой отрасли. Использование знаний, полученных за пределами корпораций, и открытие полученных знаний с помощью продажи лицензий и патентов, создания совместных предприятий или выделения новых непрофильных предприятий в самостоятельный бизнес (так называемые спин-офф компании и составляют суть открытых инноваций. А для работы с ними необходимы



агенты, ориентирующие промышленников в рынках предложения и спроса технических решений.

Компания «NineSigma» как раз и входит в число таких агентов. Эту компанию в 2000 году основал доктор Мехран Мехренгани, выпускник кливлендского Университета Кейса — Вестерн Резерв, специалист по датчикам и микромеханоэлектронным устройствам (MEMS). За семнадцать лет работы «NineSigma» завоевала немалый авторитет, в числе ее клиентов крупнейшие корпорации мира. В портфеле компании более 35 тысяч предложений от изобретателей, выручка же за консультационные услуги в 2016 году превысила 85 миллионов долларов.

Основная задача компании — обеспечить решение той или иной технической проблемы. Интересно, что треть клиентов, по их собственным сообщениям, получили ответы на свои вопросы от изобретателей из совершенно неожиданной области. Возможно, причина в том, что «NineSigma» приглашает поучаствовать в решении всех желающих, публикуя многие запросы на своем сайте. Там указаны сроки, в которые нужно представить предложение, и параметры решения. В конце декабря там были три предложения со сроками окончания приема заявок в феврале 2018 года. Вот они.

1. Жвачка для домашних питомцев — мягкий материал, который могли бы жевать собаки и кошки. С просьбой найти такое вещество обратился крупный изготовитель продуктов для животных. Эта компания хочет начать выпуск новой линейки продуктов, в которые можно включать пробиотики и питательные вещества. Продукты должны нравиться животным и их хозяевам, укреплять эмоциональные связи между ними. Пластиковые косточки, которые достаются собакам сегодня, слишком хрупки и при разгрызании оставляют много мусора. Идея в том, чтобы сделать мягкий жевательный продукт, который не станет распадаться на части и доставит радость домашним животным в процессе продолжительного жевания. Этот материал должен предохранять помещенные в него пробиотики от действия воздуха и воды и поддаваться формовке, чтобы из него можно было изготавливать продукты разной формы, от косточки до мышки; компоненты материала и консерванты должны быть по большей части натуральными. Кроме того, необходимы продолжительный срок хранения в магазине — не менее двух лет — и экономически состоятельная технология производства (эти два пункта могут быть выполнены не сразу, а после доработки). Возможны как совместная разработка, так и передача лицензии или поставка готового материала. Объем финансирования — 25 тысяч евро для первичной разработки и тестирования прототипов. Срок — 23 февраля 2018 года.

2. Заменитель диоксида титана, придающий текстильным волокнам белизну и матовость. Компания, производящая природные волокна на основе целлюлозы, сейчас использует в качестве отбеливающего агента диоксид титана. Он придает волокнам белизну и непрозрачность,

которая сохраняется как в сухом, так и во влажном состоянии. На это уходят тысячи тонн диоксида титана в год, и заказчик хочет сократить его потребление не менее чем на четверть либо совсем отказаться от него. К сожалению, возможные заменители — глина, диоксид кремния, тальк и прочие минералы — годятся только в сухом состоянии. При насыщении волокон водой они, как выяснилось, вытесняют микропузырьки воздуха, которые, собственно, и рассеивают свет, отчего мокрые целлюлозные волокна становятся прозрачными. В качестве возможных претендентов могут быть новые отбеливатели, вещества, сохраняющие пузырьки воздуха, новые пигменты, наночастицы или вещества с высоким коэффициентом отражения света, вещества, рассеивающие свет. Главное, чтобы они не увеличивали вес ткани, были совместимы с целлюлозными волокнами и не уступали диоксиду титана по отбеливающим характеристикам. Объем поставок предлагаемого вещества составляет 150 млн евро в год. Возможные формы сотрудничества — совместная разработка, поставка вещества, консультирование. Срок — 9 февраля 2018 года.

3. Концентрирование оболочечных вирусов

Для производства вирусных антигенов нужны вирусы. Их выращивают в огромных, емкостью до тысячи литров, биореакторах, заполненных клетками млекопитающих. При обработке содержимого реактора получается смесь вирусов с фрагментами различных биомолекул, от которых вирусы необходимо очищать. Обычно это делают с помощью хроматографических колонок, но получается или плохо, или дорого. Заказчик ищет технологию, скорее всего из области промышленной или пищевой микробиологии, которая позволила бы выделять вирусные частицы более дешевым и надежным способом. Возможно, здесь пригодятся и технологии микрофлюидики. Размер вируса 20—30 нм, диаметр его липидной оболочки 50—60 нм, электрический заряд на ее поверхности отсутствует. Финансовые вопросы решаются в процессе переговоров. Срок — 1 февраля 2018 года.

Читатели, которые заинтересовались этими предложениями, могут найти подробности на сайте компании — www.ninesigma.com. Мы также планируем время от времени сообщать о новых запросах подобного рода.



Индий: факты и фактики

А.В.Наумов

Когда впервые получили отечественный индий? Ровно восемьдесят лет назад. В 1938 году были разработаны способы извлечения индия и получены его концентраты из отходов цинковых заводов СССР; на опытной установке Государственного научно-исследовательского и проектного института редкометаллической промышленности «Гиредмет» из этих концентратов выделили первые десятки граммов индия.

Нужен ли индий России? В РФ индий извлекают при производстве цинка. Источником его служат медноколчеданные месторождения Урала (75% объема всех российских цинковых концентратов, среднее содержание индия 3,2 г/т) и полиметаллические месторождения Южной Сибири и Приморья (среднее содержание индия 14,7 г/т). Всего же запасы индия учтены в рудах 61 месторождения. В 30-х гг. XX века в Гиредмете создали теоретические основы поведения рассеянных элементов, в том числе индия, в пирометаллургических и гидрометаллургических процессах. Это обеспечило целенаправленный поиск рассеянных элементов на заводе «Электроцинк» во Владикавказе и Челябинском цинковом заводе, Чимкентском свинцовом заводе и на других предприятиях Советского Союза, что и положило начало создания индиевой промышленности.

Сегодня общее производство индия в России, к сожалению, крайне невелико. До середины 90-х годов технический индий выпускали Новосибирский оловокомбинат (НОК), Челябинский цинковый завод (ЧЦЗ) и «Электроцинк» во Владикавказе. Особо чистый индий (99,9999%) производили на Подольском ХМЗ (ПХМЗ). Сейчас НОК и ПХМЗ индий не выпускают, а оставшиеся АО ЧЦЗ и АО «Электроцинк» могут давать до 15 тонн индия, реальное же производство составляет около 6—9 тонн в год, которые идут главным образом на экспорт. Внутреннее потребление — около одной тонны в год. А мировое производство немного превышает полтысячи тонн в год.

Как открыли индий? Это произошло в эпоху бурного развития спектрального анализа — метода, предложенного Густавом Кирхгофом и Робертом Бунзеном в 1859 году. После того как было установлено, что у каждого химического элемента есть свой спектр, началась настоящая погоня за неизвестными спектрами — в 1861 году так были открыты цезий, рубидий и таллий. В 1863 году профессор и директор металлургической лаборатории Фрайбургской минералогической школы Фердинанд Райх и его ассистент Теодор Рихтер занимались спектроскопическим анализом полиметаллических руд и «земель» (так химики XIX века называли труднорастворимые оксиды), найденных в районе Фрайбурга. Они исследовали, в частности, образцы цинковой обманки — минерала сфалерита, ZnS , пытаясь обнаружить в пробах открытый незадолго до этого таллий. Из образца сфалерита Райх и Рихтер выделили хлорид цинка и поместили его в спектрограф с надеждой зарегистрировать ярко-зеленую линию, характерную для таллия. Профессор Райх страдал дальтонизмом, поэтому все наблюдения регистрировал Рихтер, у которого, к счастью для судьбы индия, было прекрасное зрение. К удивлению Райха, Рихтер сообщил ему о появлении в спектре ярко-синей линии. Они установили, что она не

принадлежит ни одному из известных до этого элементов и отличается даже от ярко-синей линии спектра цезия. Из-за сходства цвета характеристической полосы в эмиссионном спектре с цветом красителя индиго открытый элемент и получил свое название. В немецком «Zeitschrift für Praktische Chemie») авторы написали: «Мы получили в спектрокопе столь яркую, резкую и устойчивую синюю линию, что без колебаний пришли к выводу о существовании неизвестного металла, который предлагаем назвать индием».

Первооткрыватели сочли новый элемент аналогом цинка и приписали ему неверную валентность, равную двум. Они определили и атомный вес эквивалента индия, который оказался равным 37,8. Исходя из валентности 2, был неверно установлен атомный вес элемента ($37,8 \times 2 = 75,6$). Только в 1870 году Д.И.Менделеев на основании Периодического закона установил, что валентность индия 3 и что это аналог алюминия, а не цинка. Позднее Генри Мозли с помощью рентгеновского анализа полностью подтвердил выводы Менделеева. Таким образом, в 1871 году индий стал 49-м элементом Периодической системы.

Как Менделеев вычислял индий? Вот отрывок из статьи «Периодическая законность химических элементов» (1871): «Положим, что дан элемент, образу-

In	49	3
114,82±1	5s ² 5p ¹	18
ИНДИЙ		18
		8
		2



1
Слиток индия на ладони автора



2
Установка для вакуум-термической очистки
индия в Гиредмете

щий одну, выше не окисляющуюся, не очень энергическую основную окись, в которой эквивалент элемента = 38 (надо не забыть, что в этом числе заключается некоторая, неизбежная погрешность). Спрашивается, какой его атомный вес или какова формула его окиси? Придав окиси состав R_2O , будем иметь $R=38$, и элемент должно поместить в I группу. Но там на этом месте уже стоит $K=39$, да, судя по атоманалогии, основание такого рода должно быть и растворимое, и энергическое. Придав окиси состав RO , атомный вес R будет = 76, но во II группе нет места для элемента с таким атомным весом, потому что $Zn=65$, $Sr=87$, да и все места элементов с малыми атомными весами в ней полны... Придав окиси состав R_2O_3 , будем иметь для R атомный вес = 114 и его должно отнести к III группе. В ней действительно есть свободное место между $Cd=112$ и $Sn=118$ для элемента с атомным весом около 114. Судя по атоманалогии с Al_2O_3 и Ti_2O_3 , с CdO и SnO_2 , окись его должна быть слабым основанием. Следовательно, можно сюда поставить наш элемент. Придав (же) ей состав RO_2 , получим атомный вес $R=152$, но в IV группе нет места для такого элемента. Свободное место, соответствующее элементу с атомным весом 162, должно принадлежать такому, окись которого будет очень слабою кислотою, слабейшею, чем SnO_2 , но более энергическою, чем PbO_2 . С атомным весом 152 есть свободное место в VIII группе, но элемент этого места, занимаая средину между Pd и Pt , должен обладать такою совокупностью свойств, которую нельзя не заметить при изучении тела, и если ее нет в нем, то это место и этот вес атома ему и не

подходят. Придав окиси состав R_2O_5 , получим атомный вес $R=190$, но в V группе нет места для такого элемента, потому, что $Ta=182$ и $Bi=208$, да и элементы этих мест кислотны в виде R_2O_5 .

Точно так же не подходят нашему элементу и составы окислов RO_3 и R_2O_7 , а потому единственный приличный для нашего элемента атомный вес есть $R=114$, а окиси его формула R_2O_3 .

Но такой элемент и есть индий. Его эквивалент, по наблюдению Винклера, = 37,8, следовательно, его атомный вес должен быть изменен (до сих пор признавали его = 75, а окись за InO) в $In=113$, состав его окиси In_2O_3 , его атоманалогии из группы III суть Al и Tl , а из 7-го ряда – Cd и Sn ...

Чтобы убедиться в справедливости приведенного выше изменения в формуле окиси индия и в атомном весе индия, я определил его теплоемкость и нашел ее (0,055) согласно с тем выводом, который был сделан на основании закона периодичности, по (но?) в то же время Бунзен, испытывая свой изящный калориметрический прием, также определил теплоемкость индия, и наши результаты оказались согласными (Бунзен дает число 0,057), а потому нет никакого сомнения в том, что путем применения закона периодичности есть возможность исправлять атомные веса мало исследованных элементов».

Где находится индий? По содержанию в земной коре индий относится к типичным редким элементам, а по характеру распространения — к типичным рассеянными элементам. Содержание индия в земной коре равно $1,4 \cdot 10^{-5}\%$. Известно около десяти минералов индия, например, индит $FeIn_2S_4$, рокезит $CuInS_2$, сакурнит $(CuZnFe)_3In_4S_4$ и патрукит $(Cu,Fe,Zn)_2(Sn,In)_4S_4$, джалиндит $In(OH)_3$. Они не имеют практического

значения вследствие своей исключительной редкости, содержание индия в подавляющем их большинстве не выходит за пределы нескольких тысячных долей процента. В небольших концентрациях индий обнаружен в золе каменных углей, нефти некоторых месторождений (до $2,2 \cdot 10^{-6}\%$ In), а также в морской и дождевой воде. Содержание индия во Вселенной оценивается в $3 \cdot 10^{-10}\%$ (масс.).

Как получают индий? Основная доля природного индия приходится на свинцово-цинковые месторождения (70—75%). При обогащении их руд индий переходит в цинковые и отчасти в свинцовые концентраты, часть же остается с пустой породой. Когда цинковые концентраты обжигают, почти весь индий вследствие низкой летучести In_2O_3 остается в огарке. А далее, при пирометаллургическом переделе цинка, индий почти полностью переходит в возгоны. Содержание индия в них обычно не превышает 0,01%. Возгоны собирают и разлагают с помощью горячей серной кислоты, причем получают сернокислотные растворы с концентрацией индия уже около 0,1 г/л. Из них-то и извлекают черновой, грязный индий, который содержит свинец, мышьяк, олово, ртуть, никель, кадмий, железо, серебро. Для более глубокой очистки применяют плавку под слоем щелочи. В 2016 году мировое производство первичного индия составило 655 тонн — это крохотный по любым понятиям рынок.

Чтобы сделать индий высокой чистоты, его плавят в вакууме, где отгоняют летучие примеси, а затем проводят направленную кристаллизацию: при этом примеси (серебро, медь, никель, железо) скапливаются в одном конце слитка, который отрезают и отправляют на переработку. Индий высокой чистоты для электронных применений требуется сравнительно немного, его производят в США, Бельгии, ФРГ, Канаде, Японии, а в нашей стране — в Гиредмете и с недавних пор на Челябинском цинковом заводе.

Как индий помог силам ПВО? В отличие от серебра, индий не тускнеет на воздухе, сохраняя высокий коэф-



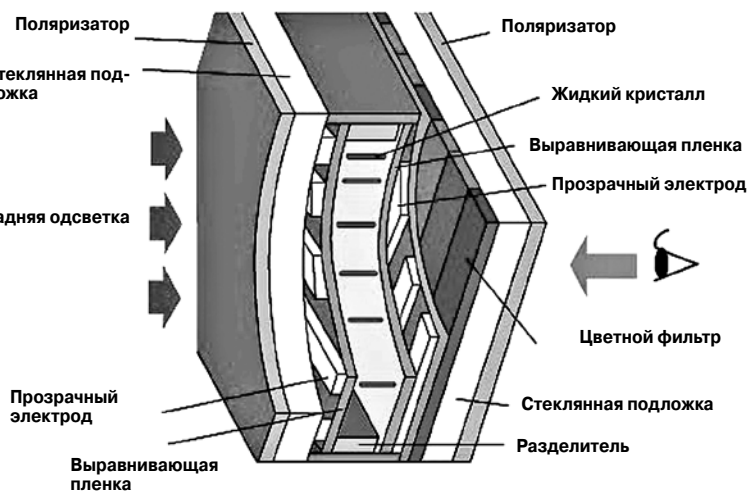
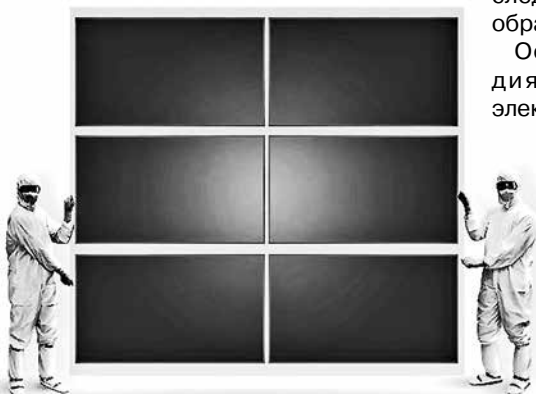
ЭЛЕМЕНТ №...

фициент отражения. Впервые это его свойство использовали при защите Лондона от массированных налетов немецкой авиации во время Второй мировой войны. Индиевые зеркала позволяли прожекторам противовоздушной обороны англичан пробивать лучами плотный туман, окутывавший Британские острова. Поскольку индий имеет низкую температуру плавления — всего 156 °С — во время работы прожектора зеркало нуждалось в охлаждении.



3 Индиевое зеркало давало мощный луч света, что помогло работе системы ПВО при обороне Лондона во время Второй мировой войны

Каково сейчас главное применение индия? Прозрачные электроды на жидкокристаллических экранах. Их делают из оксида индия, легированного оловом ($\text{In}_2\text{O}_3/\text{SnO}_2$ в соотношении 90/10). Такие покрытия сочетают прозрачность в ИК и видимой области спектра с высокой электропроводностью. Эти свойства позволили создать широкий класс приборов — плоские жидкокристаллические мониторы (LCD — Liquid Crystals Display), органические светодиоды (OLED — Organic Light Emitting Diodes), плазменные панели (PDP — Plasma Display Panels), из которых наиболее массовыми оказываются LCD. В целом бизнес на плоских дисплеях для компьютеров, телевизоров, телефонов и многого другого растет взрывными темпами



В каких сплавах используют индий?

В припоях, легкоплавких предохранителях, сигнальных устройствах. Так, индий с висмутом, свинцом, оловом и кадмием плавится уже при 46,8 °С и благодаря этому успешно справляется с ролью автоматического контролера, предохраняющего ответственные узлы и детали от перегрева. Известен сплав индия с галлием и оловом, который плавится при 10,6 °С. Плавкие предохранители из индиевых сплавов широко применяют в системах пожарной сигнализации. Сплавами In-Sn-Cd-Bi и In-Pb-Sn «склеивают» металлы, стекло, кварц и керамику. Индиевые припои используют в производстве многослойных микросхем, когда температура припоя должна понижаться от слоя к слою. С помощью индия соединяют пьезокристаллы, есть индий и в щелочных (их еще называют щелочными, от английского названия щелочи) батарейках последнего поколения.

Какова роль индия в электронике?

Сейчас на производство электроники идет 10% от общего его потребления. Перспективы широкого промышленного применения имеют кристаллы фосфида индия InP — по некоторым прогнозам, в будущем они могут заменить GaAs в производстве интегральных схем. InP считается наиболее вероятным материалом для массового производства схем следующего поколения со скоростью обработки данных более 40 Гбит/с.

Особняком стоит антимонид индия InSb, у которого меняется электропроводность под действием ин-

4

Принцип работы ячейки LCD-монитора основан на том, что жидкий кристалл меняет плоскость поляризации проходящего света в зависимости от приложенного напряжения. Слой из оксидов индия и олова выступает в роли прозрачного токоподвода, по которому подается управляющее напряжение; оно определяет, пропускает ячейка проходящий свет или нет

фрактрасного излучения. Он стал основой инфракрасных детекторов специального назначения — приборов, «видящих» в темноте нагретые предметы; такими приборами оснащены, например, тепловые головки самонаведения систем ПВО. Находит индий применение и в возобновляемой энергетике: промышленно выпускают солнечные элементы из CuInSe_2 (CIS) с solidным для этой отрасли КПД 15—20%.

Сколько стоит индий? Немного найдется металлов, цены на которые так резко изменялись на протяжении короткого времени, изумляя производителей, торговцев и аналитиков (см. рисунок). В 1950 году килограмм индия стоил 80 долларов, в 1980-м — 550 долларов, а с 2000 по 2003 год опять 70—80 долларов, во многом из-за огромного предложения дешевого материала из Китая. Потом цена стала расти и в конце 2005 года превысила 1000 долларов. Сегодня индий стоит 200 долларов за килограмм.

Цена, естественно, зависит и от спроса. Масштабное применение индия началось во время Второй мировой войны с авиационных и других ответственных подшипников (срок службы такого подшипника увеличивался в пять раз по сравнению с обычными). Свинцово-серебряные подшипники с индиевым поверхностным слоем используют до сих пор. На стальную основу наносят электролитическим способом тонкий слой серебра для придания подшипнику повышенного сопротивления усталости, затем слой свинца, а на него — слой индия. Далее

5

Рабочие держат заготовку для жидкокристаллических дисплеев, на которой уже нанесен электрод из оксидов индия и олова



6
Динамика цен на индий в 1959–2017 годах

четырёхслойный подшипник нагревают — часть индия проникает в свинец и превращает его в свинцово-индиевый сплав. В то время мировые цены на индий определяла компания «Indium Corporation of America» (ICA), которая зафиксировала их в 1945 году и — небывалый случай — не меняла почти двадцать лет. С 1963 по 1973 год цены стали чуть выше, в это время индий использовали также в производстве легкоплавких сплавов, покрытий и начали применять в электронике.

С 1973 года по 1980-й потребность и цены резко выросли, однако причина была не в электронике, а в развитии атомной энергетики. Индий обладает достаточно высоким сечением захвата тепловых нейтронов (190 барн), поэтому сплавы, содержащие In, Ag, Cd и Bi, использовали для изготовления регулирующих стержней. После 1980 года, когда в США из-за аварии на реакторе АЭС Три-Майл-Айленд, заморозили строительство АЭС, цены пошли вниз.

Следующий этап роста цен начался вновь в 1985 году, и он уже был вызван ростом японской электронной промышленности. Использование индия для производства электродов жидкокристаллических и плазменных дисплеев определяет динамику спроса и колебания цен с середины 80-х годов до настоящего времени. Первая волна спроса связана с появлением ЖК-мониторов для ПК и мобильных телефонов, вторая волна накатилась с середины 90-х годов — это были ЖК-мониторы для ноутбуков, третья волна (с начала 2000 годов) — ЖК и плазменные телевизоры, и наконец нынешняя — смартфоны.

Потребление индия может служить индикатором развития цивилизации гаджетов. В 1999 году население Земли составляло 6 млрд, а потребление индия было 410 тонн, значит, на одно-

го жителя Земли приходилось 0,068 граммов этого элемента. В 2012-м при населении 7 млрд и потреблении индия 890 тонн эта величина составила 0,127 г/чел, а к 2025 году при населении 8 млрд и ожидаемом потреблении 1780 тонн она достигнет 0,172 г/чел.

Развитие технологий также оказывало влияние на цены. Так, в 1988–1989 годах увеличивающаяся в Японии переработка индия впервые вызвал падение его цены. Основным источником вторичного индия служит переработка остатков мишеней после напыления электродов (можно переработать до 70% веса мишени). Интерес к рециклингу растёт — индий, полученный переработкой, дешевле вновь извлечённого. В 2016 году более тысячи тонн вторичного индия возвратилось в производство.

Кто делает индий? КНР, в чьих недрах залегает около 30 млн тонн цинка. Если в 1996 году Китай произвел 25 тонн индия, то в 2016-м — 290 тонн. Его общие мощности вдвое выше (чем что?) и составляют от 30 до 50% мировых мощностей по производству этого металла. Китай уделяет серьёзное внимание развитию производства индия, как и других высокотехнологичных металлов (галлия, германия и пр.), необходимых в электронике. Правительственная поддержка включает энергетические субсидии, ведь для получения одного килограмма индия требуется 3600 кВт*ч электроэнергии — в 50 раз больше, чем на килограмм столь электроёмкого металла, как алюминий. Сегодня Китай, сознательно создавший у себя избыточные мощности, практически полностью определяет мировые цены на индий и начинает влиять на мировое производство электроники. Так, в первой половине 2017 года общая площадь дисплейной продукции, выпущенной в Поднебесной, составила 57 млн м². Это треть от мирового объёма и второй по величине результат после корейских



ЭЛЕМЕНТ №...

производителей. А к 2019 году Китай станет крупнейшей производственной базой мира по выпуску экранов.

Хватит ли нам индия? Принципиальных ограничений увеличения добычи индия не существует, и возможность получать большие его количества вполне реальна. Производство цинка в мире растёт, следовательно, растёт и потенциальная сырьевая база для индия. Так, только один из крупнейших цинковых рудников Кидд-Крик-Майн в Онтарио, обладая запасами 3400 тонн индия, потенциально оказывается в числе крупнейших поставщиков индия.

Сейчас ежегодно перерабатываются 12,5 млн тонн цинковых концентратов, содержащих свыше 1500 тонн индия, из них извлекают лишь треть. Кроме того, из общего количества имеющегося в рудах индия около трети не достигает в процессе производства той концентрации в растворе, которая экономически приемлема. Оставшиеся 70% индия концентрируются в растворах, из которых извлечение возможно, но при существующих методах составляет 50%. Неизвлечённый металл в виде различных соединений накапливается в отвалах.

Видимо, для увеличения производства индия необходимо решить проблему более эффективного его извлечения из растворов, в том числе из таких, которые в настоящее время считаются чрезмерно бедными. Для этого, конечно, потребуются разработка и промышленное внедрение новых технологий. Одно можно сказать уверенно: в современной мировой промышленности, которая умеет в кратчайшие сроки концентрировать огромные финансы и научные усилия на направлениях, вызывающих интерес инвесторов, — эта задача будет решена. (Увы, мы не говорим о российском сегменте — он гораздо менее подвижен.) Вспомним многочисленные истории ажиотажа спроса и последующего резкого роста предложения на инновационные полупроводниковые и редкие элементы — кремний, галлий, индий, РЗМ, литий и другие — в последние 20 лет.

Супердлинный молекулярный серпантин

ХЕМОСКОП



Международная группа исследователей из немецкого Университета Мюнстера и Академии наук КНР сообщают о синтезе самого длинного на сегодня твистацена — декатвистацена («Angewandte Chemie. Int. Ed.», 2017, 56, 48, 15373—15377, doi: 10.1002/anie.201709342).

Твистацены — это разновидность аценов, то есть соединений, состоящих из расположенных линейно ароматических колец (как в нафталине, антраcene), только в отличие от аценов их молекулы закручены вдоль основной оси. Пространственная структура твистаценов напоминает ленточку серпантинана на новогодней елке.

По сравнению с плоскими аценами, которые можно считать мельчайшими полосками графена, твистацены не столь привлекательны для химиков, физиков и материаловедов. Дело в том, что из-за кривизны их гораздо сложнее синтезировать. Тем не менее твистацены тоже интересны: они более устойчивы, чем их плоские родственники, лучше растворяются и обладают электронными свойствами, которые позволяют применять их в молекулярных полупроводниковых устройствах. Наиболее примечательное свойство твистаценов состоит в том, что скрученная пиноэлектронная система этих молекул способствует проявлению у них асимметрии, важной для применения в нелинейных оптических системах.

Самый длинный твистацен — декатвистацен уникален еще и тем, что у него самый большой угол скручивания — 170° ,



Исследователям удалось изогнуть молекулу ацена на рекордные 170°

это бьет прежний рекорд в 144° , зафиксированный для молекулы скрученного пентацена («Journal of the American Chemical Society», 2004, 126, 11168—11169; DOI: 10.1021/ja046576w).

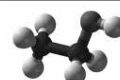
Несколько лет назад химики обнаружили, что подобную скрученную структуру можно стабилизировать имидными группировками («Journal of the American Chemical Society», 2011, 133, 18054—18057; DOI: 10.1021/ja207630a). Именно это позволило авторам данной статьи — Яну Ли, Торстену Винандсу и их коллегам синтезировать твистацены с большой длиной основной цепи. Введя в структуру получаемого соединения объемные стабилизирующие группы с помощью реакций кросс-сочетания (катализаторы — соединения палладия) и активировав связи углерод-водород, китайско-немецкая исследовательская

группа без проблем получила декатвистацен и меньший по размеру его аналог гексатвистацен. Оба соединения — устойчивые твердые вещества, их удалось перекристаллизовать и получить монокристаллы, которые изучили с помощью рентгеноструктурного анализа. Кристаллы гексатвистацен ярко-красные, а декатвистацена — темно-пурпурные.

Используя совокупность экспериментальных и теоретических методов, химики изучили оптоэлектронные свойства гекса- и декатвистацена. Они вполне могут быть полупроводниками *p*-типа (в таких полупроводниках основные носители заряда — электроны проводимости). Иными словами, это исследование может открыть новый несложный способ получения хиральных графеновых нанолент, потенциальных конструктивных элементов молекулярной электроники.

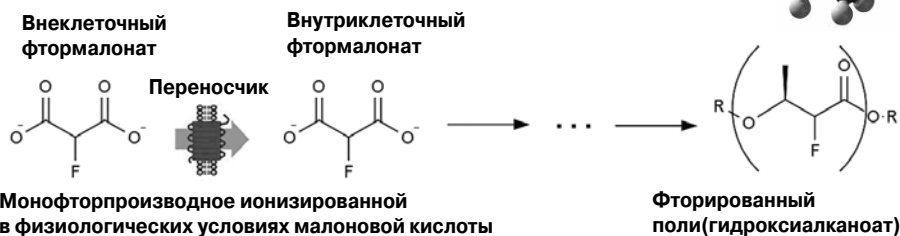
Бактерии синтезируют фторопласты

ХЕМОСКОП



Генетическая модификация придала бактериям способность усваивать фторсодержащее соединение, метаболизировать его и превращать в новый тип биопластика. Работа исследователей из Университета Калифорнии в Беркли — первый пример адаптации микроорганизмов для биосинтеза фторсодержащего полимера. Этот подход в перспективе может стать «экологически дружелюбным» способом получения фторопластов и других полимеров («Angewandte Chemie. Int. Ed.», 2017, 56, 44, 13637—13640, doi: 10.1002/anie.201706696).

Фтор содержится во многих синтетических соединениях: он есть и в составе



антидепрессанта прозакса (флуоксетина), и в антипригарном покрытии из политефторэтилена, известном как тефлон. Однако этот элемент редко встречается в органических веществах природного происхождения. Фтора много в земной коре, это тринадцатый по распространенности в ней элемент, однако практически весь он заперт в скальных породах в виде не-

Получение фторированного полигидроксиалканоната из фтормалоната с помощью генетически модифицированной *E. coli* *in vivo*

растворимых соединений. Лишь немногие обитатели Земли в процессе эволюции научились усваивать неорганические фториды, и все вместе они производят не

более 25 относительно простых по строению органических соединений. Причем маршрут их синтеза весьма схож — он способствует образованию фторацетата и фтортреонина.

Мишель Чан и ее исследовательская группа подвергли генетической модификации кишечную палочку и научили ее превращать низкомолекулярное соединение фтормалонат в биоразлагаемый полимер. Для этого в геном кишечной палочки ввели гены других организмов, кодирующих синтез ферментов, которые ускоряют превращение фторсодержащих органических соединений. Сначала это ни

к чему не привело — модифицированные штаммы не могли ничего поделаться со фторорганикой. Чан и ее коллеги выяснили, что кишечная палочка просто не может усваивать фторорганические соединения из питательного бульона, поэтому для бактерии пришлось придумать специальный белок-переносчик, перемещающий фторсодержащие соединения внутрь клетки и ввести в геном бактерии ген, отвечающий за выработку этого белка.

С переносчиком работа пошла лучше — генно-модифицированная конвертировала около 50% фтормалоната, содержащегося в питательном растворе,

в 2-фтор-3-гидроксипропанат, который затем вступал в реакцию полимеризации. Получающийся в результате сложный полиэфир содержит до 15% фторированных структурных звеньев. К удивлению Чан, фторированный биополимер оказался более эластичным, чем его коммерчески доступная, не содержащая атомов фтора версия.

Чан полагает, что создание ГМ-организма, способного напрямую синтезировать фторированные полимеры, должно окупиться.

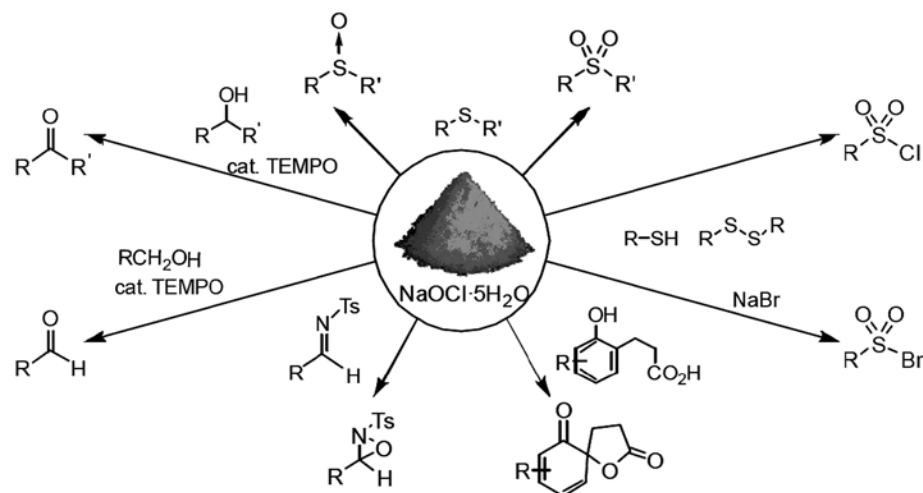
Новое качество хлорки

Результаты новой работы показали, что кристаллический пентагидрат гипохлорита натрия — более эффективный окислитель, чем его раствор. Он образует целевые продукты с более высоким выходом и большей селективностью, чем разбавленный раствор гипохлорита («Organic Process Research and Development», 2017, doi: 10.1021/acs.oprd.7b00288).

Ничем не примечательная лабарракова, или жавелевая вода (водный раствор гипохлорита натрия NaOCl), — экологически безопасная альтернатива окислителям, применяемым сегодня в промышленном органическом синтезе. Это вещество дешево, в отличие от перекиси водорода не имеет тенденции взрываться, не требует дорогих катализаторов платиновой группы, а после реакции, окислив органическое вещество, гипохлорит превращается в относительно безопасный хлорид.

Тем не менее раствор гипохлорита натрия становится не очень эффективным, когда надо окислить больше органических веществ. Дело в том, что приходится применять разбавленные растворы NaOCl, поскольку если концентрация гипохлорита в растворе больше 13%, то скорость его разложения увеличивается. Именно это создает неудобства при необходимости конвертировать большие объемы органики. Кроме того, в водном растворе гипохлорит быстро разлагается, поэтому перед каждым применением жавелевой воды нужно проверять реальную концентрацию окислителя. Высокая щелочность жавелевой воды (pH 13) также не способствует многим процессам окисления.

Несколько лет назад исследователи из компании «Nippon Light Metal» (NLM) нашли способ получения более концентрированной и более устойчивой



формы NaOCl — пентагидрата этой соли. Пентагидрат гипохлорита натрия был впервые описан около столетия назад («Journal of the Chemical Society, Transactions», 1919, 115, 1106—1109; doi: 10.1039/CT9191501106), однако только в 2013 году японским ученым удалось разработать промышленный метод получения NaOCl·5H₂O, с помощью которого его производят еще несколько компаний кроме NLM. Бледно-желтые кристаллы NaOCl·5H₂O содержат 44% гипохлорита натрия по массе и устойчивы в течение года, если их хранить при низких температурах.

В новом исследовании, финансируемом компанией NLM, Ёсикадзу Кимура с соавторами сравнивали эффективность применения NaOCl·5H₂O и жавелевой воды в промышленных процессах окисления органических веществ. По словам Кимуры, кристаллогидрат гипохлорита натрия — исключительно эффективная замена его раствору в первую очередь из-за устойчивости, простоты применения, высоких эффективности и

Потенциал пентагидрата гипохлорита натрия NaOCl·5H₂O как химического реагента

селективности окисления. Один из примеров — окисление вторичных спиртов до кетонов. Так, окисление октанола-2 до октанона-2 раствором гипохлорита почти за сутки дает выход целевого продукта всего в 11%, а при окислении в аналогичных условиях этого же субстрата твердым кристаллогидратом гипохлорита натрия 97%-ный выход кетона регистрируется уже через час. Еще одно преимущество NaOCl·5H₂O в том, что с его помощью можно провести реакции, которые не катализирует жавелевая вода, — например, окислительное расщепление транс-диола до diketонов.

Выпуск подготовил
кандидат химических наук
А.И.Курамшин

Хемофобия и дигидроген

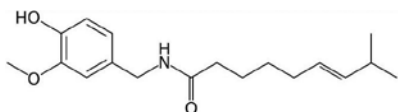
И.А.Леенсон

В 2005 году, к 40-летию «Химии и жизни», в журнале публиковались краткие обзоры современных мифов, они же городские легенды: мифы о воде, о еде и питье, о болезнях и лекарствах. Но тема неисчерпаема, а «химическая мифология» популярности не теряет. Недавно четыре венгерских химика: Лайош Ковач и Дежё Ксупор из Сегедского университета, Габор Ленте и Тамаш Гунда из Дебреценского университета написали монографию «100 химических мифов: недоразумения, неверные трактовки, объяснения», которая была переведена на английский язык и выпущена издательством «Шпрингер».

Эпиграф к книге — слова Марии Кюри: «В жизни нет ничего, чего стоило бы бояться, есть только то, что нужно понять». Авторы постарались понять, откуда берутся «химические мифы», относящиеся к еде, медицине, различным химикатам и т. д.

Предисловие написал Джозеф (Джо) Шварц, профессор Университета Макгилла в Монреале, широко известный в Канаде популяризатор науки, ведущий непримиримую борьбу с лжеучеными и шарлатанами от науки. Сам он написал книгу «Это действительно так?» (Is That a Fact?) с «говорящей» иллюстрацией на обложке. В ней Шварц разоблачает страшилки вроде «Ешьте это, и проживете до ста лет; не будете есть — долго не протянете».

Шварц родился в Венгрии, провел там детские годы, и первое его знакомство с химией состоялось, когда он впервые съел обычный местный деликатес: ломоть хлеба, намазанный гусиным жиром (о вреде холестерина тогда и не слышали) и посыпанный мелко нарезанной паприкой — венгерским красным перцем. И тут будущий ученый узнал, каков на вкус капсаицин! Оказалось, что его мать по ошибке купила вместо сладкого перца жгучий... Капсаицин содержится в различных растениях рода *Capsicum*, особенно много его в чрезвычайно жгучих стручках перца *Capsicum frutescens*. И латинское название у перца говорящее, от греческого *kaptein* — пожирать.

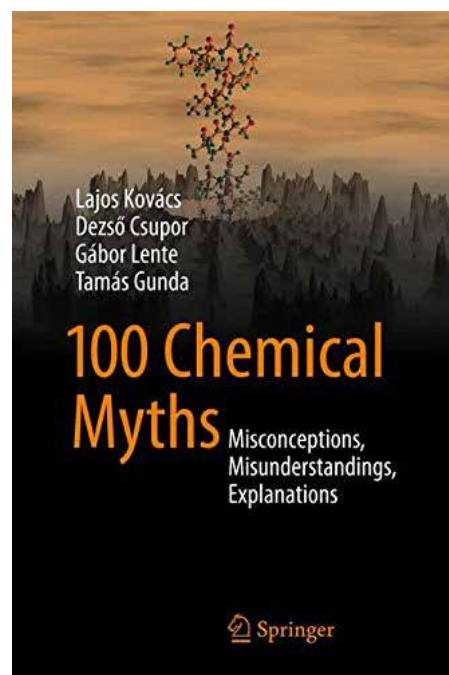


Капсаицин

Этот случай заставил семилетнего мальчика задуматься. Ведь сладкий и жгучий перец внешне ничем не различались. Ребенок, конечно, не мог понять, в чем тут дело. Но именно так произошло — как он говорил позже — его первое приобщение к химии.

Когда он был студентом, чудеса химии широко вошли в жизнь, ими восхищались, и ни у кого слово «химия» не ассоциировалось с загрязнениями и ядами. Но уже в 70-е годы наметились новые тенденции. Люди стали связывать химию не с новыми лекарственными препаратами, синтетическими волокнами и пластиками, а с напалмом, ядохимикатами, загрязнением окружающей среды. Слово «химический» стало ругательством, и даже химики, общаясь с журналистами, вместо «химикат» стали говорить «вещество» — это не звучало так пугающе. Дошло до того, что в начале 80-х из девиза компании «Дюпон» «Better Things for Better Living Through Chemistry» («Лучшие вещи для лучшей жизни благодаря химии») выбросили упоминание о химии!

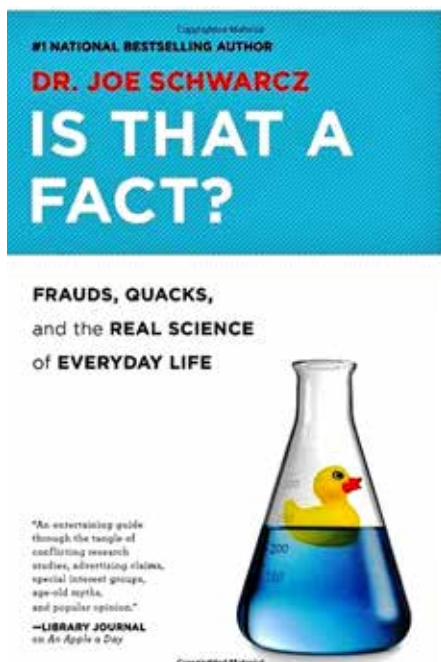
Многочисленные группы не очень осведомленных активистов породили в мире хемофобию, как правило, основанную не на фактах, а на вымысле. Эмоции заполнили вакуум, созданный химической неграмотностью населения. Иррациональный страх перед всем «химическим» основан на отсутствии элементарных знаний. А ведь химические вещества сами по себе не хорошие и не плохие, из них состоит все вокруг человека, да и человек тоже. Химические вещества не принимают никаких решений о своем применении или неприменении в той или иной области — это делают только люди. Вспомним еще раз высказывание Марии Кюри:



«100 химических мифов: недоразумения, неверные трактовки, объяснения» (Lajos Kovács, Dezső Csúpor, Gábor Lente, Tamás Gunda. 100 Chemical Myths. Misconceptions, Misunderstandings, Explanations. Springer International Publishing, Switzerland 2014

не следует бояться химии (как и не следует ей поклоняться); химию нужно понимать. Незнание порождает страх, а знания его рассеивают. Задача химиков и журналистов, пишущих о химии, — информировать и просвещать людей. А это трудно, если большинство не знает, что такое молекула, и несложная структурная формула кажется загадочной, как египетский иероглиф.

Авторы книги, не теряя научной достоверности, рассказывают о многих популярных «химических мифах»: объясняют читателям, далеким от химии, но желающим понять ее, что такое молекула, чем «натуральное» отличается от «синтетики», масло от маргарина, «опасный» гамма-лактон 2,3-дегидро-L-гулоновой кислоты — от полезного витамина С. Они также предостерегают от множества самых разнообразных мошеннических схем, единственная цель которых — обчистить доверчивых читателей огромного числа интернет-ресурсов. Среди них — «щелочная диета для похудения», якобы восстанавливающая «рН организма» и «нейтрализующая его закисленность» (в Интернете на «щелочную диету» 165 тысяч ссылок); лечение рака, которого у человека нет; способы избавления от алкоголизма; средства, выводящие из организма все «шлаки», которые в нем накопились за много лет, и многое другое. Все это агрессивно рекламируется и в Интернете, и по теле-



Книга Джо Шварца «Это действительно так?»

видению. К сожалению, журналисты часто привлекают для рекламирования сомнительных снадобий известных в стране людей, которые сами, видимо, мало разбираются в вопросе. В незнании их трудно упрекнуть, невозможно знать все обо всем, но можно упрекнуть в «торговле авторитетом».

Конечно, в книге, написанной венгерскими химиками, не могло не быть подробного рассказа о выделении витамина С из красного стручкового перца лауреатом Нобелевской премии Альбертом Сент-Дьёрдьи. Заодно читатели узнают, полезен или вреден для здоровья гусиный жир, а также чем все-таки жгучий перец отличается от сладкого. Прочитав книгу, можно узнать о том, насколько опасны биологические отходы и каково будущее биотехнологии; правда ли, что коньки скользят, потому что лед под ними плавится от давления (оказывается, неправда); опасны ли, а если да, то насколько, пищевые красители — трифенилметановые и азокрасители; не стоит ли заменить синтетические химические удобрения природными; может ли «неправильная пища» способствовать образованию камней в почках; действительно ли малокровие можно лечить шпинатом, в котором якобы много железа; всегда ли дженерики хуже оригинальных фирменных лекарств, а синтетические препараты хуже выделенных из трав; что можно вылечить соком алоэ... Перечислена только малая часть вопросов, которые рассматриваются в этой замечательной книжке. Всего же их, как

следует из названия, ровно 100. Начнем с рассмотрения некоторых страхов, связанных с химией.

Последнее время в русскоязычном Интернете распространяется множество петиций, самых разнообразных по тематике: от требования выпустить маленького осьминога из океанариума до обращений чуть ли не к президенту с просьбой запретить распыление с самолетов ядохимикатов. Традиция подачи петицией в России существовала давно, была специальная канцелярия, которая занималась «прошениями на высочайшее имя», — значит, их было много. Существует эта деятельность и на Западе, и там они тоже нередко касаются химии. Одна из таких историй началась в 1983 году, еще до Интернета, когда в первоапрельском номере еженедельника «Дуранд экспресс», выходящем в маленьком городке Дуранде штата Мичиган, появилось предупреждение о том, что в городском водопроводе обнаружен «монооксид дигидрогена» (dihydrogen monooxide, сокращенно DHMO), вдыхание паров которого смертельно опасно, а попадание на кожу приводит к волдырям. В 1990 году эта пародия на «химические пугалки» попала в Интернет, где продолжает разгуливать по сей день. Появились даже петиции с требованием запретить производство DHMO.

Сравнительно недавний случай — сообщение одной из местных американских радиостанций о том, что в округе Ли (Флорида) в воде, льющейся из водопроводных кранов, обнаружен тот самый страшный DHMO. Шутка передавалась несколько дней в начале апреля 2013 года. Не нужно быть профессором химии, чтобы понять, что у этого «дигидрогена» — всем известная формула H_2O . Тем не менее в коммунальную службу округа стали поступать звонки обеспокоенных жителей, которые прекратились только после официального сообщения о том, что вода совершенно безопасна.

Шутки шутками, но химическая неграмотность не так уж безобидна. Новозеландский политик Жаклин Дин недавно направила официальное письмо министру здравоохранения с вопросом о том, собирается ли министерство запретить DHMO. Интернет наполнен паническими сведениями и по другим поводам. Так, некая Александра Мухина на сайте Русского агентства новостей сообщает, что «Генеральное счетное бюро США нашло 125 косметических продуктов, содержащих ингредиенты, способствующие образованию раковых клеток и появлению врожденных заболеваний». Среди этих продуктов, например, Petrolatum (вазелин), про



СТО ХИМИЧЕСКИХ МИФОВ

который говорится, что это «петролат», ядовитый «нефтехимический жир». Правда, организации «Генеральное счетное бюро США» не существует, но звучит авторитетно.

Однако не все так просто. На упаковках многих хозяйственных товаров честно (хотя зачастую очень маленькими буквами, которые без лупы и не прочитать) написан их состав. Причем названия этих веществ могут быть незнакомы даже профессиональным химикам. Например, на баночках с шампунями можно прочитать (обычно по-английски — то ли производители не знают, как это по-русски, то ли русских эквивалентов вообще нет), что они содержат Oleth-3 phosphate, Sodium Myreth Sulfate, Sodium Lauroyl Sarcosinate, LAS-Tenside, Sodium Lauroyl Methyl Isethionate, Polyquaternium-10, Panthenol, Denatonium Benzoate и т. д. и т. п. Не каждый химик разберется, что это за вещества и каковы их свойства. Нехимика эти названия могут только напугать: зачем столько всего напихано в шампунь? Название «саркозинат» напугает его саркому, хотя саркозин — это всего лишь аминокислота N-метилглицин, которая входит в состав мяса, а название происходит от греческого *sarx* — плоть. Таким образом, саркозинат — это соль саркозина, например, натриевая CH_3NHCH_2COONa , точно так же, как глутамат — соль глутаминовой кислоты. А упомянутый лаурилсаркозинат натрия — анионное поверхностно-активное вещество, его добавляют в моющие средства, зубную пасту, косметику, чтобы они лучше пенились. Пантенол (провитамин B_5) — увлажняющее и влагоудерживающее средство. И так далее.

Важно и содержание разных компонентов в продуктах бытовой химии. Еще В.И.Вернадский в 1909 году заявил на XII съезде русских естествоиспытателей и врачей, что «в каждой капле и пылинке вещества... могут быть найдены все те элементы, какие наблюдаются на земном шаре». И ведь в теле человека некоторых радионуклидов, в том числе и очень редких, типа ^{14}C , столько, что



СТО ХИМИЧЕСКИХ МИФОВ

каждую секунду происходит порядка 10 тысяч радиоактивных распадов. Но это вовсе не значит, что нужно срочно что-то делать, чтобы избавить себя от этой радиации. Среди основных компонентов чая присутствуют бутиловый, изоамиловый и гексиловый спирты — компоненты сивушного масла, а также ряд других веществ, вроде эпикатехин-3-О-галлата. Но это вовсе не повод требовать запрета чая. Катехины относятся к биофлавоноидам, витаминам группы Р, которые укрепляют капилляры. Еще один яркий пример — скатол (β-метилиндол). Он содержится в экскрементах и обуславливает их запах. В то же время в небольших дозах это вещество используется как ароматизатор в парфюмерии и пищевой промышленности.

Боязнь химических названий — это одна из сторон хемофобии, то есть иррационального страха всего «химического». Средства массовой информации паразитируют на этом страхе, сообщая о разных страшных последствиях химизации. Отсутствие даже поверхностных знаний химии приводит к тому, что люди всему этому верят и требуют либо запретить «химию», либо ограничить использование «химических веществ». Производители разных товаров чутко откликаются на такие требования. И вот появляются отделочные панели, в описании которых производитель сообщает: «Безвреден для здоровья человека. Можно окрашивать. Негорючий. Не содержит химических веществ».

На популярном сайте Yahoo! Answers был как-то задан вопрос: «Что из перечисленного не содержит химических веществ? Средство для удаления засоров; овощи, выращенные с использованием органических удобрений; инсектицид для уничтожения летающих насекомых». К чести посетителей сайта, они не попались на «очевидный» ответ (овощи) и ответили правильно: вопрос не имеет смысла. Но вряд ли все они знают, что средство для прочистки сливных труб, например «КРОТ», — очень опасное в обращении, так как содержит крепкий раствор гидроксида натрия, который



faktopedia.pl

растворяет даже кожу рук, а при попадании в глаза последствия могут быть самыми неприятными. Именно этому нужно учить в первую очередь на уроках химии: о вредных и полезных свойствах разных веществ, с которыми встречается человек (не говоря уже о тщательном соблюдении инструкций).

Английское слово chemicals означает не только и не столько «химические вещества», сколько химические продукты, реагенты, реактивы, препараты. Видимо, и у нас понятие «химический» сегодня означает «полученный на химическом производстве, синтезированный». Однако есть немало веществ, образовавшихся в природе без всякого участия человека, которые куда опаснее, чем очень многие синтетические ядовитые вещества («Химия и жизнь» 2001, 7/8). Ядовитость какого-либо вещества зависит не от того, было ли оно синтезировано или образовалось в природе, а от его химического строения, а также от примесей. Но допустим, что понятие «химическое вещество» относится исключительно к тем веществам, которые синтезированы на химических предприятиях. Сможем ли мы перейти к «зеленой жизни» и питаться только тем, что нам предоставляет природа? Сможем, и люди так делали тысячи лет. Но подобную жизнь смогут себе позволить очень немногие. Ведь если при выращивании сельскохозяйственных культур прекратить использовать синтезированные на химических заводах химические удобрения и средства защиты растений, их урожайность резко упадет. В Российской империи урожайность зерновых в конце XVIII века составляла 5 центнеров с гектара и мало изменилась за сто лет. Резкий рост начался только во второй половине XX века, когда началась «химизация всей страны». А воспетый в песнях «стопудовый урожай» (то есть 16 центнеров с гектара) был достигнут

Предупреждение: «Вода загрязнена DHMO!»

лишь в 80-е годы. В США в 2016 году урожайность всех типов пшеницы превысила 35 центнеров с гектара.

В 1798 году английский экономист Томас Мальтус (1766—1834) издал свою знаменитую книгу «Опыт о народонаселении». В ней он указал, что численность населения имеет тенденцию возрастать в геометрической прогрессии, тогда как средства к существованию растут только в арифметической прогрессии. Поэтому производство продуктов питания может расти лишь за счет расширения сельскохозяйственных угодий, лучшей обработки пахотной земли и т. д. Из теории Мальтуса следовало, что в будущем человечеству грозит голод. В 1887 году этот вывод подтвердил английский ученый Томас Гексли (1825—1895), друг Чарльза Дарвина и популяризатор его учения.

Положение спасли химики — они разработали методы синтеза азотных удобрений из атмосферного воздуха (калийных и фосфорных удобрений в природе много). И благодаря им городские жители развитых стран сейчас мало интересуются видами на урожай. Отказ от минеральных удобрений приведет к тому, что прогноз Мальтуса — Гексли сбудется.





А я сказал — пропуск!

Денис Тихий

НАНОФАНТАСТИКА

— А я сказал — пропуск!
 — Забыл! Возле самовара!
 Вахтер посмотрел на щуплого студента:
 — Отродясь тут самоваров не было. Источников, понимаешь, возгорания!
 — То есть возле ноутбука, Петр Гаврилович.
 Вахтер открыл тетрадь:
 — Комната?
 — Шестая!
 — Фамилия?
 — Тпрушин! Иван Тпрушин, — истово сказал студент и подался вперед.
 — Три шага назад! За черту!
 Студент отпрянул за белую черту, нарисованную на полу нитрокраской.
 — Тпрушин... — бормотал вахтер, перекидывая странички.
 — Иван.
 — Четвертая — Ким. Пятая — Свиридов, Попов. Шестая — Соломин... Тпрушин.
 — Иван! Я же говорил!
 — Как же я тебя не помню, а?
 — Да помните! Забыли просто.
 — Соломин... Метр восемьдесят, лицо славянское, уши вывернутые, зубы ровные, родинка...
 — Да-да!
 — А Тпрушина — не помню. Не проходил ты мимо меня.
 — Ну, Петр Гаврилович! Каждый же день! Третий курс уже!
 Вахтер посуровел:
 — Хватит мне тут баки заговаривать. Ишь! Ежели ты Тпрушин, то давай пропуск!
 — Я на лыжах ходил! У меня и карманов нет! — Студент ткнул пальцем в лыжи.
 — Не знаю я, как это ты на четырех лыжах ходил.
 — Ну как... Две на ноги, две на руки.
 Петр Гаврилович уставился на студента. Шутит? Глаза честные до стеклянности.
 — Так я пойду?
 — Пропуск! — рявкнул Петр Гаврилович.
 — Мне на улице теперь спать, коли я пропуск забыл? Минус восемь!
 — Не мое вахтерье дело. Очистить помещение!
 Студент развернулся, взял лыжи и вышел вон.

Смеркалось. Валил густой снег. Мурзик неистово мурлыкал под батареей. Петр Гаврилович извлек из ящика стола вязанье. Сколько он тут повидал, лицо, лицо, изнанка. Прут без пропуска.

А потом — пьянство, провал сессии, изнанка, изнанка, лицо. Сменщики спят на посту. Давеча затащили садовую скамейку, лицо, лицо, лицо. И две урны — в три пуда весом каждая. Где был вахтер? Известно где. В опьянении он был, изнанка, изнанка, лицо. Все держится на Петре Гавриловиче! Он в этом общежитии родной. Девушки говорят: «фагоцит». Всегда на посту. Даже в отпуске. Один только раз попал в больницу. Рак желудка, сказали врачи. И что? На одном чувстве долга — выздоровел! Профессора смотрели, поверить не могли!

Петр Гаврилович отложил шарф и развернул газету. Первая полоса, аршинными буквами: «Съеден волками!»

Случай у общежития № 7 ПОТЯС ГОРОД! Студента третьего курса Т., уснувшего возле общежития, СЪЕЛИ ВОЛКИ, вышедшие от бескормизы из лесу. Остались лишь четыре обглоданные лыжи да шерстяная шапочка. Следствие считает виновным вахтера П.Г., не пустившего студента домой.

Фото под статьей показалась знакомой: глаза раскосые, лицо широкое, чистое... Ба, да это ведь Тпрушин Иван! Что за чушь?

Скрипнула дверь. Мурзик выгнулся дугой и уробно зашипел. Петр Гаврилович поднял глаза. Шаркающей походкой кадра из тьмы фойе шел юноша с двумя бледными крылами. Он уткнулся в заблокированную вертушку и глянул прямо в душу Петра Гавриловича оловянными глазами. В руках Тпрушин Иван держал перекушенную лыжу.

— За что?
 — Пропуск... — просипел Петр Гаврилович.
 — Жизнь — за бумажку?! — ощерился покойник.
 — Без пропуска — нельзя!
 — Пусты!
 — Не пушу!
 — Пусты-и-и!!
 — Не положено!!
 — Пусты!!! — крикнул покойник уже не ртом, а горлом, разошедшимся от уха и до уха.
 — Пропуск!!!
 — Ах-х-х! Та-а-ак! — взвыл Тпрушин и влепил Петру Гавриловичу лыжей в лоб. Из глаз полетели полковничьи звезды, и вахтер проснулся. Увлечшись вязанием, он задремал, чего отродясь не случалось, и стукнулся во сне головой об стол. Перед ним стоял Иван Тпрушин. Живой и бледный от холода.
 — Пустите, пожалуйста! Холодно! Идти некуда!
 — Холодно?
 — Ага. И темно. И страшно.
 Петр Гаврилович надел фуражку, посуровел и сказал:
 — Пропуск!

Посол махнул рукой, и картинка расплылась в воздухе.
 — Ошибки сам назовешь? — спросил Посол.
 — С самоваром прокололся, — шмыгнув носом, ответил Соискатель, в котором Петр Гаврилович без труда узнал бы Тпрушина Ивана.
 — Да. Владение деталями важно. Отличать надо супонь от облучка, а ноутбук от самовара.
 — Невозможно с ним договориться!
 — Ты — будущий Посол Земли. Ты — мышца, передающая волю! Для тебя нет слова «невозможно»!
 — Простите, Посол, но бывают и неразрешимые задачи.
 — Вот эта? — улыбнулся Посол. — Ты еще не ходил мимо Марьи Ильиничны в общагу текстильщиц!
 — Понимаю...

— Я уже молчу о цыганке Лауре, у которой надо будет на преддипломе увести цепочку и серьги. Гипноатаку, кстати, ты провел отлично, он почти дрогнул. Ну-с, осенью жду.

Когда Соискатель покинул аудиторию, Посол вернул изображение Петра Гавриловича. Отмасштабировав, приблизил лицо к выпученному глазу вахтера.

— Чего у него глаза такие желтые? — вслух сказал Посол. — Надо бы его просканировать — вдруг опять болен? Такие кадры терять нельзя!

Канарейка, кот и дафния

Кандидат химических наук

А.И.Курамшин

Трое названных в заголовке, а также чайки, мидии, лишайники, пчелы... Что общего может быть у таких разных существ? Все они — живые индикаторы, предупреждающие человека об опасности.



Когда жить невозможно

Эксперименты шотландского физиолога Джона Скотта Холдейна (1860—1936) по изучению токсичного воздействия различных газов на организм человека я бы ни за что не стал воспроизводить. Он превратил свое тело в лабораторию: вдыхал хлор, метан, углекислый и угарный газы, чистые кислород и азот, горчичный газ, всякий раз отмечая, какое воздействие то или иное вещество оказывает на организм. Иногда речь шла о количествах, опасных не только для здоровья, но и для жизни исследователя; однако, к счастью, ему удалось не повторить судьбу Карла Шееле, попробовавшего на вкус синильную кислоту.

Одной из рекомендаций Холдейна по безопасному труду в шахтах было предложение использовать в качестве датчиков на шахтные газы канареек — маленькой птичке нужно меньше газа для смертельного исхода. Она отравляется быстрее, чем среднестатистический шахтер, который, увидев, что птичка перестала петь, успеет эвакуироваться из забоя до того, как содержание газов

под землей станет опасным и для него. Сейчас птичек в шахтах уже не травят, но датчики на угарный газ в шахтах до сих пор называют «канарейками». А канареек мы можем считать первыми биоиндикаторами — организмами, поведение которых позволяло человеку оценивать экологическую обстановку.

Кроме канареек, такими датчиками на угарный газ невольно стали домашние коты, которые, вдохнув угарного газа, начинали вести себя неадекватно. Приставка «Что ты мечешься как угорелый?» когда-то звучала немного иначе: «Что ты мечешься как угорелый кот?» В 1950-е годы коты японского города Минамата снова попытались предупредить хозяев о грядущей опасности. Жители города стали замечать, что местные коты ведут себя странно — они не могли двигаться из точки А в точку Б по прямой, а перемещались какими-то непредсказуемыми прыжками. Затем и некоторые люди начали двигаться сходным образом. Причиной «лихорадки танцующих котов» оказалось присутствие метилртути в сточных водах местного химического предприятия. Ртутьорганика накапливалась в рыбе и моллюсках, которыми

питались люди и кошки, и, опять-таки из-за меньшей массы, животные раньше ощутили симптомы ртутного отравления. Острое отравление ртутью, после этих случаев получившее название «болезнь Минамата», поразило несколько тысяч человек, но, если бы доктора и химики не связали воедино аномальное поведение котов и людей, последствия могли быть гораздо тяжелее.

Датчиками, отслеживающими состояние окружающей среды, побывали десятки видов животных, растений, грибов. Фактически на эту роль подходит любой биологический вид. Химики, экологи и биологи получают подобную информацию от белых медведей, белоголовых орланов и дельфинов. Однако этих представителей фауны неудобно использовать для исследований, посвященных всестороннему изучению окружающей среды, и поэтому называть их «биодатчиками» сложно.

Те виды, которые исследователи склонны считать живыми датчиками, должны иметь достаточно простой обмен веществ; если они не встречаются в живой природе, то их разведение не должно быть сложным и дорогим; и самое главное — они должны давать предсказуемый и измеряемый отклик на изменения среды. На суше этим требованиям отвечают лишайники, растущие на камнях и деревьях, и стадные животные, например олени. В пресной воде это крошечные дафнии и лососевые рыбы, в прибрежных морских и океанских водах — мидии, а в открытом море — чайки и морские млекопитающие.

Хороший пример того, как птицы реагируют на изменения в условиях окружающей среды, — история с ДДТ. Так, популяции белоголовых орлов и многих других птиц в США сокращались во время активного применения ДДТ, однако после того, как в 1972 году применение этого вещества в США запретили, численность птиц вновь начала расти. Таким образом, подсчет численности определенных биологических видов позволяет отследить источники веществ,

загрязняющих окружающую среду, пути их перемещения и распределения в биосфере, а также их конечную судьбу. Вся эта информация бывает критически необходима для решения экологических проблем, как современных, так, возможно, и будущих.

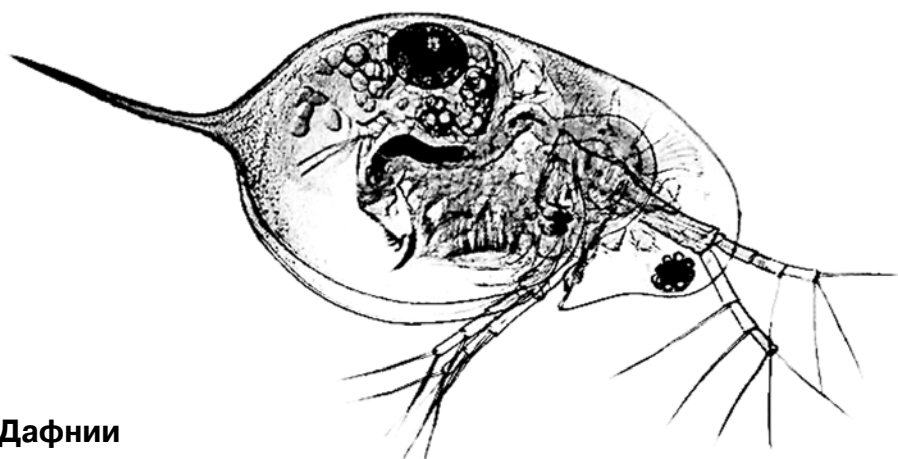
Живые датчики поставляют информацию и по другим устойчивым загрязнителям — полихлорбифенилам, полициклическим ароматическим углеводородам, бромсодержащим антипиренам и фторорганическим соединениям. Также изучение биологических видов показывает влияние на биосферу тяжелых металлов, в первую очередь — свинца, кадмия и ртути. Биологические индикаторы дают нам возможность наблюдать не только загрязнение окружающей среды, но и влияние человека на круговорот азота и фосфора в природе, а также изменения в экологических системах, связанные с переменной климата и проникновением в экологические системы чуждых им биологических видов.

Конечно, живые датчики не заменяют традиционную химически-экологическую систему отбора проб и их лабораторного анализа. Существуют долгосрочные кампании по химическому анализу и мониторингу содержания загрязнителей в образцах воздуха, воды, почвы и льдов. Такие исследования позволяют определить, какие загрязнители присутствуют в окружающей среде, в каком количестве и откуда они появились, насколько далеко смогли переместиться от источника загрязнения и как быстро снижается в окружающей среде их концентрация. Биоиндикаторы также позволяют оценить динамику изменения концентрации загрязнителей окружающей среды плюс дополнительную информацию о том, как загрязнители воздействуют на экосистемы. Новые технологии расширяют способы использования живых датчиков — например, сегодня экологи отправляют дроны брать образцы из фонтанов китов, чтобы понять, все ли хорошо с этими гигантскими млекопитающими.

Важный элемент современной биоиндикации — взаимодействие с эволюционной и функциональной экологической геномикой. Долгое время в биомедицинских исследованиях использовали два вида, о которых была собрана подробная информация, — дрозофилы и нематоды *Caenorhabditis elegans*. Однако быстрый прогресс геномики позволил специалистам по эволюционной биологии, экологам и токсикологам расширить исследования на другие виды. Например, теперь можно изучать, как симбиотические связи вирусов, бактерий и грибов с растениями и животны-

ми, включая *Homo sapiens*, влияют на биологическое разнообразие и как, с другой стороны, деятельность человека влияет на эти симбиотические связи. Исследования подобного рода помогают понять, как геномы реагируют на изменения окружающей среды. Дело в том, что даже для наиболее хорошо изученных геномов неизвестно, какую функцию выполняет около трети генов, экспрессию которых не проводили в лабораторных условиях. Специалисты полагают, что пора использовать новые подходы: узнать, каким образом условия внешней среды воздействуют на гены с неизвестной функцией.

Далее мы расскажем о некоторых биологических видах, которые помогают нам изучать состояние окружающей среды.



Дафнии

Дафнии (водяные блохи, *Daphnia*) — род планктонных ракообразных из надотряда ветвистоусых, обитают в прудах и озерах. Размеры дафний колеблются от 0,2 до 6 мм. Их количество в образце воды, размер и цвет — известные маркеры качества воды. Натуралисты изучают дафний с начала XVII века. Достаточно давно было установлено, что эти крошечные рачки — важное звено в пищевых цепях между водорослями и бактериями, которыми дафнии питаются, и рыбами, которые питаются дафниями. С 1900-х годов, когда начали широко использоваться фармацевтические средства, пестициды и продукты нефтепереработки, дафнии стали важным инструментом токсикологических скринингов. Например, изучение предельно допустимых для водяных блох концентраций вредных веществ легло в основу законов, регламентирующих безопасное содержание этих веществ и продуктов их превращений в пресной воде.

Одно из самых интересных свойств дафний состоит в том, что они могут откладывать два типа яиц, и яйца одного типа способны веками сохраняться в состоянии спячки в донных отложениях

водоемов. Исследователи научились добывать эти спящие яйца и использовать вылупившихся из них дафний, чтобы выяснить, как влияют на их организмы и геномы синтетические вещества, которых еще не существовало, когда



ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

яйцо было отложено. Эти исследования показывают, как различные поколения дафний адаптируются к естественным и антропогенным изменениям в круговороте азота и фосфора, к появлению в экологических системах синтетических веществ и климатическим изменениям. А результаты позволяют экстраполировать опасность применяющихся и планируемых к применению веществ для других видов растений и животных, в том числе человека. Например, когда изучали реакцию дафний из озера Миннесоты на пестицид хлорпирифос, появившийся на рынке в 1965 году, оказалось, что дафнии из яиц, отложенных в доиндустриальную эру (1301—1646 гг.), в 2,7 чувствительнее к этому веществу, чем из яиц, отложенных сразу после начала его масштабного применения (1967—1977 гг.). Это позволяет говорить о том, что водяные блохи сумели выработать толерантность к нему. Дафнии же, появившиеся совсем недавно (2007—2011 гг.), когда содержание хлорпирифоса в озере опустилось ниже границы определения, снова теряют устойчивость к этому пестициду («Ecotoxicology», 2015, 24, 488—496; doi: 10.1007/s10646-014-1397-1).



Чайки

Морские птицы давно служат живыми датчиками. Например, серебристые чайки *Larus argentatus* с 1970-х годов помогают экологам и токсикологам отслеживать информацию о веществах, загрязняющих окружающую среду, в области североамериканских Великих озер. Исследователи не ловят самих птиц, их интересуют яйца серебристых чаек — а также яйца толстоклювых кайр *Uria lomvia*, глупышей *Fulmarus glacialis*, моёвок *Rissa tridactyla*, бургомистров *Larus hyperboreus* и чистиков обыкновенных *Cephus grylle*. Все эти пернатые, как правило, гнездятся в арктических и субарктических регионах. Обычно на роль живых датчиков выбирают птиц, которые гнездятся обособленными и доступными для человека колониями, чтобы нетрудно было отбирать «пробы» и сравнивать результаты для представителей одного вида, живущих в разных участках земного шара.

Одним из главных результатов мониторинга концентраций наиболее распространенных загрязнителей окружающей среды, таких как ДДТ, полихлордифенилы и диоксины, стала череда запретов 1970—1980-х годов на использование одних из них и серьезное ограничение в нормах применения других. Изучение «химии» в птичьих яйцах показало, что с 1975 по 2003 год птицы подвергались воздействию значительных количеств бромсодержащих антипиренов, а с 2003 года, после того, как появились другие огнезащитные составы, содержание броморганики резко снижается. Содержание длинноцепо-

чечных фторалкильных производных в организме птиц и их яиц увеличивалось с 1975 по 2009 год, а после взаимной договоренности химических компаний об ограничении их применения стало понижаться. Что же касается содержания ртути в яйцах морских птиц, то оно возрастало с 1975 по 1993 год, после чего вышло на плато и прекратило изменяться.



Мидии

В конце 1960-х годов было установлено, что хлорсодержащие пестициды, ртутьсодержащие соединения и продукты нефтепереработки стали серьезной угрозой для обитателей прибрежных морских и океанических вод. Для

оценки состояния этих вод пытались использовать различные виды, в том числе омаров, крабов и рыб; однако разнообразные особенности поведения и рациона несопоставимых друг с другом видов ставили под сомнение воспроизводимость результатов и правомерность их сравнения. В 1975 году специалист по геохимии морских ресурсов Эдвард Голдберг предложил простое решение: использовать мидий (программа «Mussel Watch»). Эта программа стала первым шагом в биологическом мониторинге загрязнения прибрежных вод.

Мидии, космополитичный вид, способный развиваться и в пресных, и в соленых водах, наряду с устрицами и другими съедобными моллюсками идеально подходят для решения этой задачи. Они встречаются повсюду, их просто собирать. Кроме того, мидий и устриц часто выращивают специально для пищевой промышленности, что дополнительно облегчает слежение за состоянием популяции и проведение анализов. Питаются мидии фитопланктоном и, чтобы отфильтровать его, пропускают через себя большое количество воды. Как и многие другие животные, мидии в процессе эволюции не приобрели способности вырабатывать ферменты, разрушающие загрязнители, подобные полихлорбифенилам и углеводородам, поэтому они концентрируют в своем

организме эти вещества, что облегчает анализ. Спустя четыре с лишним десятилетия локальная для США программа по определению токсичных веществ с помощью мидий стала международной, и благодаря ей отслеживают не только присутствие в прибрежных водах посторонних веществ, но и степень их вреда для человека.



Лишайники

Лишайники — это симбиотические ассоциации грибов и микроскопических зеленых водорослей или цианобактерий. Известны виды лишайников самых разных размеров и цветов. Некоторые из них напоминают миниатюрные растения, другие — пятна краски на камнях и стволах деревьев. У лишайников нет корневой системы, они поглощают питательные вещества напрямую из тумана, дождя и того, что приносит им ветер. Следовательно, у них нет барьеров, защищающих от опасных веществ, и при усилении загрязнения окружающей среды они умирают первыми. Лишайники, конечно, жалко, но это свойство делает их хорошими живыми датчиками.

Лишайники начали применять в этом качестве еще с 1860-х годов, когда ботаники в Париже выяснили, что лишайники разрастаются в областях с чистым воздухом, а там, где воздух грязный, их колонии начинают чувствовать себя хуже. Первоначальные исследования в основном были посвящены прямому влиянию на лишайники диоксида серы, выделяющегося при сгорании каменного угля. Спустя какое-то время оказалось, что лишайники также позволяют отследить влияние кислотных дождей — если выбросы предприятия содержат диоксид серы или диоксид азота, они растворяются в дождевых каплях, образуя кислоты. Кроме того, эти организмы могут служить индикаторами на нитраты и ионы аммония, основной источник которых — сельское хозяйство. А еще в лишайниках накапливаются металлы от цинка до ртути.

В 1980-е годы Федеральное лесное управление США запустило программу биомониторинга, в рамках которой ре-

гистрируются данные о многообразии и распространенности лишайников во всех регионах страны. Фиксируют состояние колоний лишайников, чтобы собирать и анализируют в лабораториях, чтобы определять степень загрязнения воздуха в тех или иных областях, выявлять их причины и при необходимости корректировать нормы промышленных выбросов.



Пчелы

Медоносных пчел *Apis mellifera* можно считать самыми недооцененными героями природы. Летая по своим делам, собирая пыльцу и нектар, они также опыляют растения. Самих пчел сложно назвать видом, подходящим для применения в качестве живых индикаторов, — пчелы окультурены, пчеловоды заботятся о них, часто по мере расцветания различных медоносов перемещают пчелиные семьи с одного участка на другой, после чего бывает сложно привязать данные о веществах-загрязнителях к какой-то определенной области. Однако эти насекомые тоже вносят свой вклад в изучение состояния

окружающей среды — для этого анализируют мед.

Массовое применение инсектицидов в сельском хозяйстве — серьезная угроза для пчел и других опылителей. Например, главные подозреваемые в деле о внезапном уменьшении численности пчел — инсектициды неоникотиноиды, которые могут поражать нервную систему этих насекомых. Они влияют на обучаемость пчел, их способность к распознаванию запахов и ориентации в пространстве. Все это мешает собирать пищу, снижает численность и количество пчелиных семей, что в долгосрочной перспективе может снизить урожайность сельскохозяйственных культур и стать причиной продовольственного кризиса. В последнее время исследователи даже стали применять микродатчики, которые прикрепляют пчелам на спинки, чтобы отслеживать перемещения отдельных насекомых от ульев к медоносам, определить их способность опылять растения.

Результаты опубликованного в этом году исследования 200 образцов меда со всего света показали, что в 75% образцов обнаруживается по крайней мере один из пяти основных неоникотиноидов, а в 45% — два и более. Концентрации пестицидов в меде гораздо ниже

предельного значения, установленного регуляторами США и ЕС как безопасное для людей, однако в трети образцов было достаточно неоникотиноидов, чтобы нанести вред личинкам пчел («Science», 2017, 358, 6359, 109—111, doi: 10.1126/science.aan3684).

Итак, можно сказать, что сама окружающая среда приходит на помощь человеку разумному, желающему эту среду сохранить, — растения, грибы, беспозвоночные и позвоночные жертвуют собой, чтобы рассказать, как дорого природе обходятся технологии, облегчающие жизнь людям. И если мы будем внимательно следить за нашими «канарейками», то, возможно, успеем спастись.

Чего не заметил естественный интеллект

Доктор технических наук
Д.А.Рогаткин

Сегодня модно говорить о роботах. Наш журнал не однажды затрагивал эту тему, в том числе и с помощью автора этой статьи («Химия и жизнь», 2013, 3). А есть ли уже разумные роботы? Возможен ли разум, интеллект вне биологической жизни? Чего — совершенно зря — не замечают те, кто занимается искусственным интеллектом?

*Слепцы, числом их было пять,
В Бомбей явились изучать
Индийского слона.*

Джон Сакс

Шестьдесят лет, а определения нет

Началом отсчета для искусственного интеллекта (ИИ) считается лето 1956 года, когда в Дартмутском университете собрались на семинар десять ученых. Его организатор, Джон Маккарти, пытаясь получить финансирование на проведение семинара в Фонде Рокфеллера, сообщил о возможности моделирования интеллекта на электронной вычислительной машине. Он объявил, что можно добиться существенного прогресса в разработке ИИ, если десять ведущих ученых плодотворно поработают сообща в течение лета. Поработали, прошло 60 лет... Существует ли сегодня хоть какой-нибудь ИИ? Автор этих строк посетил в 2016 году мероприятие, которое в lenta.ru было анонсировано буквально так: «14 ноября 2016 года в Гиперкубе инновационного центра "Сколково" состоится Первая международная конференция по искусственному интеллекту». На этом мероприятии было сказано, что ИИ наконец-то создан.

Осталась мелочь — договориться, что мы понимаем под искусственным интеллектом. Единого ответа на этот вопрос не существует — почти у каждого автора свое определение. Некоторые отечественные авторы полагают, что ИИ — это не «объект», а раздел научного знания, который входит в комплекс компьютерных наук, создаваемые же на его основе технологии относятся к информационным технологиям. Так, в книге одного из мэтров, Д.А.Поспелова «Фантазия или наука: На пути к искусственному интеллекту», сказано, что ИИ — наука по имитации психики человека в технических системах. При этом проблема «создан или нет, возможен или нет?» вообще снимается, коль скоро объекта нет в любом случае.

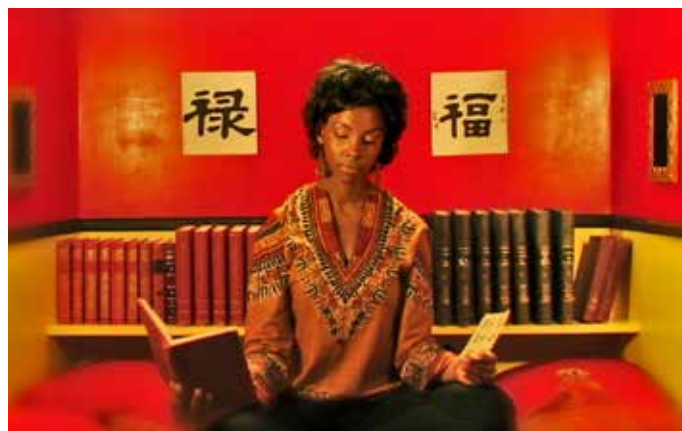
Более того, в «метанауке», то есть философии, нет точных определений понятий «психика», «интеллект», «мышление» — считается, что это первичные, неопределяемые категории. Интуитивно под интеллектом понимается способность человека познавать, анализировать и оценивать окружающую действительность, предсказывать ход событий. Однако проблема терминологии усложняется, если спросить, любой ли человек обладает интеллектом? Например, обладает ли им младенец? Где граница понятия «интеллект»? Вспоминается притча о слепых мудрецах, изучавших слона.

Специалисты в области ИИ делятся на два лагеря: функционалисты и коннективисты. Первые полагают, что не надо изучать живые системы и устройство мозга. Надо создать

машину, решающую задачи на уровне, сравнимом с человеческим, а этого можно достичь с помощью логических знаковых систем. Вторая группа считает, что необходимо воссоздавать искусственными средствами структуры мозга, изучать процессы, в них протекающие. Для этого они создают нейронные сети, нейропроцессоры и нейрокомпьютеры. Обе группы достигли больших успехов в решении частных задач, но есть ли это ИИ? Как его распознать?

В 1950 году один из пионеров ИИ Алан Тьюринг предложил процедуру для определения, сравнима ли машина в плане разума с человеком, — игру в имитацию. Сможет ли машина, отвечая по телетайпу или, в современном варианте, через Интернет, выдать себя за человека? Многие подхватили эту идею, положив, что разумная машина обязательно будет тянуться к уровню цивилизованного человека. (Хотя автор этих строк, будь он «разумной машиной», постарался бы выдать себя за примитивную железяку, чтобы экспериментаторы отвязались.) Существует много различных тестов для человека, рассчитанных на выявление тех или иных сторон интеллекта. И сегодня можно запрограммировать машину на тест конкретного типа, машины соревнуются с человеком и в игре в шахматы, и в распознавании изображений. Однако создать машину, которая может пройти любой заранее неизвестный ей тест по заранее неизвестной теме и процедуре, хотя бы на уровне ученика 5–6 класса, пока не удалось. Да и ответы запрограммированной обычной машины — это ответы машины или программиста?

Более того, существует целая ветвь рассуждений в области ИИ, отражающих сомнения некоторых исследователей в том, что даже успешное прохождение «теста Тьюринга» будет означать построение интеллекта. Это так называемый тест «Китайская комната» — мысленный эксперимент, предложенный Джоном Сёрлом. Он базируется на идее о том, что можно написать инструкции, позволяющие по тексту вопроса создавать ответ, не понимая смысла ни вопроса, ни ответа.



«Китайская комната»



Джон Сёрл

Сама возможность составления таких инструкций сомнительна, но ведущиеся в этом направлении дискуссии интересны.

Еще в 1969 году Л.Шиклоши в Калифорнийском университете показал, что сложные операции и навыки, которыми человек овладевает в зрелом возрасте, моделируются программами легче, чем простые умения, которые приобретают дошкольники. Это наводит на мысль, что, мечтая создать искусственный разум, мы плохо представляем себе, что происходит на нижних уровнях сознания. Поэтому попробуем подойти иначе. Введем понятие интеллектуальной технической системы — такой, которая может действовать в реальном мире и решать задачи в переменной внешней ситуации не хуже среднестатистического человека, причем как в стандартных условиях, так и в непредвиденных ситуациях. Тогда под ИИ можно будет понимать начинку этой системы, которая и обеспечивает выполнение ее функций, и от проблемы определений перейти к приземленному вопросу: как и на каких принципах может функционировать такой ИИ?

Что говорит биология

Единственные примеры таких систем в реальности — животные. Недавно в нашем обзоре «Три взгляда на современные данные нейронаук» («Modeling of Artificial Intelligence», 2015, 6, 2, 98—136, http://www.medphyslab.com/images/publications/stat_moai_1_r.pdf) мы рассмотрели, как происходит интеллектуальное управление в живых системах. Оно основано на явлении раздражимости, на рефлексках. Одноклеточные организмы реагируют на внешнее раздражение всей клеткой. У многоклеточных для этого появляются специальные нервные клетки — нейроны, образующие нейронную сеть (НС). Она координирует деятельность органов и систем, обеспечивает управление в организме и приспособление к внешней среде за счет синтеза в нужном синапсическом контакте с адресатом специальных веществ — нейромедиаторов.

Однако помимо этого центрального аппарата у многоклеточных есть еще один инструмент управления и координирования — эндокринная система (ЭС). Ее часто упускают из вида разработчики роботов и ИИ, хотя она не менее важна, чем нервная система. ЭС регулирует деятельность внутренних органов, тканей и клеток с помощью гормонов, выделяемых эндокринными железами (железами внутренней секреции) в кровь, или, в случае диффузной ЭС, одиночными эндокринными клетками в межклеточное пространство. Такой сигнал в отличие от сигнала нейрона не имеет точного адресата, он работает по принципу «информация для всех, кто может ее принять». Например, выброс надпочечниками адреналина в кровь подготавливает сразу весь организм к предстоящей нагрузке (стрессу), активирует работу всех его частей, в том числе и нервной системы. Интеллектуальное управление в живом — результат совместного биохимического действия нервной и эндокринной систем. Чем более развиты системы, тем разумнее поведение.

Рассмотрим примеры.

Реакции обычной речной пиявки с простой узловой НС на раздражения достаточно примитивны, унифицированы и легко могут быть смоделированы несложным техническим устройством. Пиявка способна лишь уплощаться, вытягиваться, сокращаться и изгибаться. Когда кто-то задевает кожу или надавливает на тело пиявки, она в этом месте выгибается в сторону от воздействия, разворачивается и пытается уплыть прочь. Для охоты пиявка использует тепловой датчик, нацеливаясь на движущееся нагретое тело, а напившись крови, уплывает в прохладное место. Особую роль в управлении пиявкой играет гормон ЭС серотонин. В крови неподвижных, вялых пиявок его меньше, чем у активных особей. Стимуляция же секретирующих серотонин клеток приводит к увеличению его концентрации в крови и повышению активности животного.

Но уже поведение речного рака с развитым парным головным мозгом (ГМ) более разнообразно. Речной рак ищет растительную пищу, охотится, прячется в укрытиях, которые сам оборудует под камнями, корнями деревьев или любыми другими предметами, лежащими на дне. Часто рак роет норы и делает защитные насыпи перед своим укрытием, орудия сдвинутыми вместе клешнями как отвалом бульдозера. Находясь в укрытии, рак обычно перекрывает вход клешнями. Рак-самец, увидев самку, преследует ее, догоняет, хватается за клешни, переворачивает на спину. Чем не «интеллект»?

Еще более сложно поведение позвоночных, особенно млекопитающих. Здесь важно, что у всех позвоночных головной мозг построен по единому принципу и содержит один и тот же набор структурных элементов. В различных условиях окружающей среды (разные типы и интенсивность сенсорной информации) элементы ГМ в ходе эволюции развивались в разной степени и приобретали способность к выполнению новых функций. Например, передний мозг у низших позвоночных выполняет функцию, связанную с обработкой обонятельной информации, и у высших млекопитающих тоже; но



Л.В. Крушинский

у них это еще — в первую очередь — аналитический центр, участвующий в формировании интеллекта и сознания. Разумное поведение человека не является следствием особого анатомического строения его ГМ по сравнению с другими позвоночными, дело не только в «железе». Необходимо добавить нечто нематериальное — софт, некие психические функции.

Психика младших братьев

Систематическое изучение психики животных началось с XIX века трудами Жоржа Кювье, Чарльза Дарвина и других корифеев. Наблюдая за животными, Дарвин выделил три основные категории поведения — инстинкт, способность к обучению и элементарную способность к мышлению (рассуждению). В 1888 году его соратник Джордж Ромес публикует книгу «Ум животных», где показывает непрерывность развития психики у животных на всех этапах эволюции. В 1940-х годах Конрад Лоренц показал, что поведение животного, помимо инстинктов, определяется внутренними мотивами, характером и настроением данной особи. Это означало, что, по крайней мере, позвоночные животные, как и люди, имеют элементы психоэмоционального восприятия и поведения.

В середине 1950-х отечественный зоолог Л.В. Крушинский доказывает экспериментально, что у животных имеется важная сторона когнитивной деятельности — элементарная рассудочная деятельность (РД). Сначала наблюдения в природе привели его к мысли, что механизмы поведения животных не ограничиваются только инстинктами и обучением, а включают также и элементы логического мышления, разума, ибо животные могут верно реагировать на абсолютно новую для них ситуацию. Затем в оригинальных опытах он дал объективную оценку РД животных разных систематических групп. Наиболее полную ее сравнительную характеристику Крушинский получил с помощью теста на способность к экстраполяции — способность прогнозировать функцию за пределы отрезка, на котором она известна. Например, животному показывают движущуюся приманку, часть ее пути скрыта ширмой, подопытный должен экстраполировать движение приманки и поймать ее в нужное время, когда она

появится из-за ширмы. Были описаны положительные результаты таких опытов на представителях почти всех классов позвоночных. Также выяснилось, что даже внутри одного вида отдельные особи могут очень сильно различаться по своим когнитивным способностям и РД — как и люди. Наличие РД у животных сегодня считается доказанным, ею обладают не только млекопитающие, но и птицы, особенно врановые. Интеллектуальное управление в живом есть продукт эволюции, развития и научения, причем возможны разные ступени развития и разные уровни РД на одной и той же ступени.

Однако базируется РД на обычных условных рефлексах. Помните выделение слюны у собак на звук метронома в хрестоматийных опытах И.П. Павлова? Исходным раздражителем для РД является не внешний физический сигнал (звук, свет), а внутренний сигнал присутствия проблемы. Как обозначил этот механизм физиолог И.М. Сеченов в своей книге «Рефлексы головного мозга» (1866), все мыслительные процессы инициируются внутренними чувственными раздражениями (возбуждениями). Они порождаются как разница между желаемым и действительным, и в ответ ГМ в результате внутренней нервно-психической деятельности начинает вырабатывать решение для возникшей проблемы, а для часто встречающихся проблем — сообщает уже опробованные решения.

Поведение роботов

Для чего нужен условный рефлекс? Это механизм оптимизации деятельности — минимизации энергетических и вычислительных затрат. Секретция слюны у собак готовит их к эффективному усвоению пищи. Для роботов и ИИ на простых примерах также можно показать пользу выработки условных рефлексов в результате РД. Например, представим себе, что медицинский сервисный робот входит в комнату через дверь, расположенную в центре стены. Возле противоположной стены, тоже в центре, установлена кровать больного. Робот должен к нему периодически подходить и измерять температуру. Он мог бы двигаться прямо к кровати, однако посередине комнаты стоит стол, слева от стола шкаф, причем так, что робот не может пройти между шкафом и столом, а справа от стола проход свободен. Действия робота: проход через дверь, движение прямо до стола, оценка ситуации (как обойти?), поворот направо, проход к кровати, измерение температуры.

Если робот так действует ежедневно, то оценивание надо исключить и помнить решение. Далее, поскольку диагональ короче суммы катетов, следует объединить два пункта в один новый — движение по диагонали. Вот и выработался условный рефлекс — то, что иногда мы называем «двигаться на автопилоте». Если путь известен и многократно испытан, мы часто не задумываемся, как действовать. Если существует другой робот, меньших габаритов, способный пройти слева от стола, то он может каждый раз случайно выбирать путь или не менять его — маленькому роботу все равно. Вот мы и пришли к выводу об индивидуальности выработки рефлексов поведения у роботов и о получении ими персонального жизненного опыта.

Память о прошедших событиях тоже индивидуальна, ее нельзя скопировать из одного робота в другого. Если еще раз обратиться к примеру с двумя роботами, то очевидно, что для большого робота приобретенная интеллектуальная стратегия поведения маленького робота неприменима. Более того, если оба робота обслуживают больного, то в модели мира каждого робота будет присутствовать другой робот, других габаритов и с другими обязанностями. В памяти каждого робота будут храниться его собственные действия, а также отдельно действия другого робота. Например, возьмем момент прохода через дверь. Эти моменты времени у роботов не совпадут, одновременно в дверь они пройти не могут. Следовательно,

в их памяти будет уже первое различие — один проходил через дверь в одно время, другой в другое. Каждый из роботов помнит свои действия, в памяти каждого робота формируется индивидуальная история и картина мира. Если же в «мозг» одного робота взять и переписать историю и модель мира другого робота, то он станет «по своему мироощущению» этим самым другим роботом, а собой быть перестанет. Но в приведенном примере разница в габаритах сразу же даст о себе знать — коллизии при движении и переобучение неизбежны. При различии габаритов опасно обмениваться мозгами.

Мировосприятие оказывается индивидуальным и уникальным даже у простейших роботов. Выходит, разум, интеллект — вещь штучная, персональная, формируемая в процессе индивидуальной деятельности и обучения. Причем в детском возрасте эти процессы идут куда эффективнее. Известны критические периоды для приобретения тех или иных навыков и знаний, вне этих рамок обучение намного сложнее, а иногда — невозможно.

Информация для разработчиков

Пластичность и универсальность отделов ГМ, единый механизм функционирования разных зон коры — фундаментальные свойства. Разработчикам ИИ следует обратить на них особое внимание. Например, известен феномен сенсорного замещения, когда одна область коры ГМ в силу тех или иных причин берет на себя функции другой области. Удачно иллюстрируют эту ситуацию работы по подаче визуальной информации с помощью звуковых сигналов или тактильной стимуляции языка слепым людям. На язык накладывается матрица площадью в несколько квадратных сантиметров, имеющая сотни пинов — миниатюрных движущихся выступов, которые формируют картинку, управляемую сигналами с миниатюрной камеры. После некоторой тренировки мозг научается воспринимать эти тактильные сигналы как изображение. Подобную «перепутанность» нейрохирурги не раз уже воспроизводили экспериментально на животных. Скажем, «схему» мозга новорожденного хорька путем хирургического вмешательства меняли так, что глаза зверька посылали сигналы в зону коры, отвечающую за слуховое восприятие. В результате у хорьков развивались зоны визуального восприятия в слуховой сенсорной области.

Все это говорит о том, что некие глубинные принципы работы ГМ универсальны, дело лишь в обучении и приобретении личного опыта. В качестве базовых принципов Джефф Хоккинс — специалист в области компьютеринга, после нескольких успешных проектов ушедший в нейробиологию, автор книги «Об интеллекте» — предложил следующие:

«Четыре особенности памяти неокортекса коренным образом отличают ее от памяти компьютера:

- неокортекс запоминает последовательности элементов, а не отдельные элементы окружающего мира;
- неокортекс вспоминает последовательности автоассоциативно;
- неокортекс запоминает последовательности в инвариантной форме;
- неокортекс сохраняет последовательности иерархически».

Многие идеи, удивляющие современных читателей Хокинса, можно найти у Сеченова и других авторов того времени. Именно в конце 1800-х годов зародилась семиотика — наука о знаках и знаковом мышлении «верхнего уровня».

Итак, мы видим два основных и универсальных принципа — распознавание совокупности сигналов с дальнейшей минимизацией их «размерности» путем категоризации в некий единый объект, которому присвоен знак, имя (первый уровень), а также мышление в инвариантной форме с оперированием хранящимися в памяти эталонами категорий, но



не всей совокупностью исходных сигналов (второй уровень). Дело происходит примерно так. Младенец видит бесконечное многообразие цветов и форм, первичную визуальную информацию, которую не может осмыслить. Ребенок постарше видит машину или цветок, он выделяет некоторые важные детали, сравнивает образы с паттернами, которые хранятся в его памяти и названия которых он знает. Взрослый человек, с более обширной и лучше категоризированной коллекцией паттернов видит подержанную «ауди» с московскими номерами и белые сортовые пионы, однако жучка на листе он может вообще не увидеть, потому что жучок не важен для анализа: взрослый сразу воспринимает паттерн. Но если для взрослого человека что-то в картинке непонятно («ауди», но какой год выпуска?), он может сделать усилие и спуститься на детальный уровень либо подключить ассоциации и сделать какие-то умозаключения, которые дополнительно прояснят картину.

Принципы развития первого уровня работы ГМ — принципы научения распознавать предметы, речь, другие стимулы и выработка условных рефлексов их категоризации — очень интересно были описаны еще И.М.Сеченовым. Сегодня, видимо, эти принципы достаточно хорошо воспроизводятся машинными методами «глубокого обучения» (deep learning) на основе нейронных сетей. Первые попытки применения принципа нейронных сетей, «персептрона» Фрэнка Розенблата, датируются началом 1960-х, но ограниченность вычислительных ресурсов не позволила получить удовлетворительные результаты. В последние же 3—5 лет системы компьютерного распознавания изображений и речи на основе многослойных (до 30 слоев) нейронных сетей и «глубокого обучения» настолько развились, что ошибаются в тестовых задачах уже реже людей — еще один тип задач, где, как и в шахматах, человек оказался поверженным. Этой технологии пока требуется наша помощь на этапе обучения (впрочем, ребенку тоже требуется учитель), но сам прогресс налицо. Именно эти системы имели в виду на конференции в Сколково, говоря о создании ИИ, причем именно их мы используем при поиске информации в Интернете. Но, как мы теперь ясно понимаем, это еще далеко не весь ИИ — нужен как минимум второй уровень.

Основы современной теории знакового мышления заложил в XVIII веке физиолог Герман Гельмгольц, который пришел к своим открытиям, изучая зрительное восприятие человека. А корни этой концепции восходят к идеям Платона и Аристотеля. В частности, Платон пытался объяснить нашу способность к формированию общих понятий (понятийных категорий) с помощью своей теории «идей» («эйдосов», от греч. «эйдос» — образ) и форм. Он полагал, что существуют некие идеальные формы и понятия, например идеальное представление о сущности «стол», которое дано нам «сверху» и которое помогает нам в каждом конкретном экземпляре стола распознавать стол. Вне зависимости от количества ножек, формы, цвета, мы узнаём этот предмет и говорим: это стол. На языке математической теории категорий, часто используе-

мой сегодня в разных задачах ИИ, можно сказать, что в нашем понимании существует некий идеальный образец (эталон) стола с набором переменных — форма (круглый, квадратный), предназначение (журнальный, письменный, хирургический), размер, цвет, число ножек. Подставляя конкретные числовые или иные значения, мы получаем конкретный экземпляр стола из общего класса объектов «столы».

Понятийные категории

Являются ли понятийные категории действительно врожденными, присущими строению ГМ, или они формируются динамически по мере обучения индивида? Прав ли был американский лингвист Ноам Хомский, говоря о врожденности грамматики? Какие понятийные категории основные, а какие вспомогательные, производные от основных? Как они формируются? Слепые от рождения люди не знают цвета, но понятия «я/он», «близко/далеко», «опасно/неопасно» из их модели мира без потери функциональности выбросить невозможно. Эти понятия необходимы даже животным. Но какой базовый набор понятий-концептов определяет элементарную модель мира животного или человека и как он может формироваться в нашем ГМ с позиций современных нейронаук? Может, заложить этот набор в программу ИИ в дополнение к нейросети и дело в шляпе?

Сегодня данный вопрос изучен намного меньше, чем нейронные сети. Считается, что вопрос о базовых понятиях (концептах) модели мира человека связан с представлениями о базовых концептах и понятийных категориях языковой речи. В разных языках слова, обозначения предметов и построение фраз могут сильно отличаться, но одно то, что люди, говорящие на разных языках, могут понимать друг друга, свидетельствует о единых фундаментальных законах таксономии внешних объектов и явлений, о законах мышления и анализа информации, происходящих у нас в мозгу. В сознании каждого из нас все объекты и их свойства, явления, понятия, стереотипно категоризованы, упорядочены и подчиняются единому своду правил вне зависимости от места проживания человека, языка, уровня образования и профессии.

Впервые термин «понятийные категории» ввел в обиход грамматики в 1924 году датский лингвист Отто Есперсен, но еще Аристотель в своем трактате «Категории» определил десять базовых категорий «единичного и общего». Однако до сего дня этот вопрос в лингвистической науке изучен поверхностно. Отсутствует как однозначное толкование самого термина «понятийная категория», так и их общепринятый перечень. В языкознании признано существование понятийных категорий и признан категориальный строй мышления, тем не менее количество концептов-примитивов и их классификация отсутствуют. Считается, что базисные понятийные категории языка сводятся к списку из примерно 40 единиц. Среди них можно априори и на основе немногочисленных опубликованных работ выделить такие первичные и обязательные категории, как объект, свойство (атрибут объекта или явления, включая его состояние), действие (воздействие на что-то), часть, целое, граница, количество, вложенность (одно в другом), существовать.

Все они могут быть обоснованы с нейробиологических позиций. Например, как отметил еще Эрнст Мах, органами чувств мы воспринимаем не сами объекты, а лишь их свойства (цвет, вкус, твердость). Устойчивую совокупность свойств, совместно наблюдаемую, мы определяем после выработки соответствующего условного рефлекса как объект или явление. То есть концепты атрибута (свойства) и объекта (явления) присущи нам с рождения, если добавить сюда еще и понятие совместности (одновременности, логической конъюнкции), которое ощущается нами также физиологически при одновременности действия разных раздражителей. Само

наличие/отсутствие раздражения, воздействия, стимула, очевидно, определяет концепт «существовать». Граница, часть — следствие случаев множественности раздражений, например, на сетчатке глаза, и резкого перехода от одной силы стимула к другой на границе предмета, объекта. И так далее.

В математике есть неопределяемые понятия (точка, множество), что иногда наводит ученых на философские размышления об их врожденности. Похоже, что в области ИИ, по аналогии с базовыми понятийными категориями языка, которые вводит грамматика, мы приходим к неопределяемым и основополагающим понятиям — концептам-примитивам, образующим базис для работы ГМ. Соответственно, любая искусственная интеллектуальная система должна функционировать на основе собственной, «врожденной», базисной системы понятийных категорий, достаточной для формирования адекватной модели мира. Слово «врожденный» мы заключаем в кавычки потому, что здесь это не значит «полностью определяемый генами без участия внешней среды», не в том же смысле врожденный, что цвет глаз или гемофилия. Если это так, то разные базисы с разными понятийными категориями будут определять разные интеллектуальные системы. Мы подходим здесь, видимо, к фундаментальному новому положению — к пониманию потенциально возможной множественности разных форм ИИ, причем использующих разные базисы понятийных категорий.

Как существует множество математических логик, так, возможно, существует и множество интеллектуальных систем, определяемых их базисом. Разные животные имеют различные базовые понятия; скажем, у рыб такие понятия могут описывать труднодостижимые для человека сигналы с их особой сенсорной системы — боковой линии. Возможно, они представляют собой разные формы естественного «интеллекта» — не более и менее развитые, а просто разные.

Не потому ли мы с трудом воспринимаем понятия квантовой физики — физики микромира (дуализм волна-частица, спин электрона, редукция волновой функции) или, наоборот, понятия космологических масштабов (бесконечность, черные дыры), что у нас отсутствуют необходимые базовые концепты для более адекватного описания явлений вне нашего непосредственного чувственного опыта? Некоторые физики высказывают почти такие же идеи — например, физик-теоретик из Стэнфорда Леонард Сасскинд в научно-популярной книге «Битва при черной дыре».

Базис и надстройка

Базис на основе элементарных понятийных категорий — один из ключевых и малопонятных пока элементов ИИ. По нему раскладываются в ГМ все наблюдаемые и мысленно воспроизводимые процессы, явления, объекты, как по базису векторов в какой-то системе координат, например, разлагается сложная пространственная функция. Этот базис и определяет способности к высокоуровневому мышлению, поскольку человек и тем более животное не рассуждают по законам формальной логики. Строгие логические математические рассуждения невозможны в реальном времени, так как необходимо огромное количество последовательных элементарных шагов. Да и шаги эти без специальной подготовки нельзя грамотно выстроить. Рассуждения в жизни ведутся на более простом, ассоциативном и понятийном уровне, где базисные категории играют основную роль. Это проявление принципа экономии мышления, уходящего корнями к идеям Рихарда Авенариуса и Эрнста Маха. Они показали, что экономия мышления приводит к формированию знака для объекта или явления (денотата), обобщения (образца) для группы схожих объектов и так далее. То есть ИИ должен формировать в процессе обучения инвариантную форму представления



Устройство для передачи тактильного сигнала на язык

знаний внутри себя на основе какого-то «врожденного» понятийно-категориального базиса.

Но это для животных и для человека. А для роботов и программ ИИ? Должны ли быть обязательно применены к ним принципы развития НС и ГМ животных и человека? Ответа пока нет. Программы, базы данных и знаний, как генетическую информацию, можно было бы передавать «по наследству», совершенствуя их каждый раз для нового поколения роботов. Инженерия знаний, создание баз знаний и разработка онтологий — важные разделы современных работ в области ИИ. Однако проблема индивидуализации в такой постановке, как мы видим, может и не иметь решения вовсе. А без индивидуализации, возможно, не существует и интеллекта, ни биологического, ни искусственного.

Особняком в теории ИИ стоит сегодня проблема мотивации действий роботов и компьютерных программ, проблема целеполагания (целеуказания) для них. Это формулировка команды как некоего целевого состояния робота, которого он должен достигнуть, — например, оказаться в определенном месте и передать нечто определенному человеку, — а также самостоятельное определение роботом условий и способа достижения этого состояния. Один из важных мотивационных элементов у живых существ — их нейроэндокринная система и, соответственно, гормональное управление поведением. Математическими же методами проблема мотивации поведения роботов не решается. Поэтому в последнее время взгляд многих разработчиков роботов и ИИ начинает обращаться в сторону моделирования действия не только нервной системы, но и эндокринной системы тоже. В этом смысле примечателен доклад Даниэля Мосера из Грацкого университета (Австрия) с соавторами «Первые исследования искусственных эмоций в когнитивной робототехнике», который они представили на конференции «International Workshop on Medical and Service Robots» в 2016 году в Германии. Авторы смоделировали дополнительное действие гормонов на нейронную сеть робота и показали, что роботы с искусственной ЭС и дополнительным «гормональным» управлением лучше справляются с заданием. Вот вам и эмоции, и мотивация — которые, кстати, тоже индивидуальны.

Нечто вроде заключения

Рефлексы, нейронные сети и даже дополнение в виде ЭС — конечно, далеко не весь ИИ. Искусственный разум, интеллект — очень большой слон, целиком его охватить пока не представляется возможным. Мы не затронули понятий сознания,



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

вычленения собственного «Я» из картины мира, роль социума. Наверное, мы не видим еще многого. Однако сегодня налицо бесспорное стремление во всем мире понять эти процессы и закономерности, изучить их и создать на их основе наиболее «разумные» интеллектуальные технические системы, управляющие всеми окружающими нас устройствами и потоками информации.

Разум, интеллект в живой природе возникают в результате опыта и обучения как система сложных и взаимосвязанных условных рефлексов. В этом процессе принимают участие минимум две важнейшие системы организма — нервная и эндокринная. Это интегральное явление, для которого необходимы:

- постоянно действующая совокупность ассоциативных внешних раздражителей, а также закономерностей в их повторяемости и сочетаемости;
- развитая система внешних и внутренних сенсоров раздражений, в ответ на сигналы которых интеллектуальная система сможет формировать условно-рефлекторные ответы;
- система выработки рефлекторных ответов на внешние раздражения (сигналы);
- двойственный нервно-гуморальный (адресный и интегральный) механизм управления этой системой;
- врожденная базисная система понятийных категорий, полная и достаточная для формирования адекватной знаковой модели мира, в котором эта система существует.

Скорее всего, это далеко не полный перечень необходимых элементов ИИ, но без него никакого ИИ точно не создать. Вряд ли сегодня можно уверенно утверждать, что интеллект (разум) невозможен вне биологической основы. Успехи компьютерных нейронных сетей и методов «глубокого обучения» скорее говорят об обратном. В конце концов, и многие чисто биологические процессы удается успешно смоделировать разными небиологическими (техническими) средствами. Разум, рассудочная деятельность, интеллект — это продукты обучения, штучные продукты, индивидуальные, возникающие в процессе ежедневной деятельности индивида, что в целом можно охарактеризовать словом «жизнь индивида», и не важно, биологический индивид этот или нет. Важнее то, что, вполне вероятно бесконечное разнообразие разных форм разума и интеллекта.

Что еще можно почитать об искусственном интеллекте

Поспелов Д.А. Фантазия или наука. На пути к искусственному интеллекту. М.: Наука, 1982.

Эндрю А. Искусственный интеллект. М.: Мир, 1985.

Хокинс Дж., Блейкли С. Об интеллекте. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007.

Бостром Н. Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016.

Плацебо для всех

Ч

то такое плацебо, знают все. Это вещество без лечебных свойств, которое дают пациенту вместо настоящего лекарства, а он в некоторых случаях реагирует на эту пустышку, как на действенный препарат. Такой отклик называется эффектом плацебо, он тоже хорошо известен и подробно описан («Химия и жизнь», 2004, 1, 34—37). Теоретически эффект плацебо можно было бы использовать для лечения, вопрос в том, насколько это полезно и безопасно. Кроме того, эффект еще не настолько изучен, чтобы им можно было управлять; исследовать его сложно хотя бы потому, что основным объектом в данном случае служит человек, а ставить подобные опыты на людях не всегда этично и почти всегда дорого. Следовательно, нужен модельный объект.

К счастью, эффекты, подобные плацебо, присущи всем животным, даже таким простым, как почвенная нематода *Caenorhabditis elegans* и *Drosophila melanogaster*. На первый взгляд, это странно, поскольку значительную часть эффекта плацебо составляет психологический фактор, а внушить что-либо нематоде сложно. Объяснение этого парадокса предложили ученые Кентерберийского университета Крайст Чёрч (Великобритания) доктор Симон Харви и профессор Крис Биди. Исследователи полагают, что эффекты плацебо представляют собой случаи фенотипической пластичности («Biology Letters», 2017, 13, 20170585, doi: 10.1098/rsbl.2017.0585).

Фенотипическая пластичность — это способность организма изменять внешний облик, физиологическое состояние или поведение в зависимости от условий окружающей среды. Благодаря ей особи с одним генотипом в разной обстановке выглядят или ведут себя по-разному. Однако британские исследователи, вероятно, имеют в виду условные рефлекс организма, его реакцию на определенные ключевые косвенные сигналы. Вот, например, такой ключевой стимул, как пища. Когда животное поест, концентрация глюкозы в крови изменится, что повлечет за собой каскад определенных биохимических реакций. Это непосредственный отклик на изменения или, как нас учили в школе, безусловный рефлекс. А бывает, что животное еще ничего не съело, только запах почуяло, а его пищеварительная система уже изготавилась. Это условный рефлекс — реакция организма на стимул-обещание, которую Харви и Биди назвали фенотипической пластичностью. Ее можно уподобить поведению человека, который, увидев на небе тучи, берет с собой зонт, хотя дождя еще нет. Мы будем придерживаться терминологии исследователей. Они отмечают, что умение предвидеть грядущие изменения и вовремя к ним подготовиться жизненно важно, организмы, им не обладавшие, давным-давно вымерли. Так что фенотипическая пластичность — очень древняя адаптация, присущая всем многоклеточным.

Однако эффект плацебо — это реакция на ложный стимул: запах еды подразумевает близкую трапезу, а пилюля с крахмалом не сулит облегчения. По мнению Симона Харви и Криса Биди, этот эффект возник вследствие способности *Homo sapiens* изменять окружающую среду и создавать ложные сигналы. У человека уже есть некоторый опыт лечения, он

привык, что пилюля помогает. Получив плацебо, организм реагирует не него, как на предвестник исцеления. Подобная реакция может быть обусловлена множеством факторов: доверием к врачу, предыдущим опытом (в прошлый раз такая желтенькая таблеточка здорово помогла), надеждой, беспокойством. Профессор Туринского медицинского университета Фабрицио Бенедетти, много лет посвятивший изучению плацебо, назвал такую ситуацию новой физиологией взаимоотношений доктор—пациент («Physiological Reviews», 2013, 93, 1207—1246, doi:10.1152/physrev.00043.2012). Больной пребывает в сложной среде, и доктора играют в ней особую роль, поскольку пациент смотрит на свою болезнь их глазами (см. рис.). Врачам рекомендуют беседовать с пациентами, рассказывать об успехах лечения, вселять надежду.

Современное состояние нейронаук позволяет найти биологическую основу обуревающих человека эмоций. Во время эффекта плацебо в организме происходят те же процессы, которые сопровождают действие лекарства, в них участвуют дофаминовые, опиоидные и каннабиноидные рецепторы. Эти физиологические изменения можно зафиксировать и измерить.

Если плацебо-эффект у людей — биологическая реальность, то он должен был возникнуть в результате отбора и обеспечивать какое-то преимущество. Например, помогать человеку переносить боль, депрессию или мышечную усталость. Казалось бы, это всё субъективные ощущения, которые не могли стать мишенью для отбора. Однако известны случаи, когда ощущения сопровождаются объективными изменениями.

Фабрицио Бенедетти с соавторами исследовал влияние плацебо на людей, страдавших от гипоксии на высоте 3500 м («Pain», 2015, 156, 2326—2336, doi: 10.1097/j.pain.000000000000288). Испытуемые жаловались на головную боль и быстро уставали от физической работы, что сопровождалось снижением уровня простагландина в слюне, кислорода в крови и сердцебиением. Вдыхание чистого кислорода нормализовало эти показатели. Плацебо (пустой баллон, присоединенный к кислородной маске) помогало избавиться от усталости, но не от головной боли. Однако после того, как испытуемых дважды пользовали кислородом, плацебо избавляло их и от боли, а также приводило в норму уровень простагландина и сердечный ритм. При этом содержание кислорода в крови оставалось низким. Исследователи заключили, что усталость более чувствительна к действию плацебо, чем головная боль, а эффект плацебо возникает после обучения.

Другой случай — болезнь Паркинсона, которая сопровождается изменением нейронной активности и пониженным уровнем дофамина в определенных отделах мозга. Профессор Бенедетти давал пациентам плацебо и никаких изменений не отмечал. Но у больных, ранее принимавших апоморфин, который увеличивает уровень дофамина, эффект плацебо повторял действие апоморфина.

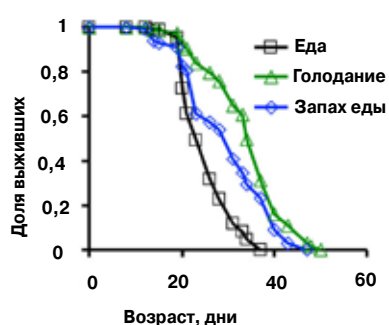
Эффект плацебо проявляется не только в медицине. Питательные вещества, которые присутствуют, но не потребляются, тоже могут обмануть человека. Так, атлеты показывают



1
Эффект плацебо обусловлен факторами среды, сложившейся вокруг пациента

лучшие результаты, если предварительно полощут рот раствором глюкозы, не глотая его. Аналогичный эффект оказывает полоскание кофеином. Очевидно, тело предчувствует поступление кофеина или глюкозы в организм, поскольку, оказавшись во рту, они в естественной ситуации вот-вот попадут в кишечник.

Если эффект плацебо представляет собой результат фенотипической пластичности, он должен иметь место и у других животных, особенно в случае, когда предстоящие изменения среды для них губительны («Химия и жизнь», 2017, 4). И действительно, еще в 1975 году специалисты университета в Рочестере (США) давали крысам иммуносупрессирующий препарат циклофосфамид вместе с сахаринном. Спустя три дня животным вводили эритроциты барана. Иммунная система крыс вырабатывала к ним антитела. Циклофосфамид подавлял выработку антител, так же, как и прием сахарина. Организм связал этот вкус с иммуносупрессором. В другом исследовании крысам, приученным к морфину, вводили одну десятую нормальной дозы, и она действовала, как полноценное обезболивающее.



2
Плацебо действует даже на червей *Caenorhabditis elegans*. Временное голодание продлевает нематодам жизнь, но запах пищи блокирует этот эффект

У беспозвоночных такой эффект, то есть отклик на стимул-обещание, тоже обнаружен. Проще всего у них исследовать реакции на пищу. Сократив общее потребление калорий, но сохранив необходимое количество микроэлементов и витаминов и не допуская истощения, можно увеличить продолжительность жизни *C.elegans* и дрозофилы раза в полтора. Однако у обоих видов эффект ограничения калорий блокирован, если они чувствуют запах пищи (Рис 2). Организм верит обманному стимулу, который обещает еду. Запах пищи в данном случае действует как плацебо, или, точнее, как ноцебо, то есть отрицательный ответ на пустышку.

У нематоды подобный эффект обнаружен при холодном стрессе. Черви погибают, если их долго держать при температуре ниже 5°C, однако смертность заметно сокращается после закалывания при температуре низкой, но не стрессовой. Аналогичный эффект достигается разрушением специфических холодочувствительных нейронов. Таким образом, выживание основано не на реальной температуре, а на чувствительности к ней. Именно восприятие температуры, то есть сигнал, поступающий или не поступающий от нейронов, влияет на биохимический путь, регулирующий продолжительность жизни.

Итак, и черви, и мухи реагируют на обманку, несбывшееся обещание. Это и есть эффект плацебо, и зависит он от воздействия на определенные нейроны.

Биология эффекта плацебо может иметь значительное клиническое и научное значение. Необходимо выяснить, каким образом и на какие системы надо воздействовать, чтобы он возник, и каковы механизмы его реализации. Естественно, изучать эффект плацебо удобнее на простых моделях, которые помогут прояснить механизмы действия этого эффекта у людей. Симон Харви и Крис Биди предлагают начать исследование с проверки собственной гипотезы. Они полагают, что эффект, подобный плацебо, представляет собой общий для всех организмов ответ на стандартные стимулы среды, то есть отклики на определенный тип воздействия у разных животных должны быть сходными. Эффект будет проявляться в критических для жизни ситуациях, таких как нехватка энергии или температурные воздействия. В ходе обучения или эволюции развивается способность отвечать на новые стимулы, однако, чтобы возник эффект, воздействие этих стимулов должно быть близко к порогу выживания.

По мнению авторов гипотезы, ее можно проверить в ходе экспериментальной эволюции в модельных системах. Проверка позволит определить уровни стимулов, необходимые для получения определенного отклика. Эта же гипотеза даст возможность перепроверить эффекты плацебо, которые уже описаны для людей.

Кандидат
биологических наук
Н.Л.Резник



НАУЧНЫЙ КОММЕНТАТОР

Большой плюс или жирный минус?

Кандидат биологических наук

Н.Л.Резник

У каждого века свои болезни. Болезнь нашего времени — ожирение. Ежегодно копилка знаний о нем пополняется множеством фактов, однако общая картина по-прежнему неясна.

Эпидемия

О проблеме ожирения медики впервые заговорили в середине прошлого века, до этого их больше интересовало недоедание. В 1960-е годы они обратили внимание, что ожирение часто сочетается с повышенным уровнем триглицеридов в крови, инсулиновой резистентностью, хроническим воспалением и гипертонией. Этот букет получил название метаболического синдрома. У больных метаболическим синдромом возрастает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, рака, диабета, остеоартрита, хронической болезни почек и болезни Альцгеймера. Принято считать, что в основе всех этих напастей — именно ожирение («Химия и жизнь», 2013, 7, 28—31). И по мере того, как растет распространенность метаболического синдрома, ожирение приобретает характер эпидемии. Специалисты делают такой вывод, наблюдая за изменением индекса массы тела (ИМТ) — вес в килограммах, деленный на квадрат роста в метрах. Размерность часто опускают.

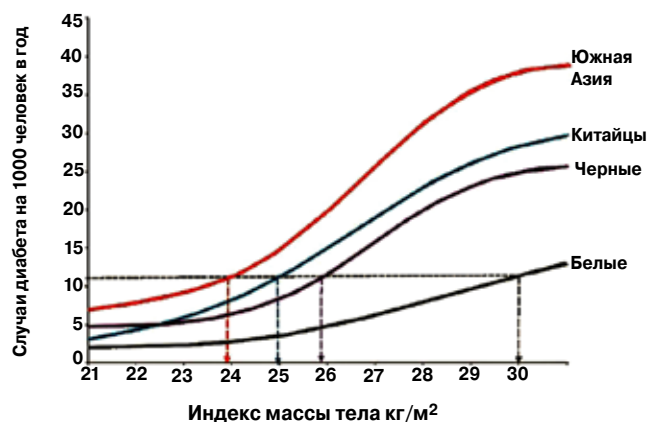
Хотя при диагностике ожирения учитывают и другие показатели, в том числе обхват талии и окружность шеи, ИМТ остается основным диагностическим критерием. Принято считать, что оптимальное значение ИМТ колеблется в диапазоне от 18,5 до 25, значения от 25 до 29,9 свидетельствуют об избыточном весе, а при ИМТ более 30 начинается ожирение. Однако ученые понимают, что ИМТ — критерий хотя и удобный, но не абсолютный («Химия и жизнь», 2014, 1, 22—25). Прежде всего, ИМТ растет с возрастом. Кроме того, этот показатель не позволяет судить о содержании и распределении жира в организме: при высоком ИМТ жировая ткань может залегать под кожей или скапливаться в области живота, и второе приводит к более серьезным биохимическим последствиям. У накачанных бодибилдеров, в которых, как принято говорить, ни грамма жира, хотя так не бывает, ИМТ также велик. Помимо пола, возраста и расположения жировых отложений, необходимо учитывать этническую принадлежность («Diabetes Care», 2011, 34, 1741—1748, doi: 10.2337/dc10-2300). Канадские исследователи почти 13 лет регистрировали случаи заболевания сахарным диабетом второго типа у взрослого населения провинции Онтарио. Проанализировав 60 тысяч случаев, ученые отметили, что с увеличением ИМТ распространенность диабета растет, однако у представителей разных этнических групп соотношение ИМТ и заболеваемости различается (рис. 1). Для представителей белой расы безопасны более высокие значения ИМТ. Тем не менее ИМТ, равный 25, по-прежнему служит точкой отсчета.



Недавно международная группа исследователей систематизировала данные 1769 научных публикаций, содержащих сведения о росте и весе 19 244 жителей разных стран с 1980 по 2013 год («Lancet», 2014, 384, 766—781, doi: 10.1016/S0140-6736(14)60460-8). Оказалось, что за прошедшие тридцать лет и три года доля людей с ИМТ более 25 возросла с 28,8 до 36,9% у мужчин и с 29,8 до 38,0% у женщин. Количество людей, страдающих лишним весом и ожирением, увеличилось от 921 млн до 2,1 млрд, а общая распространенность этого недуга выросла на 27,5% для взрослых и на 47,1% для детей.

Рост ИМТ происходил в государствах с разным уровнем экономического развития. В развитых странах двое из троих мужчин старше 55 имеют лишний вес и каждый четвертый страдает ожирением. У женщин пик распространенности наступает ближе к 60 годам, когда 31,3% имеют ожирение и 64,5% — лишний вес или ожирение. В развивающихся странах картина сходная, но пиковый возраст ниже. Для женщин он наступает в 55 лет (14,4% ожирения и лишнего веса), для мужчин — в 45 лет (8,1%).

Распространенность ожирения и сопутствующие ему риски



1
Влияние индекса массы тела на заболеваемость диабетом зависит от расы. Прямыми показаны частота заболевания у белых людей с ИМТ, равным 30, и соответствующие этой частоте ИМТ других рас

для здоровья — глобальная проблема. К сожалению, заметных успехов в борьбе с ней достичь не удалось. Правда, в развитых странах в 2006—2013 годах ситуация вроде бы стабилизировалась, однако в развивающихся странах, где живет две трети населения планеты, эпидемия нарастает.

Почему это случилось с нами?

В середине прошлого века в мире произошла гастрономическая революция — блюда стали готовить промышленным способом, оставалось их только разогреть. Порции для привлечения покупателей сделали большими, а рецептуру изменили так, чтобы производство стало выгодным. Как правило, такие продукты богаты жирами, глюкозой и другими углеводами. Подобная диета стимулирует повышенную секрецию инсулина, что нарушает жировой обмен. Избыток глюкозы превращается в жир, который откладывается в адипоцитах. Пищевые предпочтения формируются в раннем детстве, и предприятия быстрого питания целенаправленно привлекают к себе детей и подростков, соблазняя их игрушками и прочими радостями.

Революции питания сопутствовали изменения условий труда. Он стал заметно легче с физической точки зрения, к тому же значительное число людей работает теперь не на производстве, а в офисе. Расход калорий снизился. Примерно в это время и начался триумфальный марш ожирения.

Проблема, однако, не сводится к избыточному питанию и малой подвижности. На развитие ожирения влияют и другие факторы. Некоторые современные продукты, ранее считавшиеся полезными для здоровья вообще и снижения веса в частности, не оправдали надежд. Один из них — фруктоза, которую активно используют как заменитель сахара («Химия и жизнь», 2016, 3). При расщеплении фруктозы в организме человека образуется мочевая кислота. Она влияет на синтез некоторых биологически активных веществ, выделяемых адипоцитами, и таким образом регулирует метаболизм липидов, чувствительность к инсулину, иммунный ответ и некоторые другие клинические признаки ожирения и метаболического синдрома. У животных есть фермент уриказы, который окисляет мочевую кислоту до аллантаина. У людей и человекообразных обезьян ген уриказы отсутствует, и перед фруктозой мы беззащитны.

Генетическая предрасположенность, как и следовало ожидать, играет в развитии ожирения не последнюю роль. Полный список генов, вовлеченных в этот процесс, еще не составлен. Есть довольно длинный перечень кандидатов. Особенный интерес вызывают гены, направляющие избытки калорий в адипоциты и помогающие таким образом избежать отложения жира в печени и мышцах; гены устойчивости к лептину (гормону сытости) и инсулину; последовательности, регулирующие его синтез, способность клеток-предшественников адипоцитов к дифференцировке, а также взаимодействие хозяина с кишечной микрофлорой.

При высококалорийном питании состав микробиоты толстого кишечника меняется. Как показали эксперименты на мышах и обследование добровольцев различной комплекции, при ожирении в ней существенно возрастает относительное количество бактерий, относящихся к отделам Bacteroidetes и Firmicutes. Они обладают повышенной способностью извлекать энергию из пищи («Nature», 2006, 444, 1027—1131, doi:10.1038/nature05414). Чтобы вызвать ожирение, достаточно лишь немного увеличить эффективность энергоизвлечения, и в течение года вес тела существенно возрастет. Доказательством роли микробиоты служат эксперименты на безмикробных мышах. Если заселить их толстый кишечник «микробиотой ожирения», они разтолстеют. Колонизация нормальной микробиотой к таким последствиям не приводит. Согласно другой точке зрения, более важно не количество

извлекаемой энергии, а влияние, которое вещества, синтезируемые кишечной микрофлорой, оказывают на метаболические пути хозяина («The Journal of Clinical Investigation», 2011, 121, 2126—2132, doi: 10.1172/JCI58109). Роль интерфейса играют покрытые рецепторами клетки кишечного эпителия. Нормальная кишечная микробиота, процветающая на растительных полисахаридах, выделяет короткоцепочечные жирные кислоты и другие молекулы, они связываются с этими рецепторами и регулируют определенные метаболические пути. При жирном питании в кишечнике заводятся другие бактерии, которые синтезируют другие вещества, что сдвигает обмен веществ в сторону накопления жира.

Помимо кишечной микробиоты, ожирению способствуют инфекции, в том числе вирус собачьей чумки (Canine distemper virus), вирусы простого герпеса 1 и 2, аденовирус 36, возбудитель язвы желудка бактерия *Helicobacter pylori* («International Journal of Obesity», 2007, 31, 1350—1356, doi:10.1038/sj.ijo.0803623). Ожирение ассоциировано с одноклеточным паразитом *Toxoplasma gondii*, который часто поражает любителей кошек: среди психически здоровых носителей больных ожирением оказалось в два раза больше, чем среди людей, не зараженных токсоплазмой («Frontiers in Public Health», 2013, doi: 10.3389/fpubh.2013.00073). Каким образом та или иная инфекция влияет на вес, ученые пока не знают.

Циркадианные расстройства также могут спровоцировать биохимические изменения, сопровождающие ожирение, диабет и метаболический синдром. Люди, которые часто совершают перелеты в другие часовые пояса, работают в ночную смену или просто ведут активную ночную жизнь, находятся в группе риска.

На ожирение влияет и возраст. Состав тела с годами меняется, это закономерный процесс. В нем становится больше жира, особенно в области живота, а мышечная масса снижается. Так получилось, что из всех медицинских статистик нам доступнее всего американская. В 2012 году распространенность метаболического синдрома в США составила 34,8%, однако у мужчин старше 60 лет этот показатель достиг 46,7%, а у женщин перевалил за 50% («Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care», 2016, 19, 5—11, doi: 10.1097/MCO.0000000000000243). Ожирение становится возрастной болезнью, а население Земли стареет, согласно прогнозам, к 2030 году на планете будет жить 8,3 млрд человек, из них 13% старше 65 лет. Это значит, что более 600 млн пожилых людей будут страдать метаболическим синдромом, не говоря уже о более молодых пациентах.

Насколько все плохо?

Все вышеперечисленное могло бы вызвать ощущение безысходности, особенно после плотного ужина, но, к счастью, в последнее время исследователи обнаруживают преимущества избыточного веса, поначалу заслоненные ужасами метаболического синдрома. Начнем с того, что связь между избытком жира и метаболическим синдромом не столь пря-



ЗДОРОВЬЕ

молиейна. Жир служит депо для свободных жирных кислот, не позволяя им накапливаться в других местах. Наибольшей защитной функцией обладает подкожная жировая ткань, состоящая из многих мелких клеток и пронизанная кровеносными сосудами. В таком окружении адипоциты гибнут редко, поэтому уровень локального воспаления невысок. Разрастание подкожного жира повышает чувствительность к инсулину мышц и печени и задерживает проявления метаболического синдрома. И только когда адипоциты больше не в состоянии вмещать жирные кислоты, они откладываются в неположных местах — печени, скелетных мышцах и мышцах сердца, разрушают клетки, снижают их чувствительность к инсулину и провоцируют воспаление. Кроме того, адипоциты синтезируют гормон лептин, который ограничивает аппетит. Таким образом, ожирение нельзя считать безусловной патологией, скорее это нормальная физиологическая реакция организма на избыточное питание.

Есть люди, которые вследствие генетического дефекта не имеют адипоцитов. Лептина у них тоже нет, и они очень много едят. Ожирение у них не развивается, потому что жирным кислотам негде откладываться, а метаболический синдром сильно развит. Его симптомы проявляются много раньше, чем у нормальных людей.

Около десяти лет назад клиницисты заметили, что люди с избыточным весом чаще худощавых выживают при тяжелых почечных расстройствах, инсультах, инфаркте, сердечной недостаточности и сахарном диабете второго типа, легче переносят хронический стресс. Единственное условие — жир должен быть распределен равномерно, а не скапливаться в области живота. Этот феномен назвали «парадоксом ожирения» («Химия и жизнь», 2016, 12, 28—31).

Правда, некоторые исследователи отрицают данный парадокс и доказывают, что даже метаболически здоровое ожирение может навредить. Французские специалисты из Больницы Поля Брусе более 17 лет наблюдали за 7122 людьми, 12% из которых страдали ожирением. Эти люди заболели сердечно-сосудистыми недугами и сахарным диабетом второго типа чаще, чем участники с нормальным весом, причем заболеваемость не зависела от их метаболического статуса («The European Heart Journal», 2015, 36, 551—559, doi: 10.1093/eurheartj/ehu123). А ученые Копенгагенского университета обследовали 71 527 человек и обнаружили, что избыточный вес или ожирение были факторами риска для

инфаркта миокарда вне зависимости от наличия метаболического синдрома («JAMA Internal Medicine», 2014, 174, 15-22, doi: 10.1001/jamainternmed.2013.10522).

Несмотря на эти возражения, идея о пользе ожирения продолжает набирать сторонников. Американские исследователи под руководством Джессси Рота, профессора Института медицинских исследований Фейнштейна, составили изрядный список преимуществ, которые дает избыточный вес (см. таблицу). Кроме того, существует отрицательная зависимость между ожирением и смертностью от нескольких инфекционных и неинфекционных заболеваний («Molecular Medicine», 2016, 22, 873—885, doi: 10.2119/molmed.2016.00211).

Прежде всего это туберкулез. Как правило, он связан с резким снижением массы тела. Есть несколько исследований, проведенных в разных странах (Норвегия, Дания, США, Британия, Гонконг), которые показывают обратную связь между ИМТ и заболеваемостью туберкулезом. До изобретения эффективных лекарств больных старались откормить и прописывали им жирную диету.

Другой пример — пневмония. Это острая инфекция, до эпохи антибиотиков нередко смертельная. Наблюдения, проведенные в Японии, Испании и США, показали, что рост ИМТ связан с благоприятным исходом болезни, а низкий ИМТ с тяжелым ее течением.

Избыточный вес помогает пациентам с острым сепсисом. Смертность от септического шока в течение 28 дней снижается на 2% при увеличении ИМТ на единицу. Однако генетическая неоднородность пациентов не позволяет в данном случае сделать однозначный вывод.

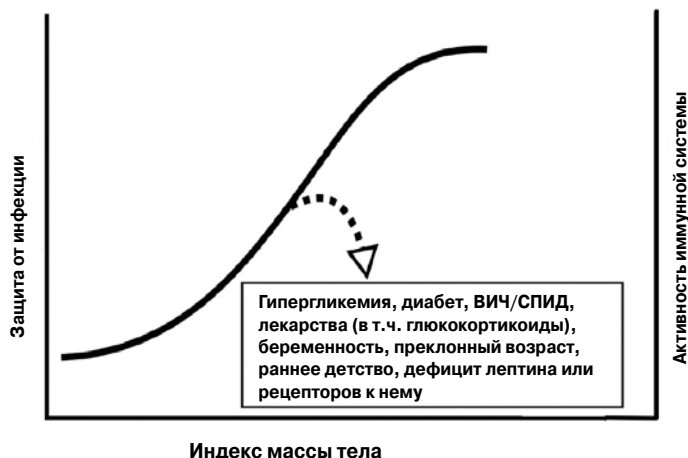
Это все были бактериальные инфекции, а вот и паразитарная — американский трипаносомоз, или болезнь Шагаса. Ее возбудитель, простейшее *Trypanosoma cruzi*, передается через укус клопа. Это хроническая инфекция, распространенная в Латинской Америке, приводит к поражению сердца и внутренних органов. Десятилетнее наблюдение за пациентами с сердечной недостаточностью, вызванной болезнью Шагаса, показывает, что больные с ожирением живут дольше, несмотря на помехи, которые создает работе сердца лишний вес.

У больных с ожирением легче протекает острый холецистит, меньше вероятность инфицирования желчных протоков. Высокий ИМТ в два раза снижает частоту смертности от хирургического перитонита.

Помимо клинических наблюдений, профессор Рот со товарищи провел лабораторные исследования, показавшие, что

Во многих случаях ожирение выгодно

Преимущества ожирения в повседневной жизни	Хирургические заболевания, при которых проявляются преимущества ожирения	Нехирургические заболевания и процедуры, при которых проявляются преимущества ожирения
Увеличение массы скелетной мускулатуры	Нарушения периферического кровообращения	Острый коронарный синдром
Увеличение прочности мышц	Аневризма брюшной аорты	Чрескожное коронарное вмешательство
Увеличение прочности костей конечностей	Панкреатодуоденэктомия — частичное удаление поджелудочной железы	Болезнь коронарных артерий
Избегание перелома при падении	Удаление части желудка	Хроническая фибрилляция предсердий
Помогает выжить при переохлаждении	Артропластика — восстановление функции сустава	Хроническая сердечная недостаточность
Помогает выжить во время голода	Шунтирование коронарных артерий	Хроническая обструктивная болезнь легких
Более раннее наступление полового созревания	Установка кардиостимулятора левого желудочка	Хроническая болезнь почек
Более привлекательное лицо в старости	Другие операции	Поддерживающий диализ
		Ревматоидный артрит
		Приобретенный иммунодефицит
		Пребывание в отделении интенсивной терапии
		Госпитализация



2
С увеличением массы тела растет уровень иммунной защиты. Пунктирная линия со стрелкой указывает на условия, которые ослабляют иммунный ответ ниже уровня, ожидаемого для данного ИМТ

мыши, которых держали на жирной диете, в два раза чаще выживали при заражении *T. cruzi*, хотя у них и развились ожирение и метаболический синдром. При хирургическом сепсисе жирная еда увеличила выживаемость животных с 10 до 65%. Только откармливать их надо заранее, потому что интенсивное питание непосредственно во время бактериальной инфекции может повредить («Химия и жизнь», 2016, 11, 33—35). Что касается вирусных инфекций, некоторые из них у больных ожирением протекают тяжелее. Это прежде всего подтип вируса гриппа А H1N1, чаще всего вызывающий эпидемии, а также гепатиты В и С.

По мнению исследователей, большое количество лептина, который синтезируют ожиревшие животные (и люди), стимулирует иммунную систему, что и помогает в пережить инфекцию (рис. 2). Люди и грызуны, не синтезирующие лептин или не имеющие рецепторов к нему, чрезвычайно тучны и страдают иммунным дефицитом.

Среди медиков набирает популярность гипотеза, согласно которой и при инфекционных, и при неинфекционных заболеваниях организм выделяет сходные молекулы, связанные с повреждением клеток. Эта общность реакции может объяснить, почему ожирение помогает при недугах разной этиологии.

Что было, что будет

Метаболический синдром не возникает вдруг, в середине жизни, скорее это реализация некой эволюционной программы, причем довольно древней. Метаболические синдромы мышей и крыс сходны друг с другом и с синдромом человека, следовательно, этой программе не менее 10 млн лет, и она жизненно важна, раз столько продержалась. Вопрос — зачем она нужна?

Одна версия исходит из представления о том, что ожирение — результат неумеренного питания и малой подвижности. Возможно, удаление из популяции малоподвижных обжор после того, как они выполняют свою репродуктивную функцию, было полезно в эпоху ограниченных ресурсов.

Другая гипотеза считает метаболический синдром следствием физиологической возможности накопить питательные вещества, чтобы не погибнуть от голода, когда еды не будет. Многие животные нагуливают жир перед зимней спячкой или долгой миграцией. Однако люди отличаются от животных тем, что имеют постоянный доступ к пище, а у зверей за набором веса следует период голодания.

И наконец, ожирение (и даже метаболический синдром) обеспечивает организму защиту, необходимую в борьбе с

инфекционными заболеваниями.

Эволюционная теория позволяет понять, как могут совмещаться положительная и отрицательная роль ожирения. До середины XX века основную угрозу для человечества представляли инфекции и травмы. Запас жира и связанная с ним активизация иммунной системы увеличивали шансы больных на благоприятный исход. Та же программа усиливает репродуктивную способность женщин и физическую силу у обоих полов. К середине жизни это полезное ожирение может перейти в метаболический синдром, но репродуктивные задачи к тому времени уже решены. Иными словами, ожирение, хотя и сокращает жизнь, позволяет сделать ее более здоровой: помогает сопротивляться инфекциям и ускоряет заживление ран и переломов.

Теперь люди научились эффективно бороться с инфекциями и чаще умирают от рака и сердечно-сосудистых заболеваний. Продолжительность жизни также возросла, и отрицательные последствия ожирения выступили на первый план, настолько, что медицинское сообщество стало невосприимчивым к его преимуществам.

Есть две диаметрально противоположные точки зрения на ожирение: одни считают его личным выбором ленивых, безвольных чревоугодников, другие — хроническим заболеванием, и медики все чаще склоняются ко второму мнению. В 2013 году ожирение признала болезнью Американская медицинская ассоциация, крупное и авторитетное профессиональное сообщество. Хотя это решение и не имеет юридической силы, оно коренным образом меняет жизнь людей с избыточным весом. Отныне они могут не чувствовать вины за свое состояние и требовать сочувствия, а главное — лечения.

Соответственно, медики принимают на себя обязанность искать способы профилактики и лечения ожирения, а это не просто. Вроде бы о причинах ожирения известно уже довольно много, а позиций оно не сдает. Некоторые специалисты, в том числе группа Джесси Рота, надеются, что, поскольку ожирение — многофакторный процесс, можно будет воздействовать только на его вредные параметры, не затрагивая тех, которые создают преимущества их обладателям. Средства для этого есть, и прецеденты имеются. Медики, например, довольно успешно снижают давление и содержание холестерина в крови. Однако лишь 31% случаев коронарной болезни сердца и 8% случаев риска инфаркта миокарда, связанных с ожирением, возникают у людей с высоким давлением и уровнем холестерина. Терапия, направленная на снижение этих показателей, ослабляет риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы, но не очень сильно. Так что избыточный вес и ожирение сами по себе все-таки влияют на здоровье.

Продолжая споры о вреде и пользе лишнего веса, медики сходятся в одном: проблема ожирения должна стать приоритетной задачей мирового здравоохранения.



ЗДОРОВЬЕ



Наука обжорства

Кандидат
 физико-математических наук
С.М. Комаров

От чего зависит, сколько пищи человек может съесть? Ответ на этот важнейший, с учетом эпидемии ожирения, охватившей свободный мир, вопрос искали лауреаты Игнобелевской премии в области питания 2007 года — Брайан Вансинк из Корнелловского (университета), Джеймс Пейнтер из Западного Иллинойского университета и Жиль Норт из университета штата Иллинойс. Наградили же их «за исследование, как представляется, безграничного аппетита человеческих существ с использованием самонаполняющейся бездонной тарелки супа»

Проблемы и методы безграничного обжорства волнуют прогрессивное человечество с незапамятных времен. Еще античный Афиней в своем манускрипте «Пир мудрецов» вспоминал левкадийца Филоксена: «в общественных банях он открыто приучал руки к горячему, подолгу держа их в воде; такой же водой он полоскал горло, чтобы горячая пища проходила в его глотку без затруднений... Рассказывали, что он подговаривал поваров ставить блюда на стол как можно более горячими, чтобы он один мог поедать их на глазах у беспомощных сотрапезников... Клеарх рассказывает, что Филоксен в своем или в любом другом городе имел обыкновение, помывшись, обходить дома в сопровождении слуг, несших (которые несли) масло, рыбный соус, уксус и другие



МЕМОАРЫ ИГНОБЕЛЯ

приправы. Со всей этой компанией он вваливался в чужой дом и, добавляя недостающее, доводил до ума варившееся на кухне блюдо, после чего жадно набрасывался на еду... Киренский философ Аристоксен, буквально претворявший в жизнь гедонистическую философию своей родины (это по его имени окорок, приготовленный особым образом, назывался Аристоксеновым), так увлекся чревоугодием, что приказывал поливать на ночь салат-латук в своем саду водой, смешанной с медом и вином. Собирая наутро зелень, он приговаривал, что земля приносит ему готовые пирожные». А то ли Филоксен, то ли Меланфий молил богов дать ему горло длинное, как у журавля, чтобы дольше наслаждаться прохождением сквозь него пищи.

Но то была юность мира, когда люди занимались чревоугодием, не раздумывая о его пределах. В крайнем случае, как гласят легенды, применяли павлиньи перья, чтобы, очистив чрево от пищи, возвратиться к приятному занятию.

В Средневековье от утонченного античного обжорства не осталось и следа. Вот данное Франсуа Рабле описание обстоятельств, предшествовавших рождению Гаргантюа.

«Добрый Грангузье взыграл духом и распорядился, чтобы угощение было на славу. Жене он все-таки сказал, чтобы не очень налегала, потому что она уже на сносях, а потроха — пища тяжелая. «Кишок без дерьма не бывает», — промолвил он. Однако же, невзирая на предостережения, Гаргамелла съела этих самых кишок шестнадцать бочек, два бочонка и шесть горшков. Ну и раздуло же ее от аппетитного содержания этих кишок!»

Но вот прошли темные века, наступил Ренессанс, люди осознали важность методологии, и начались первые, еще незрелые попытки научно определить возможности человеческие в деле поглощения пищи. Длительный эксперимент, проведенный предтечей доктора Вансинка и его коллег, описан Шарлем де Костером. Смелым экспериментатором стал Ламме Гудзак, приятель главного героя повести Тиля Уленшпигеля, а невольным участником — попавший к нему в плен католический монах, которого Ламме хотелось откормить так, чтобы получить семь прозрачных от жира подбородков. Вот описание этого исторического опыта:

«И семь раз на дню моряки и солдаты могли наблюдать, как Ламме подходит к монаху с каким-нибудь новым блюдом.

— Вот бобы с фландрским маслом. Ты когда-нибудь ел такие в монастыре? А ведь ты размордел — и то сказать: у нас на корабле не тощат. Чувствуешь, какие подушечки оторосли у тебя на спине? Скоро будешь обходиться без тюфяка.

Поднося монаху другое блюдо, он говорил:

— А вот тебе коекебакк'и по-брюссельски. Во Франции они называются крепами, а эти не черные, не траурные — наоборот: белые, и хорошо подрумянились. Видишь, как с них масло капает? Вот так же из твоего пуза скоро жир потечет.

— Да я не голоден, — говорил монах.

— Ешь, ешь! — говорил Ламме. — Это ведь, ваше обжорство, не ржаные блины, а пшеничные, крупитчатые, ваше четырехподбородие! Эге-ге, да у тебя уже и пятый растет! Сердце мое радуется. Ешь!

— Оставь ты меня в покое, пузан! — говорил монах.

Ламме свирепел.

— Твоя жизнь в моих руках, — говорил он. — Неужто ты предпочитаешь веревку полной миске гренков с гороховым пюре? Я тебе сейчас принесу.

Немного погодя Ламме являлся с миской.

— Гороховое пюре любит хорошую компанию, — говорил он, — поэтому я подбавил сюда немецких knoedel'ей: это такие вкусные шарики из муки — их надо бросать живыми в кипяток; правда, для желудка они тяжелы, но зато от них жиреют. Ешь сколько влезет. Чем больше съешь, тем больше доставишь мне удовольствия. Только, пожалуйста, не делай вида, что ты сыт по горло, не отдувайся, как будто ты объелся, — знай себе ешь! Лучше есть, чем висеть на веревке, — как по-твоему? Покажи-ка ляжку! Тоже разжирела: два фута семь дюймов в обхвате! Ни с каким окороком не сравнится!

Через час он опять вырастал перед монахом.

— Вот девять голубей, — говорил он. — Этих безвредных птичек, доверчиво летавших над кораблем, убили для тебя. Не побрезгуй! Я положил внутрь кусочек масла, хлебного мякиша, тертого муската и гвоздики, истолченной в медной ступке, которая блестит, как твоя кожа. Его светлость солнце счастливо, что может отразиться в таком ясном лице, как твой, а ясен он из-за жира, из-за толстого слоя жира, коим ты всецело обязан мне.

Пятый раз Ламме приходил к монаху с waterzoeie.



— Ты любишь рыбную солянку? — спрашивал он. — Море тебя и несет, море тебя и кормит — больше оно и для самого короля не в состоянии сделать. Да, да, пятый подбородок у тебя заметно растет, причем слева он у тебя прибавил больше, нежели справа. Придется подпитать обездоленную сторону — недаром Господь сказал: «Будьте справедливы ко всякому». А какая может быть справедливость, ежели жир распределяется неравномерно? На шестую трапезу я принесу тебе ракушек — этих устриц бедноты. В монастыре их готовить не умеют: прокипятят — и сейчас же начинают есть. Нет, кипячение — это только пролог. После кипячения с них нужно снять скорлупку, положить их нежные тельца в кастрюльку и долго тушить с сельдереем, мускатом и гвоздикой, а подливка должна быть такая: пиво с маслом, и к ним еще надо подать поджаренные в масле гренки. Так я эти самые ракушки для тебя и приготовил. За что дети должны всю жизнь благодарить родителей? За кров, за ласку, а главное — за пищу. Стало быть, ты должен любить меня, как своих родителей, и брюхо твое должно испытывать ко мне сыновнюю благодарность. Чего ж ты так злобно пучишь на меня свои буркалы?

Сейчас я еще принесу тебе сладкого-сладкого пивного супа, заправленного мукой и засыпанного корицей. Знаешь, для чего? Для того, чтобы жир твой стал совсем прозрачным и чтобы он трясся под кожей. Он уже и сейчас виден, когда ты волнуешься. Однако будь вечернюю зорю. Спи спокойно и о завтрашнем дне не заботься. Можешь быть уверен, что завтра ты вновь обретешь жирную пищу и своего друга Ламме, который не преминет тебе ее изготовить...

Описание другого эксперимента по безграничному обжорству можно найти в русском городском фольклоре. Поспорили два купца. Первый говорил, что русского мужика накормить досыта нельзя, а второй — что можно. Ударили по рукам и пригласили мастеровых. Усадили их за стол, стали подавать перемены блюд. Мужики ели-ели, раскраснелись, вспотели, кушаки распустили да и стали отваливаться от стола. Ага, говорит второй купец, наелись, я победил. Не торопись, давай орешков им подадим, отвечает первый. Мужики лениво орешки погрызли, отдохнули и говорят: ну что, хозяева, теперь-то можно и перекусить.

И эксперимент Гудзака, и купеческий эксперимент были поставлены очень давно, когда научная методология еще не была развита, а о методах статистической обработки результатов эксперимента, тем более о двойном слепом методе с объективным контролем никто и не слыхивал. Не то современная наука. Игнобелевские лауреаты («ObesityResearch», 2005, 13, 1, 93—100) со всей серьезностью подошли к вопросу: что может остановить поглощение пищи человеком — физиологическое насыщение или же какие-то психологические причины?

Намек на важность последних давали опыты предшественников. А они пытались понять следующий феномен. Вот уже более тридцати лет размеры фасовок пищи и порций, что в магазинах, что дома, что в ресторанах, растут. Приводит ли это к росту потребления еды? Казалось бы, ответ очевиден. Но нет, находились спорщики, которые отмечали, что в

результате роста порции просто единица содержащейся в ней еды обходится дешевле, человек же будет есть столько, сколько захочет, и не более. Эти скептики были посрамлены железным аргументом: во время приемов или в ресторанах, устроенных по принципу «вошел, заплатил и ешь сколько хочешь», отмечен рост потребления еды в расчете на человека.

Поэтому в качестве рабочей гипотезы для объяснения феномена обжорства был выбран приоритет визуальной информации над чувством сытости. То есть высказано мнение, что человек ест и пьет, ориентируясь на видимый размер посуды и на ее заполненность едой. Для такого мнения есть причины: более половины участников подобных опытов отмечали, что всегда едят до тех пор, пока не очистят тарелку до конца. Наверное, это не случайность, ведь бережное отношение к пище с детства воспитывается во многих культурах, например в протестантской и православной, чего стоит хотя бы русская поговорка «лучше в нас, чем в таз».

Интересно, что ориентация на видимый размер порой играет с людьми шутки: в низкий и широкий стакан всегда наливают больше напитка, чем в узкий и высокий того же объема. Конусообразный же подшучивает над теми, кто любит выпить стакан до половины высоты, — из стакана, конусность которого высока, будет выпита не половина, а чуть ли не четыре пятых объема.

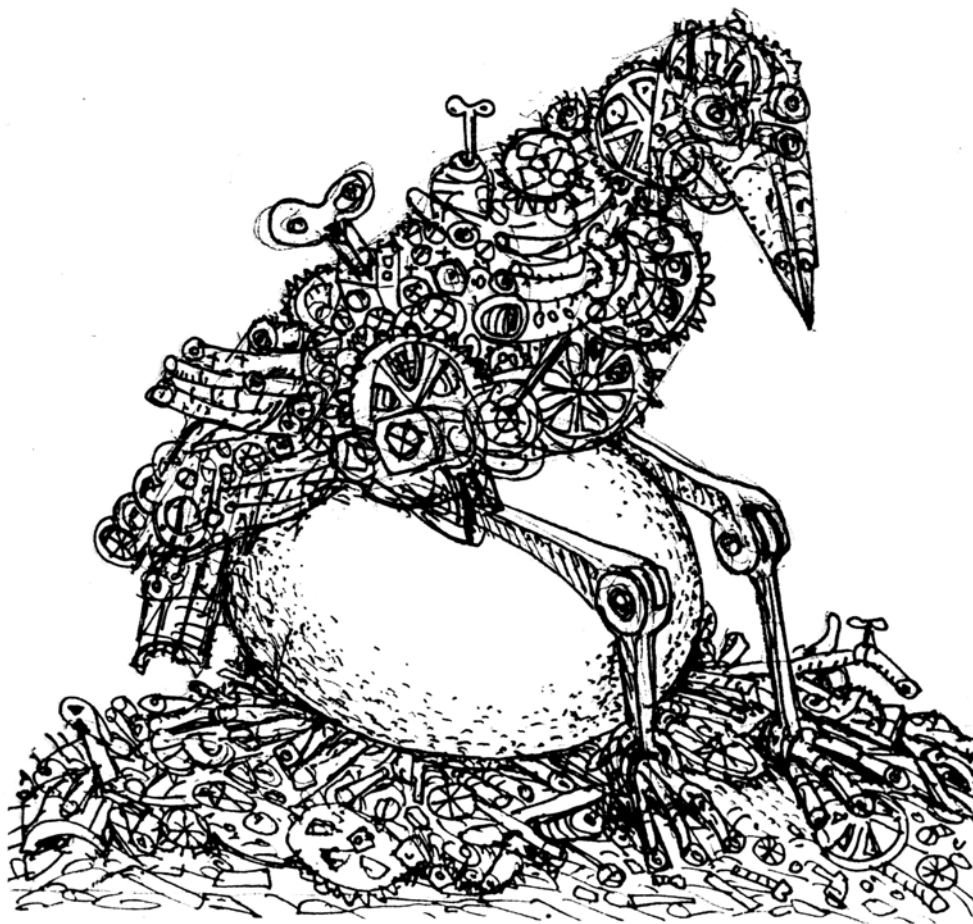
Для опыта будущие лауреаты пригласили 44 участника, которых по четверо усаживали за тарелки супа. Две тарелки были обычными, а две — с секретом: под ними в столе проделали дырки, через которые подвели шланги от стоящей на столе кастрюли с супом. По этим шлангам суп поступал в тарелки по мере опорожнения, делая их фактически бездонными. И в полном соответствии с первоначальной гипотезой, из таких тарелок участники съедали на 73% больше супа, чем их сотрапезники. Причем делали это бессознательно, считая, что съели всего-то по такой же полной тарелке. И когда участников застолья опрашивали, сколько калорий они проглотили, все давали примерно одинаковые оценки; те, кто ел из обычных тарелок, занижали оценку на четверть (все ведь знают, что много калорий — это плохо), а те, кто из бездонных, — в два с лишним раза! В контроле, когда все четыре тарелки были без дырок в дне, все участники съедали примерно равные количества супа.

Интересно, что, помимо необходимости увидеть дно тарелки, больше половины участников отмечали и другой фактор — они не могут остановиться, пока другие люди сидят за столом и едят. Здесь участвует еще один глубоко засевший в подсознании тип поведения: совместное застолье потому и совместное, что все едят одновременно.

По мнению авторов исследования, опыт с бездонными тарелками подсказывает методы борьбы с обжорством. Ведь если человек ориентируется не на чувство сытости, а на вид и объем лежащей на тарелке еды, значит, использование маленьких тарелок и маленьких стаканов способно сократить потребление пищи. Заботливые родители могут незаметно отсыпать вредные продукты вроде чипсов из упаковки — ребенок, ориентируясь на ее размер, не заметит, что съел меньше, и нанесет своему организму меньший вред. Аналогичным образом пустая бутылка из-под вина на столе подсаживает гостям, что выпито уже достаточно, а горка скорлупы орешков или обертки от шоколадок, аккуратно разложенные хозяевами посреди стола, намекают, что хватит жевать.

Несмотря на достигнутые успехи, лауреаты отмечали, что их результаты недостаточно полны и необходимы дополнительные опыты по изучению феномена обжорства. Впрочем, сведений о продолжении работ найти не удалось.





**Если вы
скачали этот
номер
журнала
Химия и
жизнь
с бесплатного
сайта,
то**

**внеси посильный взнос на оплату труда
журналистов, редакторов, художников
и корректоров вы можете, оплатив один
номер или целую подписку
в нашем киоске по адресу:**

http://www.hij.ru/buy_subscribe/

**Если вам
надоело
скачивать
случайные
номера
журнала
Химия и
жизнь
с бесплатного
сайта,
то**



**с любого номера вы можете подписаться
на бумажную или электронную версию
журнала по адресу**

http://www.hij.ru/buy_subscribe/



ЖЕРТВЫ НАУКИ

Трейси, Долли и безымянные герои

С. Ястребова

Домашние овцы, сами того не желая, оказались первопроездцами в нескольких областях науки и техники. Это они первыми из зверей поднялись в воздух на летательном аппарате. Именно их кровь первой пытались перелить человеку. Даже полноценную искусственную утробу впервые создали для ягнят! Про овечку Долли можно не добавлять.

Экспериментальный объект и два контроля

Систематически подниматься на специальных аппаратах в воздух первыми начали французы братья Монгольфье. Их первый рабочий воздушный шар продержался в полете 10 минут и не развалился. Случилось это в 1782 году. А уже 19 сентября 1783 года братья продемонстрировали королю Людовику XVI, его жене Марии-Антуанетте, а также многотысячной толпе новый монгольфьер, на сей раз с живыми пассажирами — петухом, уткой и овцой.

Есть предположение, что выбор животных был четко продуман с научной точки зрения. Овца по строению близка к человеку, соответственно, влияние полета на ее организм показало бы, как

в воздушном шаре себя почувствуют люди. Утки и сами высоко летают, так что эту птицу вояж в монгольфьере вряд ли бы травмировал. По сути, она служила контрольным объектом. Петух тоже птица, так что и его можно причислить к контролям. Однако в отличие от утки летает он плоховато, низенько. Может, те, кто сажал животных в воздушный шар, и не имели в голове такой четкой схемы эксперимента, но это не важно: дорогу в небо в любом случае проложили птицы и овцы.

После 10 минут свободного полета монгольфьер благополучно приземлился, все пассажиры остались живы. Следующий полноценный подъем в небо состоялся через пару месяцев, и на сей раз в роли отважных воздухоплателей выступили химик Жан-Батист Пилатр де Розе и аристократ-военный Франсуа Лоран Д'Арланд — словом, люди.

Жертвенная кровь ягненка

Но это отступление от медицинской темы. Отъедем немного в прошлое и вспомним овец, послуживших первыми донорами крови для людей.

Чучело Долли, самой известной овцы в истории науки, хранится в Королевском музее Шотландии

Кровеносная система долго не поддавалась медикам. Еще бы! Изучали они ее, как и многое другое, препарировав трупы. А кровь у представителя любого вида после остановки сердца двигаться перестает. Когда она вытекает из сосудов, те спадаются. Поэтому до открытия кровообращения думали, что сосуды гоняют по телу воздух, а о важности жидкости красного цвета мало задумывались. В начале XVII века Уильям Гарвей кардинально изменил ситуацию: он открыл кровообращение. Довольно быстро стало понятно, какую значительную роль в жизнедеятельности играет кровь на самом деле.

Не прошло и половины столетия, как решительные врачи попробовали перелить кровь одного животного другому. Первыми подопытными стали собаки. Процедуру проделывали крайне примитивно. В роли трубочек для трансфузии выступали птичьи перья, те же самые, которыми писали, только в них вместо чернил заливали кровь. Брали ее из артерий на шее, а остановить кровотечение из этих сосудов весьма непросто, так что собака-донор, как правило, умирала. Реципиенты тоже часто погибали (о стерильности и группах крови тогда еще не знали), но некоторый процент выживших позволял надеяться, что и людям переливание может пойти на пользу.

Однако перескакивать с собак на братьев по виду экспериментаторы не желали — именно потому, что знали о почти стопроцентной вероятности гибели доноров. Кровь решили брать у тех, кого не так жалко (и за чью жизнь не придется отвечать перед судом), — у овец.

Как бывает во многих прорывных областях, одно и то же исследование с минимальным разрывом по времени независимо выполнили сразу двое — француз Жан-Батист Дени и англичанин Ричард Лоуэр. Было это в 1667 году. И если эксперимент Дени прошел без особых эксцессов — высосанную из овечки пиявками кровь ввели 15-летнему мальчику, и тот выжил, — то с Лоуэром вышла более сложная история.

Британец справедливо решил, что процедуру и ее последствия необходимо тщательно задокументировать. Все время наблюдать за испытуемым невозможно, так что стоит найти грамотного, чтобы он сам подробно описывал собственные ощущения. Для наглядности это должен быть человек, страдающий болезнью с очевидными симптомами. Так выбор Лоуэра пал на Артура Кога. Тот знал латынь и обещал вести на этом языке записи о своем состоянии. А главное, Кога был заметно болен, и переливание крови (от овцы, заметим) теоретически могло улучшить его состояние. Оставалось лишь одно «но»: недуг Артура представлял собой

сумасшествие, так что было неясно, насколько достоверными окажутся его записи. Однако это не остановило исследователей; они пообещали испытуемому денежное вознаграждение — 20 шиллингов и конечно же улучшение душевного состояния.

Кровь от овцы переливали с помощью серебряных трубочек и перьев. Кога выжил и через несколько дней после процедуры представил Королевскому обществу отчет о своем состоянии. Позднее Лоуэр как-то встретил его на званом обеде и был удовлетворен: казалось, Кога шел на поправку, говорил он осмысленно и демонстрировал хорошие манеры. Но после повторного переливания ситуация ухудшилась. Помутнение рассудка Артура вернулось. Вторые 20 шиллингов он пропил в одной забегаловке и там же устроил дебош. А тут еще во Франции второй пациент Дени умер вскоре после очередного переливания овечьей крови (как выяснилось много позже, виной тому было отравление мышьяком, а не рискованная процедура). В результате общественность отвернулась от подобных опытов, и переливать какую бы то ни было кровь людям запретили на долгие годы.

«Игры в бога»

Новый вклад в медицину овцы внесли в век биотехнологий. После расшифровки структуры ДНК и первичного накопления знаний о «поведении» этой молекулы довольно быстро стала развиваться геновая инженерия. Гены белков, нужных больным людям (например, инсулина или гормона роста),

выявили, прочли последовательности нуклеотидов в них и заставили бактерии эти гены копировать, а также считывать с них информацию и производить необходимые молекулы. Так было налажено промышленное производство многих гормонов, которые до этого добывали из трупов — со всеми вытекающими последствиями: риском заражения инфекционными болезнями от умершего донора и невероятной дороговизной продукта. Бактерии дали биотехнологам возможность получать те же вещества гораздо быстрее и по значительно более низкой цене.

Вот только не зря нас с бактериями относят к разным царствам. Все-таки различий в нашей биохимии и физиологии очень много. Бактерии толком не способны модифицировать молекулы белков после их синтеза, да и не все человеческие белки сами укладываются в структуры нужной формы (в клетках млекопитающих для этого есть целые молекулярные машины). Так что идеальным было бы настроить каких-нибудь зверей на производство белков.

Это сделали ученые из Шотландии в начале 1990-х годов. Они ввели в овечьи яйцеклетки фрагмент ДНК с измененными генами белков молока: к ним добавили ген альфа-1-антитрипсина (ААТ). Почему в овечьи, а не в коровьи, ведь от коров молока гораздо больше? Вероятно, потому, что трансгенных коров и коз тогда еще никто не сделал, а вот овцы и свиньи были, к тому же они намного дешевле коров.

ААТ — фермент, который снижает активность ряда белков, разрушающих эластин. Их чрезмерная активность приводит к эмфиземе легких — сниже-

Science Museum London



Так выглядела овечка Трейси

нию их эластичности, а также проходимости дыхательных путей. Введение ААТ устраняет симптомы эмфиземы. Поскольку ген, кодирующий этот белок, во внедряемой будущим овцам ДНК был неразрывно связан с генами белков молока, у взрослых животных он активен только в вымени. Такие овцы производили молоко с альфа-1-антитрипсином, и его оказалось сравнительно легко оттуда выделить.

Первую трансгенную овцу, способную синтезировать ААТ, звали Трейси. Концентрация альфа-1-антитрипсина в ее молоке достигала 35 г/л (это половина всего белка, содержащегося в молоке), и у ее внуков производительность была вполне сопоставимой. Однако несколько овец, даже таких продуктивных, — это маловато. Надо было каким-то образом создать целое трансгенное стадо. Но одна овца способна за жизнь произвести не так много ягнят. Что делать?

Например, клонировать. Именно ради ускоренного получения трансгенных овец и решили создать Долли. Конечно, пока она существовала только в виде яйцеклетки, имени у нее не было. Генетический материал для клонирования брали из клеток вымени. С помощью микроскопической иглы и импульса тока ядро такой клетки ввели в яйцеклетку другой овцы, собственное ядро которой было предварительно разрушено. После нескольких делений получившийся зародыш подсадили в матку здоровой овцы. Через пять месяцев родился столь же здоровый ягненок.

Противники клонирования, обвиняющие исследователей в «играх в бога», как правило, не в курсе, что перед появлением Долли на свет ученые пытались создать клон 276 раз, но — неудачно. И немногие из них знают, что у этой овечки родилось шестеро вполне здоровых ягнят. А умерла она из-за рака легких, вызванного типичным для овец вирусом, а вовсе не от преждевременного старения. Еще одна претензия к Долли — наличие лишнего веса. Специалисты из Рослинского института, где первый клон теплокровного животного провел всю жизнь, объясняют это тем, что из-за повышенного внимания общественности Долли приходилось проводить немало времени в помещении, а за возможность сфотографироваться с ней многие давали овечке не самые полезные лакомства. Словом, все как у людей.

Мечтают ли андроиды об электроутробах?

Еще одна проблема, которая в скором будущем может быть решена с помощью овец, — спасение экстремально недоношенных детей с помощью устройства, имитирующего условия материнской утробы. И для овец такое устройство уже разработали сотрудники Филадельфийского детского госпиталя («Nature Communications», 2017, 8, 15112, doi: 10.1038/ncomms15112).

Авторы статьи четыре недели поддерживали жизнь восьми ягнят, недоношенных как раз на такой срок. Каждый

ягненок находился в прозрачном мешке, наполненном жидкостью, по составу близкой к околоплодным водам. Мешок располагался на подложке, обеспечивающей температуру, как в матке овцы — 39,5°C. Питательные вещества и кислород поступали к ягнятам по трубке, имитирующей пуповину. По ней же отводили углекислый газ. Газообмен в искусственной матке осуществлялся без насоса, так что легкие ягнят не задерживались. И это хорошо, поскольку преждевременное начало дыхания у недоношенных млекопитающих замедляет развитие легких.

В искусственной матке ягнота «созревали» с такой же скоростью, как и их сородичи в настоящих матках. И это не может не радовать. Однако испытания устройства пока не окончены, скорее всего, понадобится еще около полутора лет для их завершения. А в случае успеха можно будет говорить о клинических испытаниях на недоношенных детях.



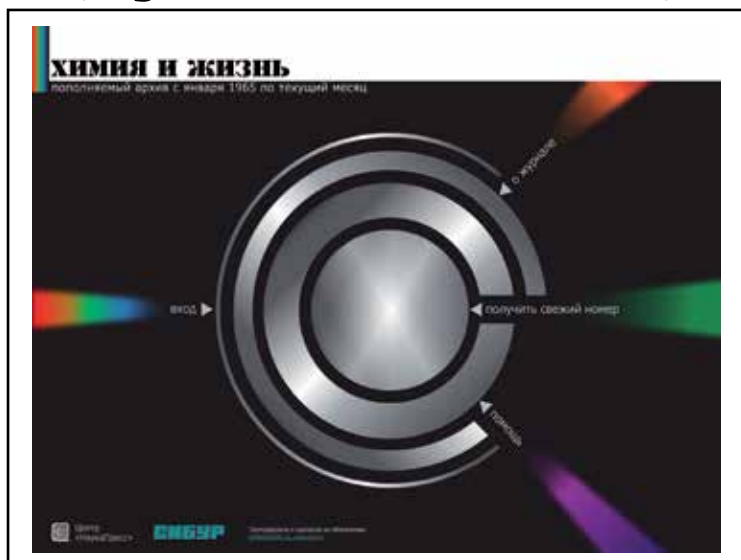
ЖЕРТВЫ НАУКИ



Долгожданный, уникальный, удобный!

Вы покупаете архив, устанавливаете на свой компьютер, и он автоматически обновляется каждый месяц. Все самое интересное легко найти и в старых, и в новых номерах. Бесценные рассказы об ученых, о проблемах и методах химии, биологии, физики, материаловедения, история развития науки и техники, смелые гипотезы и идеи, опыты юных химиков, размышления мудрецов, антология научной фантастики второй половины XX — первой половины XXI века, рисунки ведущих художников-графиков, в общем, все, о чем более полувека пишет журнал «Химия и жизнь», — в его электронном пополняемом архиве.

Цена архива 1600 р. на флеш-карте с доставкой почтой РФ и 1300 р. при самостоятельном скачивании дистрибутива с сайта. Узнать подробности об архиве и купить его можно на сайте hij.ru, отправив письмо по адресу redaktor@hij.ru или позвонив в редакцию по телефону (495) 722-09-46 в рабочие дни с 11 до 17:30.



Системные требования к рабочему месту для пользования архивом: персональный компьютер под управлением MS Windows 8.0 и старше, подключаемый напрямую, то есть мимо прокси-сервера, к сети Интернет во время установки и обновления. Ограничение: в сетях с центральным сервером и консолями доступа работоспособность архива не гарантируется.

«О, спасите моржа!»



Название «морская корова», под которым морж был долгое время известен, крайне неудачно, поскольку животное это с коровой земной решительно ничем не схоже. Название морского слона ему более прилично. Подобно слону, морж обладает двумя большими костяными бивнями, растущими из верхней челюсти, и голова его устроена, или, скорее, деформирована так же, как у слона, сходство с которым было бы еще более полным, будь у моржа также и хобот.

Жорж-Луи Бюффон. Естественная история

Для большинства людей символ Арктики — белый медведь. Его нередко фотографируют на фоне стада моржей. Большие скопления толстых, вальяжных животных рожают иллюзию благополучия, между тем деятельность человека и таяние арктических льдов делает их будущее проблематичным. Ученые всех арктических стран беспокоятся о судьбе моржей. Недавно Фонд дикой природы опубликовал доклад о состоянии моржовых популяций в Арктике (Higdon J.W., Stewart D.B. State of circumpolar walrus (*Odobenus rosmarus*) populations. 2017. Prepared by Higdon Wildlife Consulting and Arctic Biological Consultants, Winnipeg, MB for WWF Arctic Programme, Ottawa, ON. 96 pp.). Авторы доклада сетуют на нехватку знаний о моржах. Их даже не удается толком пересчитать, мало что известно о распределении и перемещениях этих животных, о смертности и ее причинах, о том, когда моржи стареют. Мы не знаем точно, каков их рацион и энергетические потребности. Генетика моржей изучена плохо. При таких пробелах в знаниях трудно сказать с уверенностью, как на моржей повлияют изменения климата и какие условия нужно создать для сохранения вида. Что поделаешь, этих животных трудно изучать, однако многолетние усилия специалистов приносят плоды.

Нырятьщики

Итак, моржи. Сейчас известно три подвида: атлантический *Odobenus rosmarus*, тихоокеанский *O. rosmarus*

divergens и морж моря Лаптевых *O. rosmarus laptevi*. Атлантический и лаптевский подвиды включены в Красную книгу России.

В естественных условиях моржи живут до 30 лет. Размножаются они медленно: беременность длится 15—16 месяцев, и два-три года детеныш остается при матери.

Моржи — стадные животные. Значительную часть года они проводят на движущихся паковых льдах, откуда ныряют на дно за кормом. Основная их добыча находится на глубине менее 100 м. В основном это моллюски и морские черви. Беспозвоночные закапываются в грунт, но моржи чувствуют добычу вибриссами и выкапывают мордой.

Летом, когда льдов нет, моржи перебираются на сушу: на каменистые острова или уединенные пляжи, откуда легко добраться до воды и кормовых участков. К сожалению, мест, удобных для моржей, становится все меньше, потому что их захватывает человек. При этом нагрузка на побережье, возможно, будет возрастать, потому что площадь льдов сокращается и животным придется перебираться на сушу даже зимой. Такая ситуация грозит давкой и истощением прибрежных кормовых угодий.

Потепление климата опасно не только сокращением площади льдов, но и тем, что их граница смещается к северу, дальше от шельфа, на большую глубину. И тут возникает естественный вопрос: а на какую глубину моржи могут нырнуть за кормом? Это расстояние никто не измерял, однако представление о нем

можно составить, исходя из физических параметров животных («Journal of Experimental Biology», 2015, 218, 3319—3329, doi:10.1242/jeb.125757).

Время, которое животное может пробыть под водой, зависит от содержания миоглобина — белка, запасующего кислород в мышцах. Когда кислород кончается, мышца получает энергию в результате гликолиза — бескислородного расщепления глюкозы, при котором образуются две молекулы АТФ. Гликолиз сопровождается синтезом молочной кислоты, закисляющей среду. При низких рН скорость образования АТФ снижается, мышца слабеет и наконец отказывается работать. Поэтому второй ключевой фактор, определяющий время пребывания под водой, — буферная емкость мышц, их способность сопротивляться закислению.

Исследователи выяснили, что средняя буферная емкость моржовых мышц не зависит от возраста, она одинакова и у новорожденных моржат, и у трехмесячных, и у взрослых животных. А содержание миоглобина у новорожденных меньше, но стремительно растет и к трехмесячному возрасту уже составляет 79% от взрослого уровня. Фактически моржи готовы к погружению уже в самом нежном возрасте, однако их нырятельные возможности ограничены небольшими размерами тела.

В начале 1930-х годов швейцарский ученый Макс Клайбер сформулировал правило, согласно которому скорость основного обмена, то есть минимальное количество энергии, необходимое организму для поддержания жизнедеятельности в состоянии покоя, пропорционально массе организма в степени $\frac{3}{4}$. Количество кислорода, которое могут запасти мышцы, тоже пропорционально массе, но с коэффициентом 1. Следовательно, с увеличением массы количество запасаемого кислорода растет быстрее, чем скорость обмена. Соотношение запасов кислорода и скорости его расхода называется аэробным пределом погружения и определяет пищедобывательные способности морских млекопитающих. По мере роста животного предел погружения увеличивается, причем у самцов он

существенно больше, чем у самок из-за выраженного полового диморфизма. У взрослых самцов средняя длина тела 320 см, а вес около 1200 кг. У самок длина 272 см, а весят они всего 800 кг.

Моржи — удивительные животные. Их малыши, в отличие от детенышей других ластоногих, которые долгое время остаются на суше, влезают в воду уже через два дня после рождения и следуют за матерями, их часто даже кормят под водой. Расчеты показали, что новорожденному моржонку запасов кислорода хватает на пять минут, животному двух-трех лет на 9—11 минут, а взрослому на 13—15 минут.

Моржи погружаются со скоростью около 0,8 м/с. Теоретически и самцы, и самки могли бы преодолеть рубеж в 300 м, однако искать добычу им будет уже некогда, да и есть ли там эта добыча? Зато на глубине около 40 м они могут оставаться более 10 минут, а молодые двухлетние животные — около восьми минут.

Эти расчеты совпадают с результатами наблюдений в естественных условиях. Моржей чаще всего видят на льдинах, под которыми не более ста метров, лучше, когда около двадцати. Молодые животные могут даже несколько минут вздремнуть на дне, недостижимые для плохой погоды и белых медведей («Behavioural Brain Research», 2009, 201, 80—87, doi: 10.1016/j.bbr.2009.01.033).

Смещение льдов на большие глубины создаст для моржей серьезные проблемы и обострит внутривидовую конкуренцию за пищу, причем проигравшими окажутся детеныши и самки. Они меньшего размера, а у матерей часть сил уходит на кормление. К тому же время охоты самки ограничено физическими возможностями малыша, если он ее сопровождает.

Будем надеяться, моржам хватит места на берегу и правительства ар-

ктических стран смогут предоставить им территории для лежбищ, рядом с которыми не летают самолеты и не проходят суда, не добывают полезные ископаемые и, конечно, не охотятся. Но этим проблема не исчерпывается: если моржи не смогут нырять со льдов, может существенно пострадать морская биота («Journal of Experimental Marine Biology and Ecology», 2006, 330, 403—419, oi: 10.1016/j.jembe.2005.12.043).

Огородники

Моржа уподобляли и слону, и корове. Точнее, пожалуй, сравнить его со свиной. Дно в местах кормления моржей перепахано вдоль и поперек. В поисках пищи они рыхлят грунт, оставляя огромные борозды до 47 м в длину, 40 см в ширину и 10 см в глубину. Густая щетка вибрисс и чувствительная верхняя губа позволяют им нащупать объект толщиной 3 мм и площадью 0,4 см². Нашарив моллюска, животные высасывают его из раковины. Язык моржа действует как поршень, создавая в ротовой по-



лости отрицательное давление -0,941 бар. Из-за такого способа кормления пасть животных полна песка, и, хотя они глотают добычу не жуя, почти у всех моржей большая часть зубов истерта («Journal of Comparative Pathology», 2016, 155, 242—253, doi: 10.1016/j.jcpa.2016.07.005).

Перелопачивая дно и разбрасывая пустые раковины, моржи изменяют среду, делают ее удобной для личинок беспозвоночных, насыщают грунт кислородом, увеличивают его пористость, освобождают от избытка азотистых

соединений. Питательные вещества падают в толщу воды, создавая условия для жизни планктона.

Не менее пяти месяцев в году моржи проводят на льдинах, проплывая с ними по 9—11 км в день. На этих льдинах они отдыхают, с них ныряют на дно. Период кормления продолжается с перерывами 16—17 часов, в это время они, как челноки, снуют туда и обратно (рис. 1).

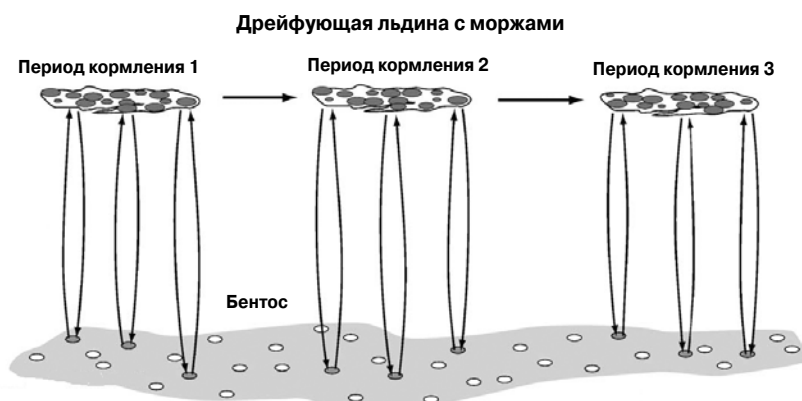
Карлтон Рэй, американский морской биолог, посвятивший изучению моржей более трех десятков лет, подсчитал, что 140 тысяч животных, которые проводят пять месяцев в году на льдах Берингова моря, могут перекопать 3—5 тыс. км² грунта и поднять со дна 650—1000 млн. м³ осадков. Хотя морское дно там рыхлят и другие животные, в том числе серые киты, исследователи полагают, что высокая продуктивность бентоса Берингии — в значительной степени заслуга моржей, которые возделывали этот огород на протяжении тысячелетий. Их усилиями создана мощная кормовая база, позволяющая существовать огромному количеству морских птиц и млекопитающих. Возможно, всего этого не станет, если моржи не смогут на льдинах рассекают по мелководью. А в результате страдают коренные жители, промышляющие охотой и рыбалкой.

Изучение моржей, по замыслу исследователей, должно послужить благом животных, но иногда оно выходит боком. Так, недавно специалисты Службы охраны рыбных ресурсов и диких животных США рассчитали численность тихоокеанской популяции моржей с учетом потепления климата («Marine Mammal Science», 2017, doi: 10.1111/mms.12434). У них получилось, что численность животных либо потихоньку растет, либо стабилизировалась на низком уровне. В ближайшем будущем, которое ученые определили до 2060 года, моржи не исчезнут. На основании этого прогноза правительство США отказалось включать тихоокеанского моржа в список охраняемых видов.



ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

1
Моржи ныряют за едой с плывущей льдины. Темные кружки на дне обозначают изрытые участки дна. Светлые кружки — скопления моллюсков, до которых моржи не добрались



Н. Анина

Война за жизнь

Что произойдет, если пропускать приемы препарата, который положено принимать каждые шесть часов, или наугад экспериментировать с дозой? Ответить на эти вопросы фармакологам помогает математика.

С давних времен люди брали на себя роль Бога, самостоятельно решая, кому стоит жить, а кому нет: посылали молодых здоровых мужчин на войну, сжигали еретиков и ведьм, а также придумывали лекарства, чтобы слабые и больные вопреки природе продолжили свой земной путь. Вряд ли мы когда-нибудь узнаем, кому первому пришла в голову идея полечиться растениями, но она оказалась удачной — во всяком случае, для тех, кто не прогадал с дозировкой. Знания о травах получали методом проб и ошибок и передавали из поколения в поколение. Однако никто не понимал, какое именно вещество, содержащееся в растении, влияет на больного и какой у этого влияния механизм. Эпоха Возрождения подарила нам Парацельса — швейцарского естествоиспытателя, который об этом все-таки задумался. Он утверждал, что врач должен быть не только врачом, но и химиком, чтобы знать состав своего лекарства (хотя сам судил о составах с позиций алхимии, в терминах трех начал всего сущего — соли, серы и ртути). В этом смысле его можно считать основателем фармакологии.

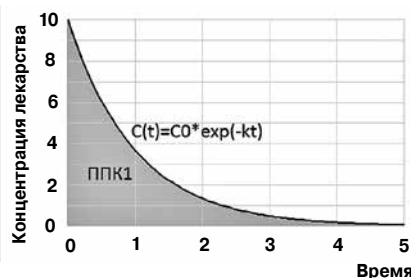
До конца позапрошлого века лекарства готовили из природного сырья; сейчас ему на смену пришел химический синтез, у которого много преимуществ — например, экономичность и возможность подобрать точную постоянную дозировку. Именно синтез дал нам возможность проследить путь отдельных веществ в организме (фармакокинетика) и изучить их биологическое действие на человека (фармакодинамика). Об этих двух разделах клинической фармакологии и пойдет речь.

Если лекарство вводится внутривенно, то оно очень быстро распределяется по кровотоку, а потом постепенно выводится почками и печенью (рис. 1а). Когда мы пьем таблетку или, например, делаем ингаляцию, веществу нужно время, чтобы попасть в кровь, — поэтому его концентрация в крови будет увеличиваться постепенно и, достигнув пика, тоже начнет снижаться (рис. 1б). Кстати, в этом случае даже не все активное вещество

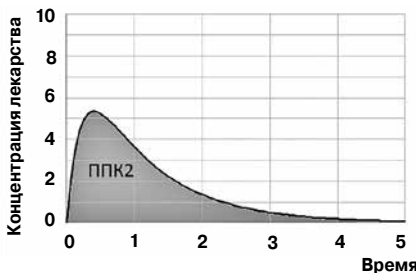


flickr.com/hello marin

всосется в кровь, поэтому при расчете содержания вещества в таблетке важна биодоступность — отношение количества лекарства, которое в кровь все-таки попало, к тому количеству, которое было в таблетке изначально (иначе говоря, к тому, которое мы бы получили, введя лекарство внутривенно). Графически это можно изобразить как отношение площадей под кривыми (см. рис. 1 а, б).



1а
Внутривенное введение



1б
Прием таблетки

Биодоступность = ППК2/ППК1

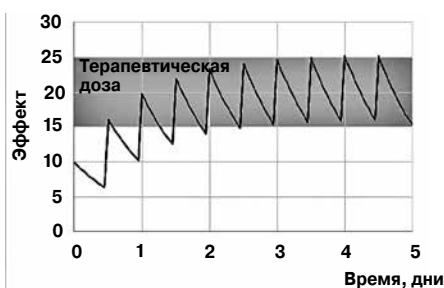
Из организма лекарство выводится экспоненциально:

$$C(t) = C_0 \cdot e^{-kt}$$

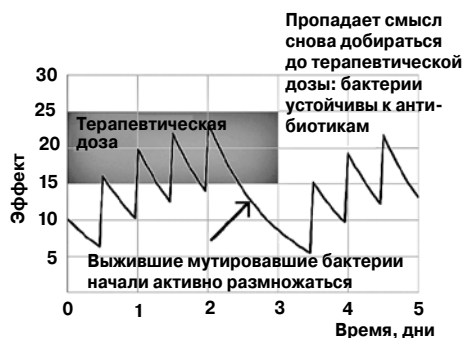
где C_0 — начальная концентрация, k — скорость выведения, t — время. Это происходит потому, что почки фильтруют постоянное количество жидкости в единицу времени: с уменьшением концентрации вещества уменьшается и

скорость выведения. То же и с печенью — при понижении концентрации лекарства снижается скорость ферментативной реакции. Так что какая-нибудь парочка молекул может болтаться в вас еще очень долго, толку, правда, от них будет мало. Поэтому действующее вещество должно поступать в организм регулярно (рис. 2а). Первые несколько приемов идет накопление: лекарство не успевает до конца выйти из организма, а мы добавляем еще и еще, и в какой-то момент концентрация достигает равновесного состояния. Тогда она начинает колебаться в пределах некоторого интервала — терапевтической дозы.

Пропивая курс лекарства, нужно поддерживать его концентрацию постоянной — насколько это возможно; более-менее точно это можно сделать только с помощью капельницы. Так или иначе, концентрация в крови должна варьироваться в пределах некоторого небольшого интервала, и это особенно важно во время приема антибиотиков, потому что... Возьмем некую абстрактную даму — пусть она хороший человек, ответственный работник, любящая жена и мать, но немного безалаберна. Пару дней она принимала какой-нибудь амоксициллин вовремя, а потом забегалась и пропустила два приема. И тем самым приблизила Судный день, потому что те бактерии, которые выжили после первых двух дней приема лекарства, эволюционировали и приобрели устойчивость к антибиотику, пока она снова добиралась до терапевтической дозы (рис. 2). Ученые бьются, создавая все новые антибиотики, которые смогут убивать бактерии, так быстро (не в пример нам) эволюционирующих; гонка все набирает обороты, и еще неизвестно, чем это все закончится — возможно, четыре всадника уже запрягли своих коней, — а какой-то милой даме просто лень было поставить напоминалку на телефон.



2а
Регулярный прием препарата



2б
Приближение Судного дня

Вот так незаметно мы перешли к фармакодинамике. И это прекрасно: выведение лекарства и все, что с ним происходит в организме, пусть остается епархией фармакокинетики, а нам важнее то, что происходит с организмом — как лекарство нас вылечит.

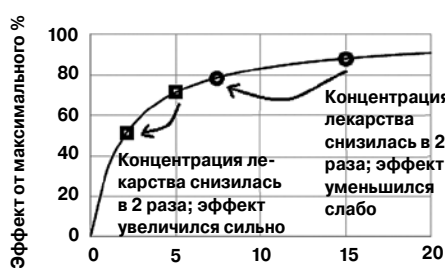
Зависимость лечебного эффекта от дозы индивидуальна, однако для большинства людей терапевтическая доза лежит в известном усредненном интервале — для каждого лекарства он свой. Увеличивая количество действующего вещества, мы усиливаем эффект, но это не может продолжаться до бесконечности: сколько бы мы ни выпили жаропонижающего, до абсолютного нуля наша температура не опустится. Поэтому кривая доза—эффект постепенно выходит на плато (рис. 3а). Характерные показатели для нее — $E_{\max}$ (максимально возможный эффект) и EC_{50} (концентрация, при которой достигается 50% эффекта). Поскольку всякое вещество может негативно действовать на организм, не всегда стоит стремиться к максимальному эффекту: как отмечал тот же Парацельс, лекарство от яда отличается лишь дозой. Оптимальная доза — это баланс между пользой и вредом лекарства. Если же оно не слишком токсично, его можно выпить побольше — тем дольше будет длиться нужное нам действие. Посмотрим еще раз на рис. 3а: если один пациент примет 5 мг лекарства, а другой 15 мг, то сначала эффект будет почти одинаковым. Но через некоторое время, когда концентрация лекарства снизится вдвое (период полувыведения), первая доза станет действовать намного слабее, зато вторая продолжит служить почти в полную силу.

Чтобы лекарство начало действовать, оно должно связаться с клеточными рецепторами. Скорость связывания лиганда (действующего вещества) с рецептором подчиняется уравнению кинетики ферментативных процессов Михаэлиса — Ментен (рис. 3б):

$$V = V_{\max} \cdot S / (S + K_m),$$

где V — скорость связывания, зависящая от концентрации субстрата, $V_{\max}$ — максимально возможная скорость, S — концентрация субстрата (в нашем случае — лекарства), K_m — константа Михаэлиса, равная концентрации субстрата, при которой достигнута половина максимальной скорости связывания.

График для скорости имеет ту же форму, что и график доза—эффект. Это и неудивительно, ведь эффект непосредственно зависит от связывания клеток организма с действующим веществом.



3а
Зависимость доза—эффект



3б
Закон Михаэлиса — Ментен

Агонист — это химическое соединение, которое активирует клеточный рецептор. Он может вырабатываться самим организмом (например, гормоны) или же быть полученным извне — как лекарства. У них бывает самый разный спектр действия: от суперагонистов, которые вызывают очень сильный физиологический ответ, — больший, чем если бы на их месте были родные организму вещества — до обратных агонистов, которые, связываясь с клеточными рецепторами, вызывают соответственно обратный эффект (рис. 4). Пример суперагониста — противораковое средство гозерелин, уменьшающее выработку половых гормонов. Обратные агонисты тоже нужны — ведь бывает, что нам нужно заставить организм что-то делать, а бывает — что-то прекратить, например аллергию. При анафилактическом шоке — очень сильной аллергической реакции немедленного типа — вводят адреналин, который



МАТЕМАТОРЫ

блокирует всасывание вещества, вызвавшего столь бурный ответ организма. В этом случае адреналин действует как функциональный обратный агонист: он вызывает противоположную аллергену реакцию (снимает отек, сужает сосуды, расширяет бронхи), хотя влияет на другие рецепторные системы. Впрочем, это и не так важно, ведь главное — результат.

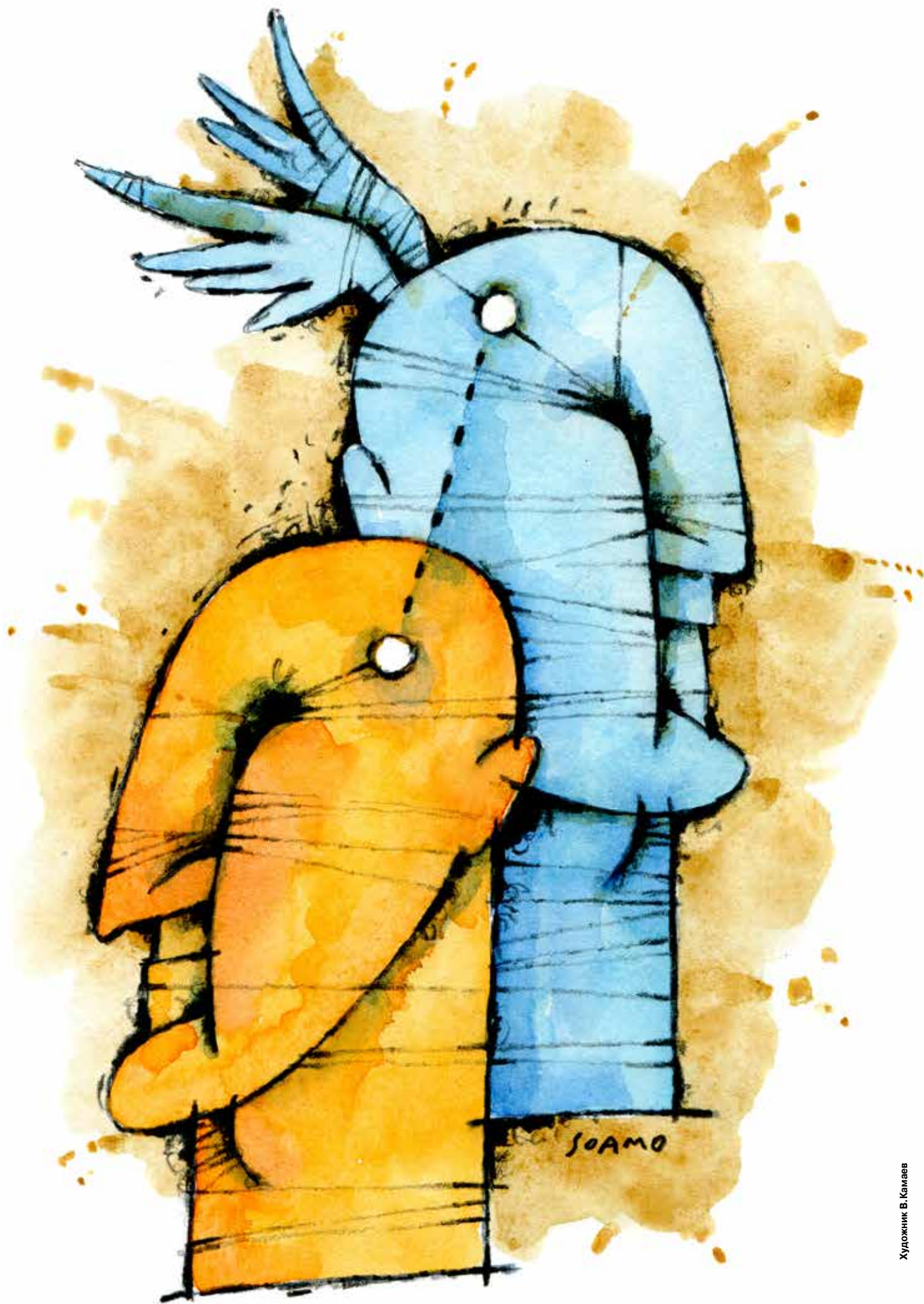


4
Эффективность по отношению к агонисту хозяина

В XXI веке лечение становится более индивидуальным. На глазах прогрессирует фармакогенетика — раздел медицинской генетики, который изучает основы вариабельности эффектов лекарственных средств. Например, почему не у всех наблюдается эффект при приеме усредненной терапевтической дозы препарата — вопрос как раз к этой науке. Новые методы помогут нам точнее подобрать дозы и снизить токсичность лечения.

Буйное развитие фармакологии поднимает новые вопросы, в том числе и этические. Должны ли люди с большей генетической склонностью к болезням платить больше за медицинскую страховку? Может ли работодатель потребовать данные о геноме соискателя? Как учитывать генетические факторы в масштабных клинических испытаниях? И хотя решения этих вопросов неоднозначны и наверняка еще будут сто раз пересматриваться, возвращаться к лечению одними травками как-то не хочется. Ведь в старые добрые времена, когда воспаление легких считалось практически смертельным заболеванием, а сифилис — трудноизлечимым, дожить до старости было немалым везением.

С.Рубина



Интерфейс между идеальным и материальным

Академик РАН

С.В.Медведев



ТЕХНОЛОГИИ

«Мозг против мозга». Так называется замечательная книга Святослава Всеволодовича Медведева, академика РАН, которую выпустило издательство «Бослен» осенью 2017 года. В основу некоторых ее глав легли статьи, написанные автором специально для «Химии и жизни». Это по-настоящему хорошая научно-популярная книга, в ней нет обзоров научной периодики, простого перечисления фактов или плохо пересказанного учебника, а есть интересные интерпретации и обобщения, мысли и небанальные суждения, основанные на богатейшем профессиональном и жизненном опыте автора. С.В.Медведев рассказывает о предмете, который знает досконально, с которым связана его жизнь последние несколько десятков лет. Легко, интересно, с юмором написана эта книга, которая к тому же прекрасно оформлена художниками В.Б.Трофимовым и Л.С.Силениной. Предлагаем вашему вниманию новеллу из книги «Мозг против мозга», но рекомендуем прочитать книгу полностью.

Даже нам, исследователям, изучающим мозг, бывает трудно осознать и до конца поверить, что именно студенистая масса в черепной коробке обеспечивает все богатство нашего внутреннего мира, все разнообразие нашего поведения. Одна из основных задач, стоящих перед Институтом мозга человека, состоит именно в том, чтобы установить, как соотносится идеальное (мысль) и материальное (процессы в мозге, обеспечивающие мышление). И нами, и многими другими учеными показано, что каждому психическому явлению — различным эмоциям, принятию решений, восприятию звука, речи, процессу творчества, наконец — соответствуют вполне определенные перестройки в активности нейронов и связей между ними. Причем это соотношение между психикой и материальным ее обеспечением — дорога с двусторонним движением. С одной стороны, активность нейронов организуется мыслью, а с другой — изменения в активности нейронов могут вызвать изменения в поведении и мыслях человека.

Пример первого: мы можем произвольно менять поведение, думать об одном или другом; это изменяет активность нейронов. Пример второго: изменение активности нейронов (например, под воздействием алкоголя) приводит к явно выраженным изменениям поведения и психики. Таким образом, мы видим не просто корреляцию, а взаимодействие идеального и материального. (Кстати, из предыдущего абзаца прямо вытекает возможность управления поведением человека. Мы обсудим это ниже.)

Мозг человека и представляет собой орган, в котором происходит это взаимодействие, то есть является своеобразным интерфейсом такого взаимодействия. В идеальной сфере мозг руководствуется законами логики, которые допускают далеко не любые операции. Логика тоже бывает разными: существует не только «женская» и «мужская», но также классическая, булевская

и небулевские логики. Законы идеального ограничивают нас не слишком строго: мы способны представить себе очень многое, включая самые невероятные вещи и явления. (Хотя даже в безумии, как хорошо известно психиатрам, есть своя логика.) Существенно более строго ограничивают деятельность мозга его физические и физиологические свойства, а также — физиология организма.

Материальная природа мозга накладывает некоторые жесткие и до сих пор до конца не изученные ограничения на процесс мышления. Так, при стрессе выделяется большое количество адреналина, что резко меняет поведение и влияет на стиль мышления. Человек, который в обычной жизни склонен принимать взвешенные решения, под влиянием стресса, скорее всего, будет мыслить ситуационно. Компьютер не способен делить на ноль: он останавливается и выдает сообщение об ошибке. Точно так же существуют некоторые действия, которые не могут быть приняты человеком не с точки зрения логики, а из-за некой биологически зашитой программы.

Однако, в отличие от компьютера, мозг не останавливает процесс мышления, а пытается преодолеть противоречие, уходя в невроз, или в выдуманный мир, либо просто избегая думать о неприятном. Полицейский, убивший преступника, обязательно должен пройти психологическую реабилитацию. Иначе, несмотря на полное оправдание обществом своих действий, у него может развиваться невроз.

Реакция человека на одно и то же воздействие определяется не только этим воздействием и его местом в логической структуре психики, но также физическим состоянием мозга и тела человека. Существует расхожая версия о том, что на исход как Бородинской битвы, так и битвы при Ватерлоо косвенным образом повлияли недомогания Наполеона, в частности пресловутый насморк в день сражения. Эту версию поддерживают, по понятным причинам, французские историки, но мы рассмотрим ее с физиологической точки зрения. В этом объяснении есть определенный смысл — ведь насморк вызывает гипоксию, кислородное голодание мозга.

Известно, что кислородное голодание снижает остроту мышления, скорость реакции, ясность мышления. Возможно, именно это стало причиной того, что Наполеона не посетило свойственное ему озарение, помогавшее выигрывать другие сражения. На приведенном примере видно противоречие между огромной интеллектуальной мощью мозга и его зависимостью от состояния тела.

В принципе, интеллектуальная мощь настолько велика, что влиянием биологического фактора часто пренебрегают. Человек нездоров, но, преодолевая себя, он берется за работу и выполняет ее. Действительно, в подавляющем большинстве случаев усилием воли можно подавить движения тела и души. Даже у ребенка, когда он хочет конфету и не берет ее без разрешения, происходит самоограничение не только рефлексов, но и безусловных инстинктов. Однако пренебрежение к биологическому аспекту не сразу, но приводит к тому или иному срыву. Ребенок, которому не дают конфеты, рано или поздно «дорывается» до них и объедается до аллергии и высокой температуры. Подавление естественных биологических желаний приводит к неврозам, гипертонии и другим неприятностям.

Из этого следует важный вывод — законы общества должны соответствовать биологическим законам, не вступать с ними в жесткое противоречие. Мысленный пример: если запретить плотскую любовь, то общество вымрет. Казалось бы, это очевидно. Однако, проанализировав сложности, с которыми сталкивались в ходе своей истории различные государства, можно сделать заключение, что эти сложности зачастую были вызваны противоречием между правилами поведения и биологическими особенностями человека.

Общую схему этого процесса можно представить таким образом: с появлением некоторой внешне заманчивой идеи или, к примеру, сверхдоходов, освобождающих их обладателя от каждодневной борьбы за выживание, возникает новая система взглядов или взаимоотношений, которые внутренне конфликтуют с инстинктами. В отношения вносится иная логика.

В качестве примера вспомним прошлое столетие в нашей стране. (Сразу отмечу, что Советский Союз не будет единственным отрицательным примером.) Можно сколько угодно говорить, что советский режим был жестоким или экономически неэффективным. Однако возьмем для сравнения Византийскую империю. Трудно представить себе более жестокий и несправедливый режим. Тем не менее это государство просуществовало тысячу лет и не рухнуло под собственной тяжестью, а было завоевано. Значит, причина развала не в жестокости режима.

Я не экономист и не политолог, поэтому буду рассматривать только биологическую сторону проблемы. В Советском Союзе не социализм как экономическая система, а идеология шла вразрез с основными биологическими инстинктами среднего человека. (Будем говорить именно о среднем, так как гений или дурак могут иметь даже инвертированные инстинкты.) Вспомните, насколько нелогичным было поведение Пушкина, Лермонтова с точки зрения простого человека. В норме каждый человек любит отца и мать больше, чем первого секретаря обкома. Нас же воспитывали на примере Павлика Морозова, предавшего собственного отца. Приоритет общественного (то есть ничьего) перед личным считали важнейшим качеством настоящего советского человека.

Средний человек хочет быть богатым: даже не столько богатым, сколько обеспеченным, чтобы создать хорошие условия для своей семьи и продолжения рода. Это так же естественно, как и любовь к родным. Однако была провозглашена борьба против богатых — не только кулаков, но и середняков. Подобные примеры может привести каждый. Полагаю, что истинной причиной распада страны был именно этот антибиологический курс, причем не собственно социализм, проявлений которого теперь пруд пруди даже в Америке, а «твердый и последовательный» курс Политбюро, запрещающий все попытки заинтересовать производителя материальных благ в результате труда. Средний человек работает, чтобы жить, как животное идет на охоту, когда голодно, и сколько бы вы ни объясняли ему, что работать надо не ради жены и детей, а ради торжества всемирного коммунизма, на биологическом уровне он этого не поймет.

Если бы эти противоречия возникали в компьютере, то мгновенно случился бы сбой программы. Однако в человеческом обществе благодаря колоссальной устойчивости мозга, его гибкости и изменчивости, которые, собственно, и позволили выжить человеку как виду, этот конфликт успешно подавляется и преодолевается — по крайней мере, внешне. Тем не менее он не исчезает и рано или поздно дает о себе знать. Это может проявиться в виде необходимости жестоких репрессий для сохранения статус-кво (вспомните «красный террор»), в виде захлестывающей общество волны насилия и неповиновения и, наконец, в виде резкого ухудшения здоровья людей, увеличения числа неврозов и самоубийств.

Мозг человека — предельно тонко сбалансированное и при этом великолепно защищенное образование. Он рассчитан на долгую жизнь и обладает чрезвычайной надежностью, пока работает в штатном режиме. При выходе из этого режима сначала происходит компенсация. Мы довольно долго не замечаем

никаких изменений. Что это? Образно говоря, мы уговариваем себя, что все образуется. Только используя разработанные в нашем институте методы слежения за так называемыми сверхмедленными процессами головного мозга и организма, можно заметить, что режим работы мозга уже не штатный, а аварийный.

Приблизительно так же любящая жена замечает изменения в отношениях (муж начинает много курить, становится задумчив) и озабоченно спрашивает мужа, все ли в порядке. Рано или поздно происходит декомпенсация, зачастую резкая и внешне необъяснимая; на пустом месте возникают скандал, истерика, гипертонический криз.

В компенсированном мозге существует приблизительное равновесие между положительными (отражают негативные эмоции) и отрицательными (позитивные эмоции) сдвигами потенциалов. При усилении позитивных потенциалов мозг сначала пытается компенсаторно усилить негативные. Когда ему это уже не удастся, негативные потенциалы исчезают и весь огромный накопившийся потенциал негатива выплескивается наружу.

Разумеется, из всякого правила есть исключения. Гений способен без чрезмерного напряжения показывать результаты, далеко превосходящие средний уровень, зато человек с низким IQ, как правило, невероятно устойчив в неблагоприятных условиях. Однако даже у дурака есть эгоизм, привязанность к близким и понимание приоритета семьи.

В начале эры электронно-вычислительных машин отмечалось так называемое бешенство программистов: тихий, спокойный математик хватал стул и запускал им в монитор ЭВМ. Оператор не выдерживал диалога с искусственным интеллектом; так проявлялась своего рода психологическая несовместимость. ЭВМ вела себя как чрезвычайно занудный, строгий и не обремененный хорошими манерами фельдфебель: «Не положено, и всё!» Вполне закономерно у человека появлялось желание ответить агрессией. Этот пример интересен тем, что с бешенством программистов быстро научились справляться. Программы диалога стали подчеркнуто вежливыми, дружелюбными, подсказывающими возможные выходы из тупика.

Все это хорошо понимают исследователи психологии оператора. Эта область психологической науки, образно говоря, занимается тем, чтобы работник на атомной станции не сошел с ума от перенапряжения и груза ответственности, а пилот истребителя-бомбардировщика чувствовал себя удобно и комфортно, наводя ракеты с напалмом на цель. Всем очевидно, как важно в экстремальной ситуации соизмерять вероятные нагрузки с возможностями человека. Однако когда дело касается всей системы взаимоотношений в обществе, об этом, как правило, не задумываются.

Приоритет идеологии над биологией, искусственной морали над первичными инстинктами до сих пор неявно постулирован. Гражданин обязан подчиняться правилам социальной жизни, иногда довольно сложным. Хорошо, если они не противоречат биологической норме. В противном случае в обществе нарастает напряженность.

В любой стране есть масса таких противоречий. Далеко не все законы логичны и у нас. Можно найти множество несообразностей. Но из-за неприятия этих нелогичностей в человеке зреет раздражение, которое может вылиться во взрыв по какой-то маловажной причине.

Здесь важно подчеркнуть два обстоятельства.

1. Очень долгий период компенсированного развития заболевания, когда болезнь уже началась, но внешне не проявляется. Истощение резервов можно зафиксировать только при специальном исследовании.

2. Болезненные реакции могут проявляться даже при небольших сдвигах равновесия — как в биологическом организме, так и в обществе.

Я не философ и не историк, поэтому прошу прощения за возможные неточности в формулировках, но мне кажется, что основной причиной неурядиц в России во все времена

была высокая духовность как всего народа, так и отдельных его представителей. Во имя торжества идеи выстраивались системы отношений, которые приводили к сложностям как экономического, так и политического характера.

Впрочем, это характерно не только для нашей страны. С учетом всего сказанного очевидно, что американское общество ожидает серьезный кризис, который наступит не скоро, но неминуемо. Причина кризиса — система моральных ценностей, антибиологичность которых очевидна. (Вспомним фильм «Солдат Джейн»: девушка, которую играет Деми Мур, хочет стать десантницей и ни в чем не уступать крутым парням. Смотреть этот фильм физически неприятно, но это одна из американских героинь.) Между тем мужчина и женщина биологически не могут быть равными. Разумеется, они должны иметь равные социальные права и т. п. Но пропаганда идентичности, взаимозаменяемости полов — предвестник кризиса именно в силу своей полной антибиологичности. Удивительно, что еще не создано американское объединение мужчин, кормящих грудью. Богатая Америка может долго компенсировать кризисные явления, но если их не устранить, то произойдет декомпенсация.

В благополучной Швеции, где уровень социальной защиты почти освободил людей от страха потерять рабочее место, у граждан появляется множество хобби и снижается интерес к работе. Все большее распространение получают браки без регистрации, без каких-либо взаимных обязательств. Брак как экономический институт становится ненужным. Появляются демографические проблемы; бездетность уже не синоним беспомощной старости.

Повторим еще раз: человек работает во имя биологически обусловленной цели (выживание и комфорт для себя и семьи). Эту цель можно отобрать у человека многими способами. Можно показать ему, что, как бы он ни старался, честным трудом денег не заработаешь. А можно, наоборот, поставить его в условия, когда безбедное существование обеспечено вне зависимости от того, работает он или нет. (Во многих странах пособие по безработице выше, чем минимальная зарплата, и если потеряешь работу, то тебя защитит масса программ.) Отсутствие же цели неизбежно приводит к криминализации общества, наркомании, сексуальным расстройствам, то есть — к девиациям. Можно сказать, что общество, построенное с нарушением базовых инстинктов, обречено.

Так что же, культурных людей неизбежно будут побеждать варвары, которые руководствуются грубыми инстинктами — будь то соперничество между странами, внутри страны или внутри одного человека? Неужели духовность обречена на проигрыш в борьбе с инстинктами? Очевидно, правильный ответ на этот вопрос — «Да». Нужно иметь очень сильную волю, чтобы победить варвара в себе. Нужно быть богатым, чтобы не предавать свои идеалы. Таких мало. Большинство идут на компромисс. А варвар не знает ни чести, ни компромисса — и побеждает. Но если вдуматься, это совсем не грустно. Зачастую, когда мы говорим о бездуховности или аморальности, мы смешиваем два разных понятия: отсутствие этих качеств — и другие духовность и мораль. На самом деле в нынешнем мире побеждает не общество грубых солдат и варваров, а общество, в котором наиболее гармонично сочетаются система человеческих отношений и морали, их физиологичность и уровень развития производительных сил.

Можно сказать, что мораль — это отражение физиологии человека, уровня производительных сил и структуры социальных отношений. Причем мораль, как правило, запаздывает в своем изменении по сравнению с тем, что она отражает. Изменение всей системы семейных отношений является прямым следствием занятости женщин и, как ни странно, появлением посудомоечной машины. С одной стороны, у женщины есть деньги, которые она зарабатывает, с другой — малая механизация и полуфабрикаты дают ей время. Но предпосылки появились относительно давно, а терпимое отношение к разводам — относительно недавно.



Раньше семья была крепостью. Она защищала женщину и детей, гарантировала родителям достойную старость. Надо было иметь много детей, чтобы хоть некоторые выжили. Женщина стала зарабатывать не меньше, а иногда и больше мужчины. Исчезло разделение на мужской и женский труд в семье. Сравнивая, сколько сил мне стоила маленькая дочка, с тем, сколько она затрачивает на внуков, я вижу огромную разницу. Поэтому исчезло вековое разделение ролей мужчины и женщины в семье. Часто брак становится ненужным. Помню, как 25 лет назад меня поразил рассказ одной шведки о том, что ее дочь живет с кем-то и не думает о браке, а для нее это уже стало нормальным. Сейчас это пришло и к нам.

Мы привыкли считать, что высокие моральные принципы одинаковы для всех. Но очевидно, что это не так. Мусульманин сохраняет полную респектабельность, имея четырех жен, и удивляется распутному поведению европейцев. Между тем физиологически многоженство вполне оправданно. Наше предубеждение против него коренится, скорее всего, в европейском пути развития, в нашей истории. Когда я начал в перестроечные времена выезжать за границу, то наделал массу ошибок, так как имел абсолютно смещенное представление об американцах. Только в середине 90-х я начал внутренне принимать их образ мышления. Например, когда меня пригласили в ресторан на Центральном вокзале Нью-Йорка, я в первый момент был шокирован и даже обиделся, услышав, что это один из привилегированных ресторанов города. Исходя из нашей пропаганды, я считал, что американцы «пьют и разлагаются», и был совсем не готов к встрече с пуританской страной.

Может быть, не в последнюю очередь наши политические противостояния связаны именно с непониманием стиля мышления. Сознательно не привожу примеров, так как избегаю политики. Но сколько мировых конфликтов обусловлено не объективными причинами, а исключительно оскорбленным самосознанием! Законы мозга допускают различные идеологические или моральные реализации. Они не допускают только то, что им противоречит.

Я настроен оптимистично. Сейчас, понимая и резервы мозга, и соотношение между идеальным и биологическим, можно избежать напряжения, декомпенсации. Раз существуют простые эффективные приемы сохранения работоспособности и предотвращения нервного истощения для отдельно взятого человека-оператора, то должны быть разработаны подобные меры для общества. Некоторые из них давно известны (например, спортивные зрелища). Кроме того, и это очень важно, многие идеологии, в том числе капитализм и социализм, допускают различные реализации, среди них есть и такие, которые не конфликтуют с биологическим «каркасом». Задача политиков и ученых — находить именно такие возможности. Безусловно, в этом поиске помогут дальнейшие исследования мозга человека.



В помощь сонетологу

В современной российской научной и образовательной практике существует и быстро набирает популярность кейс-метод, или метод ситуационного анализа, метод конкретных ситуаций. Метод имеет несколько жанровых модификаций, связанных с местом и временем их возникновения, но обязательно предполагает наличие обязательных составляющих: исследование реальной или приближенной к реальной ситуации, формулирование и разбор сути проблемных полей, концентрацию на ключевой проблеме, формулирование полей возможные задач и решений, выбор из них субъективно лучшего решения с возможным обоснованием. Кейсы, написанные их авторами, как правило, основываются на фактическом материале или же приближены к реальной ситуации. При этом часто кейс описывает сложные и противоречивые, порой намеренно или ненамеренно запутанные и искаженные ситуации, имеющие очень высокий уровень неопределенности. Поэтому нужно уметь оценивать текст кейса с тем, чтобы обеспечить качественное формулирование проблематики дальнейшего исследования ситуации.

Искусство смыслового толкования сложных литературных и не только литературных (например, законодательных) текстов известно с незапамятных времен. Инфографика — смысловое картографирование сложных текстов, содержащих в себе проблемные ситуации, — задача нетривиальная. Можно выделить четыре уровня понимания и толкования текста: простой смысл, прямое значение; более глубокий, аллегорический смысл; совмещение нескольких толкований; тайный, мистический смысл.

В этой статье для первого, простого уровня рассмотрим инструмент, позволяющий проводить анализ и картографирование (построение смыслового картоида) сложного литературного текста. Для этого очень удобны сонеты Шекспира. Они по своей сути — целостные и небольшие по объему кейсы, с четкой в 12 строк структурой описания противоречия и драматическим прогнозом в последних двух строчках. Рассказ от лица участника коллизии, как правило, автора, делает обсуждение сюжета сонета объемным, многослойным и поэтически многозначным, а иногда и неоднозначным для перевода на другой язык, иногда с существенной потерей значимых смыслов. Как этого избежать или хотя бы минимизировать потери?

Сонетология — переводы, изучение и трактовка сонетов Шекспира — предмет увлечения бесчисленных интерпретаторов. Великие поэты, выдающиеся переводчики-профессионалы — Н.В. Гербель, М.Л. Лозинский, С.Я. Маршак, Б.Л. Пастернак, О.Б. Румер, К.К. Случевский, С.А. Степанов, А.М. Финкель, Н.А. Холодковский, Т.Л. Щепкина-Куперник и сотни безвестных любителей — все они старались сохранить образы, смыслы и чувства, заложенные в английском тексте. Русские тексты получались разными, порой в них почти не встречается одинаковых слов. Возьмем как пример переводы 51-го сонета Самуила Маршака и Модеста Чайковского:

*Так я оправдывал несносный нрав
Упрямого, ленивого коня,
Который был в своем упрямстве прав,
Когда в изгнание шагом вез меня.
Но будет непростительным грехом,
Коль он обратно так же повезет.
Да поскачи на вихре я верхом,
Я думал бы: как тихо он ползет!
Желанья не догонит лучший конь,
Когда оно со ржаньем мчится вскачь.
Оно легко несется, как огонь,
И говорит ленивейшей из кляч:
— Ты, бедная, шажком себе иди,
А я помчусь на крыльях впереди!*

*Любовь так может извинить коня,
Когда он медлит, друга покидая:
К чему спешить, от счастья уезжая?*

*До возвращенья спешка не нужна.
Но как вину коня тогда простить,
Когда стрела покажется мне клячей?
Тогда сам ветер буду шпорить, бить,
Весь окрыленный спешностью горячей.
Коню ли переспорить вождельенье?
Оно, как плод любовного огня,
Заржет громчей коня в своем стрем-
лении.*

*Но за любовь любовь простит коня.
Ведь медлил он, с тобой разлуку чуя,
Помчась к тебе, его освобожу я.*

Допустимо ли такое разнообразие переводов? Имеет ли вообще решение задача передачи смыслов, сформулированных в одном культурном коде, читателю, воспитанному в совсем другом коде? На эту тему не одно столетие ведутся ожесточенные споры. Попробуем вывести критерий соответствия, для чего проведем своего рода препарирование текста, составим эмоциональный и смысловый образ стихотворения. Таким образом можно вычлени из него инвариант, не зависящий от культурного кода, и превратить сонет в своеобразный мем, иероглиф, так называемый картоид, понятный большинству людей, обладающих средним общедоступным образованием.

Из теста сонета легко выделить основные его параметры, которые можно собрать в таблицу и изобразить на рисунке.

Такое картирование — инструмент для ситуативного анализа сонета Шекспира; он позволяет описывать развитие и разрешения личностных проблем персонажей. Если взять шире, то инструмент дает возможность проводить анализ и ментальное картографирование любого сложного литературного или социально-экономического текста.

Обсуждение коллизии (затруднения, боли) сонета удобно формулировать в терминах так называемой метрики ресурсов. Ее укрупненно можно разделить на две части — метрики ресурсов физических (материальных) и метрики ресурсов психологических (нематериальных). Метрики физических ресурсов, в свою очередь,

«Прими касторку чудную...»

Некоторые продукты знамениты не столько вкусом или питательностью, сколько лекарственными свойствами, настоящими или мнимыми. О них мы расскажем в нашей новой рубрике.

В 1896 году на премьерном показе в Александринском театре провалилась чеховская «Чайка». Антон Павлович переживал, конечно, но знал, как вернуть душевное равновесие: «Дома у себя я принял касторки, умылся холодной водой — и теперь хоть новую пьесу пиши». Чехов вообще касторку почитал и следил, чтобы домашние запасы не оскудевали.

Касторовое масло отжимают из семян клещевины *Ricinus communis*. Это тропический кустарник, достигающий в высоту 6—9 м. В умеренном климате его выращивают как однолетник. Клещевину отличают очень крупные, рассеченные листья, соцветия, состоящие в нижней части из мужских цветков, а в верхней из женских, и плоды — шипастые коробочки, зеленые или красные, в каждой по три семечка. Семена напомнили кому-то клещей, отсюда и название растения. *Ricinus* по латыни «клещ», а *communis* означает «распространенный»: клещевина встречается во многих частях света. Это единственный представитель рода, но у него 22 подвида и варианта, а также есть декоративные сорта.

Ежегодно на плантациях Индии, Бразилии и Китая собирают до миллиона тонн семян клещевины. В них около 50% масла и 18% белка, углеводы, фосфор и кальций, однако ни в пищу, ни на корм скотине они не годятся, поскольку содержат токсины.

Самый ядовитый из них — белок рицин. Его в семенах около 5%. Он состоит из двух цепей, А и В, соединенных дисульфидной связью. В-цепь связывается с гликопротеинами и гликолипидами на поверхности клетки и облегчает проникновение рицина внутрь. Там А-цепь обратимо взаимодействует с рибосомой, подавляя синтез белка, и вызывает гибель клеток. Однако пищеварительные ферменты до некоторой степени разрушают токсины, поэтому он гораздо опаснее, если не глотать его, а вдыхать. Во время Первой и Второй мировой войн рицин даже исследовали как потенциальное оружие. (Подробнее об этом токсине см. «Химию и жизнь», 2003, 3.) Другой белок не столь ядовит, он гемагглютинин, то есть вызывает слипание эритроцитов. Есть еще рицинин — алкалоид средней токсичности, который присутствует во всех частях растения. В семенах его примерно 0,2%. Рицинин действует подобно цианидам — останавливает дыхание.

Семена содержат и другие компоненты: жирные кислоты, флавоноиды и сапонины, ядовитые для бактерий, вирусов, грибов, беспозвоночных и позвоночных. Так что в нашем непростом мире клещевина чувствует себя достаточно защищенной.

Внешняя оболочка семян не переваривается: проглоченные, они просто пройдут через кишечник, и токсины в организм не попадут. Но от 8—10 раздавленных или разжеванных семян люди умирают через несколько дней. В наше время отравление клещевинной происходит в основном случайно, когда семена используют для самолечения. Специального противоядия нет, и отравления лечат промыванием желудка, активированным углем, ставят капельницы. Выздоровление занимает несколько дней.

Бразильским ученым удалось получить трансгенные растения с неактивным геном рицина, и они надеются вывести новый сорт клещевины, безопасный для фермеров.



Касторка токсинов не содержит: рицин и гемагглютинин не растворяются в воде и разлагаются при высокой температуре, поэтому в масло, которое получают горячим отжимом и экстракцией, не переходят. Рицинин нельзя инактивировать нагреванием, его из касторового масла специально экстрагируют.

Касторовое масло желтоватое, очень вязкое, не летучее и не высыхающее. Оно содержит 4% линолевой кислоты, 3% олеиновой, 1% стеариновой и менее 1% линоленовой. Все остальное приходится на рицинолеву кислоту. Это мононенасыщенная жирная кислота из 18 атомов углевода, к 12-му атому присоединена гидроксильная группа, благодаря которой рицинолеву кислоту можно модифицировать. Из ее производных делают биодизель, смазочные масла, лаки и краски, полимерные материалы и мази — вязкий сульфат рицинолевой кислоты прекрасно ложится на кожу. Касторовое масло — одно из древнейших поверхностно-активных веществ. Рицинолеву кислоту широко используют в косметической и парфюмерной промышленности, иногда она заменяет кастореум (бобровую струю) — продукт пахучих желез бобра. Бобр по латыни *castor*, отсюда и касторка. За последние 25 лет потребление касторового масла увеличилось на 50%, его производство превысило полмиллиона тонн, однако не успевает за спросом.

Но для нас касторовое масло прежде всего лекарство. Клещевина — одно из старейших лекарственных растений, известное еще в Древнем Египте более 3500 лет назад, и до сих пор его используют и в народной, и в официальной медицине. Врачи назначают касторку как слабительное (сила действия зависит от дозы) и как средство для стимуляции родов; однако этот метод не очень популярен из-за сопутствующей диареи, истощающей пациенток.

Несмотря на древние традиции использования касторки, механизм ее действия до недавнего времени оставался неизвестным. Полагали, что рицинолевая кислота абсорбируется на стенках кишечника или изменяет ультраструктуру кишечных ворсинок, что вызывает сильный слабительный эффект. Однако действие касторки неожиданно оказалось более специфичным. В 2012 году немецкие исследователи, работая с мышами, показали, что рицинолевая кислота активирует простагландиновый рецептор EP₃ в гладкомышечных клетках кишечника и матки, вызывая их сокращения. Мутантных мышей, лишенных EP₃, касторкой не прослабит.



Художник П. Перевезенцев



ПАНАЦЕЙКА

Вообще, исследования эффектов и механизмов действия касторки только начинаются, и проводят их на животных. А люди пока пользуются рецептами, многим из которых уже не-сколько тысяч лет.

Касторовое масло — не только слабительное. Оно помогает избавиться от ленточных червей. Его закапывают в глаза при конъюнктивите (об этом еще Геродот писал), смазывают кожу при кожных инфекциях. Масляные припарки заживают потрескавшуюся кожу на ногах.

Касторка избавляет от боли при артритах, пяточных шпорах, мигриях. На больное место накладывают масляный компресс, а сверху помещают грелку. Высокая температура помогает маслу проникнуть в воспаленные ткани и суставы. Горячий компресс, помещенный над желчным пузырем, смягчает боль от желчных камней. От болей в животе избавляются, втирая масло в кожу над проблемным местом. Это хорошее средство для младенцев, которых мучают газы. Касторовое масло помогает при заживлении ран и фурункулов, обладает антибактериальным действием. Исследователи доказали, что оно эффективно против золотистого стафилококка, синегнойной палочки, фекального энтерококка, стрептококка — возбудителя карбункула. А для снотворного действия на ночь следует потереть касторкой кожу над веками.

К сожалению, у масла неприятный вкус. Отчасти проблему решают капсулы. Если их нет, масло советуют пить с теплым молоком или свежим яичным желтком.

На Востоке лечатся не только маслом клещевины. Водный экстракт коры обезболивает при ожогах и повреждениях тканей. Ответственными за этот эффект могут быть сапонин, стероиды и алкалоиды, присутствующие в растении.

Водный экстракт высушенного корня пьют для лечения диареи, язвы желудка и желудочных болей, он помогает изгнать кишечных паразитов. Экстракт из стеблей и листьев — слабительное и мочегонное. Настой листьев — наружное средство от шистосомоза, паразитарной инфекции, вызываемой кровяными сосальщиками (трематодами). Черви вызывают дерматит и сыпь, которые и используют настоем. Из листьев делают припарки на язвы и фурункулы.

Японцы используют водный экстракт семян как средство для роста волос, а на Филиппинах семенами натирают подошвы, чтобы ускорить роды или выход плаценты. Семенами, прокипяченными в молоке, лечат люмбаго.

Возможно, клещевина станет эффективным антидиабетическим препаратом. Экстракт корня, который давали в течение 20 дней больным крысам, повлиял на уровень глюкозы в крови, содержание липидов, работу почек и печени.

А семена клещевины все-таки едят! В Нигерии выращивают малотоксичную разновидность, семена которой после соответствующей обработки годятся в пищу. Зрелые сухие семена собирают, очищают и варят несколько часов. Затем воду сливают, семена тщательно промывают и измельчают в ступках. Смолотое семя заворачивают в чистые листья подорожника и оставляют на 15—30 дней для ферментации. Полученную кашку добавляют во многие блюда как специю или приправу.

Н. Ручкина



Зеленый Колдун

Ольга Рэйн



ФАНТАСТИКА

Мальчик Джонни был ясноглазым, темноволосым и очень смелым. Он не боялся ни вампиров, ни львов, ни мумий, ни призраков, ни того, что мама будет сердиться. Вампиров выдумали пугливые средневековые люди, Брем Стокер и девчонки, вздыхающие по «Сумеркам». Львы в Англии за пределами гербов и зоопарков не водились, да и вообще хищника крупнее лисицы было не найти. Мумий он видел в музее, и ему от них было не страшно, а грустно — казалось, что они были мертвы сильнее, чем это вообще возможно для человека, и так долго, что в голове не укладывалось. Призраки были вообще нестрашные: ну подумаешь, у людей тут дела остались недоделанные; если бы они к Джонни обратились, он бы им с радостью помог — весточку там передать или клад найти. Лучше бы клад, конечно.

А мама... ну что — мама. Мама на Джонни сердилась часто.

— Тебе уже двенадцать лет, Джонни, а ты не можешь плиту включить и яичницу себе пожарить, — говорила она, вздыхала и сама готовила ему завтрак.

— Ты уже в восьмом классе, Джонни, а все читаешь комиксы и математикой совсем не занимаешься, — ворчала мама, но дневник подписывала и денег давала и на комиксы, и на Макдоналдс.

— Ты уже такой большой, Джонни, а совсем мне не помогаешь... — грустно говорила мама, но Джонни пожимал плечами, включал на компьютере игру Майнкрафт и отворачивался к монитору; ему было неприятно, что мама обижается, но играть хотелось сильнее, чем пылесосить. Джонни оборонялся от зомби и скелетов, чуть морщась от гудения пылесоса за дверью и звона посуды на кухне.

Мама же все равно его любила, он знал, так зачем было напрягаться?

Однажды Джонни возвращался из школы, пиная опавшие мокрые листья вдоль дороги. Осень в этом году была поздняя, красивая, воздух пах дымом и мокрым асфальтом. Вдруг из кучи листьев от его пинка вылетела пустая бутылка от колы, завертелась на дороге, ударилась о бордюр.

Джонни поднял ее, чтобы бросить в урну — он не любил, когда мусорили, — и вдруг заметил под закрученной пробкой большое зеленое насекомое очень странной формы: то ли муха, то ли мотылек. Джонни прищурился, но разобрать было трудно — бутылка запотела. Он открутил пробку и встряхнул бутылку — еще не хватало обрекать насекомое на мучительную смерть, пусть летит. Пластик задрожал в его руке, муха вырвалась из горлышка с ревом реактивного двигателя и исчезла с громким хлопком. Джонни так отбросило на тротуар, что он с минуту сидел, потирая спину и недоуменно глядя на открытую бутылку в руке, на стаю ворон, поднимающуюся с окрестных крыш, и на мужика, упавшего с велосипеда в нескольких шагах от него.

— Что это было? — спросил велосипедист, поправляя шлем.

Джонни пожал плечами и наконец закрыл рот. Бутылку он донес до урны в вытянутой руке и опустил туда с величайшей осторожностью.

Вечером пришла мама, лицо у нее было бледное, она то и дело массировала виски.

— Голова очень болит, — сказала она. — Я таблетки выпила, пойду спать пораньше. Ты долго не сиди за игрой, ладно?

Джонни рассеянно кивнул — зомби атаковали его со всех сторон и утробно рычали. Мама чмокнула сына в макушку, вздохнула и ушла в свою комнату. Джонни пошел спать лишь после того, как основательно исследовал запутанную старую шахту — там нашлось много добра, полезного в майнкрафтовом хозяйстве, включая два алмаза.

Уснул он быстро и тут же оказался в большой пустой комнате.

У окна стоял высокий старик в черно-зеленом плаще и смотрел на ночное небо сквозь изгибы кованой решетки. Пахло яблоками и дождем. Было очень тихо.

— Ну вот и ты, мой спаситель. — Старик обернулся к Джонни. Глаза у него были темные, блестящие, очень цепкие, а вышивка плаща напоминала крылья какого-то насекомого... даже очень конкретного насекомого — того самого, из бутылки. Старик улыбнулся и кивнул.

— Вижу, ты меня узнал. Пять долгих дней я томился во вместилище страданий, обманом заточенный своим исконным врагом, колдуном ААА. Запасы воздуха подходили к концу. Не было ни воды, ни пищи, ничего, кроме нескольких капель какой-то сладкой бурды на дне фляги. Что это было, кстати? Запиши мне, пожалуйста, название — я прирастался. Ты спас меня, отважный юноша, и я рад объявить о начале твоих испытаний.

Джонни часто видел странные сны, а спорить совсем не любил, поэтому кивнул, взял со столика листок и карандаш и написал название напитка.

— Пейте охлажденным.

— Благодарю, — кивнул старик; он прищурился на пространство у стены, под его взглядом там сгустился большой холодильник с зеркальными дверцами и тихо заурчал мотором.

— Я вижу в твоих смысленных глазах множество вопросов, мой юный друг, — продолжил волшебник (после появления из ниоткуда холодильника вопросов о том, кто такой этот старик, у Джонни не осталось). — Так вот: темой наших испытаний станет страх. Именно этим чувством я был столь мучительно томим во время своего заточения. Три ночи подряд, Джонни, я буду посылать тебе все более страшные, ужасные и омерзительные сны. Чтобы прекратить любой из них, тебе стоит лишь позвать меня простым стишком... — Он на секунду задумался. — Вот:

*Зеленый Колдун,
Зеленый Колдун,
Я слишком боюсь,
Уже я сдаюсь.*

Джонни скептически нахмурился, но из вежливости промолчал.

— Да, — сокрушенно кивнул старик, — стихи у меня так себе. Но они сработают, поверь. Как только ты их скажешь, страшный сон тут же прервется, ты спокойно проспишь до утра и больше никогда обо мне не вспомнишь.

— А если я выдержу все три ночи? — спросил Джонни.

— Тогда я, Зеленый Колдун ЕЕЕ, исполню любое твоё желание, — торжественно пообещал старик. — Любое. Самое волшебное, самое невозможное. Можешь просить все, что хочешь.

— Пятьсот триллионов фунтов? — уточнил Джонни.

— Легко, — кивнул старик. — С возможным пересчетом в любую валюту. Сразу или частями.

— Живого динозавра?

— Ну-у... — Колдун помялся. — Геном в полном объеме так и не был восстановлен: информационные лакуны... Но да ладно. Какого-никакого сделаем!

— Собственную вселенную? — выдохнул Джонни. — Чтобы я в ней мог что угодно строить, создавать и всем управлять, как в Майнкрафте?

— Хе-хе-хе, — засмеялся волшебник, открыл холодильник и достал оттуда бутылку колы. — То есть ты, дружок, думаешь сам стать колдуном? Не просто удачливым добросердечным мальчиком, а Джонни-волшебником? Колдуном ИИИ?..

— Джонни, просыпайся, — тихо сказала мама и потрепала его по волосам.

Джонни сел в кровати, как и не спал (что за сон дурацкий!), щелкнул выключателем. Мама ойкнула от яркого света и сощурилась.

— Мам, ты чего? — спросил Джонни, вдруг понимая, что мама совсем бледная, под глазами у нее темные круги, а сами глаза красные и какие-то затравленные, как будто мама всю ночь брела сквозь боль и усталость.

— Не знаю, — сказала мама и осела на пол, как кукла. Затылком ударилась о ковер — бум! Джонни вылетел из кровати, словно ядро из пушки. Мама лежала с закрытыми глазами и дышала очень медленно.

Джонни вызвал скорую. Подложил маме под голову свою подушку. Принес стакан воды, поставил рядом — вдруг мама очнется и сразу попросит пить, в кино все всегда просили. Прошло две минуты сорок секунд, скорая все не ехала. И тут Джонни вспомнил про колдуна и странный сон и чуть не рассмеялся от облегчения — это же все неправда, он спит, колдун его испытывает. Нужно просто сдаться и отказаться от желаний. Огромного богатства было жалко, да и на динозавра были планы, но ничто — Джонни посмотрел на мамино бледное лицо, — ничто не стоило такого липкого страха и такого беспомощного ужаса, которые он сейчас испытывал.

*Зеленый Колдун,
Зеленый Колдун,
Я слишком боюсь,
Уже я сдаюсь...*

Джонни шептал и шептал дурацкий стишок до самого приезда скорой — ничего не менялось, мама не открывала глаз. Это был не сон.

— Мы забираем ее в больницу, — сказал молодой хмурый парамедик. — Тебе есть кому позвонить? Звони отцу, потом вместе приедете: твоей маме каждая минута дорога.

И они уехали с сиреной и мигалками. Джонни остался сидеть на полу перед подушкой, на которой был отпечаток маминой головы. Один в пустом доме, в короткой пижаме с динозаврами, с телефоном в руке.

Папа приехал через полчаса, небритый, взволнованный и в разных ботинках.

— Как она? Что случилось? — Он спрашивал и спрашивал, а у Джонни не было ни одного ответа.

Папа обнял его крепко-крепко и похлопал по спине.

— Давай одевайся, — велел он. — Поехали узнавать.

В машине Джонни все смотрел в окно, не на папу. Почему-то ему казалось, что если бы папа от них не ушел, а по-прежнему каждый вечер открывал дверь и кричал: «Привет, семья!» — веселый, громкий, любимый, — то и с мамой бы ничего не случилось, он бы ее защитил. Но папа вот уже три года жил на другом конце города, а Джонни ездил к нему только на выходные и неохотно знакомился с его часто меняющимися подружками. Папа вел машину молча, то и дело вздыхая. Возможно, он тоже об этом думал.

День в больнице запомнился Джонни, как россыпь картинок из комикса.

Вот они ждут в большом зале с рядами кресел. Маленький мальчик в игровом углу возит по полу яркий паровоз — одной рукой, потому что вторая замотана бинтом. «Дверью прищемило», — рассказывает всем мама мальчика. «Ту-туу», — говорит мальчик, поднимает голову и смотрит прямо на Джонни. У него ярко-зеленые глаза.

Вот папа разговаривает с врачом, потом идет к торговому автомату и бросает монетки, чтобы взять бутылку воды. Монетки застревают, папа бьет по автомату обеими руками и что-то кричит в потолок, потом замолкает на полуслове и закрывает лицо рукой. Бутылка воды выпадает из недр автомата мимо лотка, катится по полу к Джонни. У нее зеленая этикетка.

Вот они идут обратно к машине через парковку — к маме их так и не пустили. У папиной машины стоит сумасшедшая старуха в зеленом берете. Трясущейся рукой она протягивает Джонни воздушный шарик в форме сердца — конечно же, зеленый. «Не бойся, — говорит старуха. — Все будет хорошо». Папа берет ее под локоть и бережно отводит к ближайшей лавочке. Там он что-то говорит ей и помогает сесть. Старушка улыбается ему и кивает, довольная...

Когда они садятся в машину и вырываются со стоянки, мельтешение слайдов кончается. Кто-то снова запускает время, и Джонни понимает, что он ужасно голоден — весь день ничего не ел.

— Где ночевать хочешь, у меня или у себя? — спросил отец, когда они отъезжали от придорожного кафе.

— Дома, — сказал Джонни, внезапно очень уставший.

Отец понял, кивнул.

— Ложись спать, — сказал он, когда они добрались домой. — Я съезжу к себе за зубной щеткой, одеждой и бритвой. И эту надо предупредить... как ее... Роуз? Черт, конечно, Роуз! Вернусь через полчаса-час.

Джонни улегся в кровать и натянул одеяло до подбородка, уставившись в потолок. Под потолком висел воздушный шарик — зеленое сердце. «Зеленый колдун, — начал он. — Зеленый колдун...»

Стихи не шли, но он точно знал, что хотел сказать. «Я готов», — сказал Джонни и закрыл глаза.

Джонни, молодой дипломат, с трудом продирался сквозь подлесок, подвывая от страха. На его шее в двух местах были глубокие царапины, голова ушиблена, ноги до колен вымазаны кровью — не его. Совершенно случайно, не его.

Аллозавры напали парой, выждав момент, когда стадо растянулось вдоль большого холма, поросшего сочным кустарником. Стадо, голодное, рассредоточилось. Взрослые перестали охранять молодняк — и теперь молодняка в стаде больше не было.

Были растерзанные тела, оторванные с длинных шей головы, кровь, обогрившая в землю. Самка аллозавра зарычала победно — и взрослые диплодоки отступили. Трубя, ушли на другую сторону холма, подальше от хищников — там тоже была еда. Их мать — большая, совсем еще молодая, с синеватым оттенком гладкой кожи, — отступала последней и трубила особенно отчаянно. Никто в стаде не заметил, что Джонни удалось отбежать за скалу. Зато это заметил второй аллозавр — крупный самец с желтыми глазами. Он зарычал, потряс головой, шагнул было к скале, но самка рыкнула на него: «Ешь!», и аллозавр остановился. Наклонил голову, вырвал кусок из ближайшей туши. Джонни уже и не знал чьей. Весь мир вокруг пропах кровью и страхом.

Только Джонни собрался обойти пирующих хищников, чтобы пробраться обратно к стаду, как внезапно на запах крови из-за холма вышла стая компсогнатов. Мелкие, зубастые, вечно голодные. Аллозавры забили хвостами, зарычали с угрозой — не трогать наше мясо! И тут-то компсогнаты заметили Джонни. Застрекотали радостно — пожива все же будет! Веселая погоня! Легкая добыча!

Джонни заскулил и помчался со всех сил напролом. Он бежал долго. Очень устал. Ему было больно. Какой-то частью сознания он понимал, что он — мальчик, что он спит и что именно нужно сказать, чтобы проснуться и перестать бежать и бояться. Но той же частью себя он помнил и другое — что сдаваться нельзя, потому что на кону что-то очень важное, такое страшное, что смертный ужас детеныша диплодока не шел с этим ни в какое сравнение.

Подлесок кончился, Джонни выбежал на вершину холма, усеянную большими круглыми валунами в половину его роста. Позади, со склона, слышался азартный щебет преследователей.

Как гиены, — подумал Джонни, — бегут и хохочут. Пулемет бы.

Он представил, как мерзкие зубастые ящеры падают и, визжа, катятся вниз, ломая папоротники. И тут его осенило. Юный диплодок развернулся и, хромя, двинулся к камням, нависающим над склоном...

Катящимися булыжниками приложило, конечно, не всех компсогнатов. А жаль. Лишь пять-шесть из них, около трети погони, покатались в густую зелень, отчаянно повизгивая и хрустя костями. Но остальные замерли в нерешительности. Джонни поставил тяжелую окровавленную ногу на большой валун, качнул его в их сторону и заревел угрожающе. Компсогнаты злобно зачирикали, затем развернулись и жадно набросились на павших соплеменников. Воздух наполнился криками и звуками раздираемой плоти. Джонни высоко поднял голову на гибкой длинной шее — прямо к фиолетовому небу — и затрубил, громко, отважно, победно.

Зеленый Колдун,

Зеленый Колдун,

Я выиграл бой,

Оставшись собой!

Падающая звезда перечеркнула стремительно темнеющее небо. Она была ярко-зеленой, как ракета.

— Школу же нельзя пропускать, — сказал папа виновато. Джонни смотрел исподлобья, но папа избегал встречаться с ним взглядом. — Я за тобой заеду после уроков, и мы отправимся в больницу. К ней сейчас все равно никого не пускают.

Джонни кивнул и побрел на урок немецкого языка. *Das Wetter ist sehr gut heute, Ich liebe Herbst...*

— Твоя мама обязательно поправится, — сказала в классе Шери, бледная худая девочка с крашеными черными волосами. Она откинула их с лица, и Джонни увидел, что

Сегодня очень хорошая погода, я люблю осень (нем.).



ФАНТАСТИКА

глаза у Шери серые, густо подведенные темным карандашом. — Моя тоже сильно болела, — сказала она. — А теперь выздоровела. Хочешь яблоко?

Джонни не хотел яблоко, он хотел, чтобы его мама тоже выздоровела. Этого Шери ему предложить не могла, но она была добра, и он взял яблоко. Откусил — кислое. Девочка неуверенно улыбнулась.

К маме наконец-то пустили, но она не приходила в сознание — лежала с закрытыми глазами и медленно, неглубоко дышала. Джонни долго вглядывался в ее лицо.

— Если ничего не задали на дом, можешь играть в Майнкрафт. Или во что хочешь, — сказал отец, когда они вернулись. Он только что нервно и зло ругался по телефону с Роуз, и, кажется, подружки у него больше не было. Плюхнувшись на диван, он включил футбол и мрачно открыл бутылку пива.

Джонни включил компьютер и долго стоял посреди своего игрового дома, еще недавно столь важного и с любовью обустроенного. Подумалось, с какой бы радостью он сейчас помог маме. Он бы все пропылесосил, вымыл полы, посуду, унитаза, все окна и все мусорные ведра. Он всё всегда будет делать для мамы сам, пусть только она вернется. Джонни вывел своего человечка в игровую ночь и, не притрагиваясь к клавиатуре, смотрел, как его убивают зомби и ходячие скелеты. И снова. И снова. И снова...

— Лимонный сок кончается, — с сожалением сказала Шери и подняла бутылку на уровень глаз. Прозрачной желтоватой жидкости оставалось граммов сто — явно недостаточно, чтобы разогнать толпу зомби вниз. Джонни и Шери сидели на крыше, вооруженные двумя пластиковыми автоматами на батарейках. Они стреляли мощными струями воды, которая при добавлении лимонного сока отлично распугивала зомби, — их сероватая плоть начинала дымиться, они шипели и отбегали.

— Моз-ги! — волновалась толпа внизу. — Мозги-и-и!

Это было очень жутко — дикое многоголосое урчание, злое, роющий рокот, словно весь мир вокруг хотел их разорвать и сожрать. Шери достала из кармана яблоко, с хрустом откусила.

— Хочешь? — спросила она. Джонни отрицательно помотал головой.

— Моз-ги! — опять донеслось снизу, на этот раз сквозь прохот и треск — зомби принялись ломать входную дверь.

— Вот ему бы они не помешали, — сказала Шери и бросила огрызок в долговязого зомби с мощной бычьей шеей. Раньше он учился в параллельном классе, много играл в футбол и периодически задира Джонни в коридорах школы. Зомби поднял голову и клал зубами, казавшимися чудовищно большими из-за того, что губа над ними разорвалась и висела лохмотьями.

— Фу, — сказала Шери, заливая остатки лимонного сока в камеру своего водного ружья. — Пойдем, они вот-вот в дом ворвутся. Я там газ открыла на кухне, в кино от этого все всегда взрывается. Но, наверное, нужна искра, а зомби не курят.

— Хорошее название для фильма, — пробурчал Джонни, прихватив свое оружие и сумку с зарядом лимонной воды и ракетами-фейерверками. — «Зомби не курят».

Они слезли по дереву с другой стороны дома, сильно исцарапавшись шипами на толстых ветках.

— Черт, сильно кровит, — сказала девчонка, зализывая глубокую царапину на руке. — Сейчас на кровь набегут. Давай рванем на заправку за углом. Там можно забаррикадироваться, а в углу — автомат с пончиками, и на полках наверняка есть лимонный сок.

Джонни не ответил — он замер от ужаса: с соседней улицы на них шла, урча и повизгивая, толпа зомби-детей из начальной школы. Их маленькие руки скребли воздух, белые глаза смотрели в никуда.

— Мозги-и-и! — гудели дети.

Шери вскрикнула и бросилась сквозь их толпу, толкая и разбрасывая малышню. Джонни кинулся за ней. Цепкие ручонки чуть не сорвали с него куртку, и раза два чьи-то зубы клацнули совсем рядом. Но Шери и Джонни прорвались. Пробежали через парк, через дорогу с перевернутыми машинами, через заправку, где среди пятен вытекшего бензина ветер гонял сухие листья. Воздух дрогнул взрывом позади — газ в доме все-таки взорвался. В магазинчике никого не было, окна стояли целые, дверь была прочная, металлическая. Джонни забаррикадировал ее стойкой для газет и повернулся к Шери. Она смотрела перед собой остановившимися глазами и как-то странно держала на весу руку. На руке багровел и сочился кровью укус зомби — полукруг маленьких зубов.

— Выпусти меня, — сказала Шери хрипло. — У меня очень мало времени. Уже сознание плывет. Еще несколько минут, и все, что мне от тебя будет надо, это твои мозги.

Джонни обернулся к двери. Дети-зомби догнали их, толпа стояла неподвижно, не сводя глаз с двери.

— Сделай же что-нибудь, — с этими словами Шери упала на пол, посеревав лицом.

— Зеленый Колдун, — прошептал Джонни. — Зеленый Колдун... — И не стал продолжать. Быстро пробежал по магазину, собирая с полок все, что могло пригодиться. Надавил кнопку включателя на автомате для пончиков. Вернулся к Шери и крепко связал ее туристической веревкой, оттащил к стене, усадил повыше. Она открыла глаза, уже заплывающие белесой мутью.

— Джонни, — сказала она. — Джонни-бой...

— Пей, — приказал Джонни и поднес к ее губам пластиковую бутылку. Наполовину вода, наполовину — лимонный сок. Кто знает, почему лимон так действует на зомби. Шери кричала и плевалась, шипела и стонала, но Джонни заставил ее выпить всю бутылку. Под конец она упала на пол, дыхание ее было тяжелым, хриплым. Укус на руке распух, стал серым. С колотящимся от страха сердцем Джонни разбил стекло на автомате для пончиков. Аккуратно, замотав руку курткой, выдернул из него раскаленную металлическую трубку и, стиснув зубы, прижал к руке Шери — к серой, зараженной плоти, которую нужно было выжечь. Он держал, сколько мог, пока Шери орала и билась в своих веревках. Потом она открыла глаза — покрасневшие, уже без всякой муты — и прошептала: «Спасибо». Шери снова была собой. Джонни распрямился и победно потряс трубкой. Сигнализация под потолком перестала мигать красным, зажегся яркий зеленый огонек.

— Зеленый Колдун... — начал Джонни свою победную кричалку и тут же замолчал: ему померещилось, будто где-то поблизости кто-то тихо рассмеялся.

— Завтра, — сказал врач, красивый молодой индеец с усталым лицом. — Завтра все решится. Динамика от-

рицательная, ее состояние ухудшается, но пока еще не критическое. Оперировать будем завтра, а сейчас вам следует поговорить с анестезиологом, это будет та же смена. И бумаги надо подписать...

Дома Джонни поднялся в свою комнату. Отец остался внизу, кажется, он плакал.

Позже Джонни нашел его в маминной спальне, на большой кровати. Сюда маленький Джонни прибегал по утрам. Карабкался к родителям, как только научился вылезать из своей кровати, а они недовольно бурчали — рано, дай еще поспать! А потом все равно смеялись и щекотали его. И Джонни млел от счастья под одеялом, между мамой и папой, и в мире не было ни страха, ни тоски.

Сейчас отец лежал на боку на своей половине кровати и смотрел туда, где обычно спала мама. И обнимал ее половину правой рукой.

— Пап, а почему ты от нас ушел? — стоя в дверях, спросил Джонни, впервые за эти три года. — Ты перестал любить маму?

— Нет, — глухо ответил отец.

— Тогда почему?

— Не знаю, я сейчас сам себя об этом спрашиваю. И ответа у меня нет. Только детский. Я запутался и разбаловался. И это дурацкий ответ для взрослого человека.

Джонни кивнул и ушел спать.

Будильник пищал громко и так противно, словно кто-то тыкал в голову Джонни вязальной спицей. Он поднялся, получилось как-то с трудом, побрел в ванную, зевая.

— Папа, — позвал Джонни, но отца в спальне не было.

В ванной из зеркала над раковиной на него уставилось чужое взрослое лицо — толстое, расплывшееся, поросшее темной щетиной. Джонни вскрикнул от неожиданности. Узнать на этом лице он мог только свои глаза. Но и они изменились — утонули в складках щек, покраснели, заполнились смертельной усталостью.

— Что будешь завтракать, Джонни-бой? — раздался откуда-то приятный женский голос.

Джонни ухватился за раковину, чтобы не упасть.

— Кто ты? — воскликнул он.

— Я — твоя Шери, — без удивления ответил голос. — Интеллектуальная система управления домом и персональный помощник. Тебе следует поторопиться, Джонни, — сегодня у тебя утренняя смена. Начнется через сорок одну минуту.

— Я где-то работаю? — спросил Джонни.

— Вот уже пятнадцать лет ты работаешь в Макдоналдсе на улице Нилшанс, — сказала Шери. — Четыре дня в неделю. Три дня участвуешь в игровых соревнованиях онлайн. В основном это стратегические игры, но бывают и стрельялки. Редко — покер. В него ты всегда проигрываешь.

— А где папа? — спросил Джонни.

— Твой отец уже четырнадцать лет живет в Таиланде, — ответил голос. — Приезжал в прошлом году на три дня. Остановливался в гостинице. Вы встречались в один из вечеров, вместе пили пиво. На следующий день ты жаловался, что отец не считает тебя интересным человеком.

— А... мама?

Шери не сделала никакой паузы, просто продолжила все так же бесстрастно:

— Твоя мама умерла пятнадцатого ноября четырнадцатого года и была кремирована в соответствии со своим завещанием. Послезавтра будет двадцать лет. Нужно заказать розы и возложить их к дереву, где был развеян прах. Об этом я еще напомним. А сейчас рекомендую поторопиться — в твоей смене новый ме-

неджер, и опоздание может привести к штрафу. В этом месяце он приведет к задолженности за коммуникационные услуги.

Джонни расплакался. Ему еще никогда не было так страшно, как сейчас. Он плакал навзрыд, дергал раковину и повторял: «Зеленый Колдун, Зеленый Колдун...» И все же никак не мог закончить фразу.

— Бигмак с двойным соусом, чизбургер и пятнадцать особых омномов. Джонни, коробки для омномов кончились, пакуй в бигмаковые. Быстрее работай, быстрее! И жир с гриля собери, котлеты так и плавают. Хочешь опять на переобучение? У нас же стандарты обслуживания. Шевелись, Джонни. Да что с тобой такое сегодня? Ты же у нас заслуженный работник, хе-хе, уже пятнадцать лет на этом гриле. Да ты что, рехнулся? Все булки спалил разом! Выбрасывай теперь, сгребай в урну. И, знаешь что, возьми-ка ты перерыв прямо сейчас. Поешь, что ли. Не голоден? Ну еще бы, хе-хе... Нет, нет, ничего, это у меня кашель. Вон, колы себе налей. Сходи выпей ее на свежем воздухе, подыши. У тебя полчаса. А потом сеточку на волосы, руки вымыть и опять к грилю, дружок. Работать-работать, у тебя сегодня смена долгая, до часу ночи...

Джонни сидел на лавочке у пруда и едва сдерживал слезы. Он старался смотреть только на пруд и спящих над водой чаек — чтобы не замечать свои ноги-бревна, толстые волосатые руки и раздувшееся, как глобус, пузо. Кто-то сел на скамейку рядом. Мелькнула зеленая ткань. Но Джонни не повернул головы.

— Страшно тебе? — спросил Зеленый Колдун ЕЕЕ.

— Да, — медленно ответил Джонни. — Страшно. И пусто.

— Понимаю, — вздохнул старик. — Вот так же и я себя чувствовал в той проклятой бутылке. Пустота, из которой не вырваться... Ты колу-то будешь пить?

Джонни помотал головой, глотая нахлынувшие слезы, протянул старику стакан, отвернулся.

— Сдаешься? — спросил колдун, отхлебывая.

— Нет, — ответил Джонни. — Я все равно выиграю. Только с духом соберусь. Мне нельзя сдать. Никак нельзя. Нужно не сдать. Очень сильно нужно. Только... — он повернул голову к старику и посмотрел прямо в его пронзительные черные глаза, — Я хочу знать, зачем вам это? Зачем вы все это делаете? Что вам с того, что мне страшно?

Старик пожал плечами, захлюпал остатками колы в стакане.

— Мне — ничего, — сказал он наконец. — Это все — тебе. Это твоя награда. Ты же меня спас.

— Ну и награда, — прошептал Джонни еле слышно. — Тяжелая.

— Ты ведь сильный, — сказал колдун. — Вот тебе и досталась тяжелая. Донесешь — станешь еще сильнее. Ну что? Сдаешься? Или дальше понесешь? Может, хочешь еще что-то сказать?

— Хочу, — сказал Джонни, поднимаясь. — Перерыв заканчивается. Попробуйте бигмак или омном. Очень питательно. У нашей кухни высокие стандарты.

И понес свое грузное, взрослое тело к служебному входу. Если надо — он будет это делать каждый день. Он начнет бегать, займется математикой и перестанет тратить время на игрушки. Как только сможет, найдет другую работу. И позвонит отцу, и купит маме розы. Если для того, чтобы не сдать, нужно прожить эту жизнь — он стиснет зубы и будет жить. Как надо. Набело.

— Джонни-бой, — позвал его старик со скамейки.

Джонни повернулся. Старик склонился перед ним в глубоком поклоне, разведя полы зеленой мантии, как большой мотылек крылья.

*Мой юный герой,
Мой смелый герой.
Ты выдержал бой,
Оставшись собой.*



ФАНТАСТИКА

— Желай, — сказал Зеленый Колдун ЕЕЕ. — Желай чего хочешь. Только это... Если надумаешь динозавра, давай сначала сверимся с таблицей видов, чтобы было более-менее ясно на счет нужного генома, о'кей?

Джонни закрыл глаза и загадал желание.

Послышался тихий голос мамы:

— Джонни, просыпайся. — Мама потрепала его по волосам. Джонни сел в кровати, как и не спал (что за сон дурацкий). Щелкнул выключателем — мама ойкнула от яркого света и прищурилась.

— Мам, ты чего? — спросил Джонни, в голове пронеслась паническая волна дежавю: вот сейчас она...

Мама убрала руку от глаз и засмеялась:

— Ярко очень, по глазам ударило. — Выглядела она как-то иначе, моложе, что ли, беззаботнее. — Тебе завтрак приготовить? — спросила мама, поднимая с пола его школьную куртку; Джонни опять забыл повесить одежду на место, хотя мама напоминала ему об этом каждый день. Джонни выпрыгнул из постели и быстро поднял остальные вещи.

— А давай я тебе приготовлю, — сказал он и вдруг понял, что ростом он уже почти с маму, и глаза у них на одном уровне. Мама изумленно заморгала и рассмеялась.

— Тебя сегодня папа в школу отвезет, — сказала она. — Он позвонил ни с того ни с сего, разбудил меня. Станный такой...

На кухне мама приготовила чай, а Джонни пожарил яичницу.

— Как ты ловко с плитой управляешься, — заметила мама. — Не знала, что так умеешь.

— Во сне научился, — иронично хмыкнул Джонни.

— А я тоже странный сон видела, — нахмурилась мама. — Вспомнить не могу, но тревожный какой-то. Как будто ты в опасности... Помню только зеленую вспышку...

В дверь позвонили, мама ушла открывать, Джонни услышал папин голос. Обычно родители ограничивались парой фраз и напряженно замолкали. Однако сейчас они, на удивление, говорили и говорили, не умолкая, и мама даже негромко рассмеялась.

— Ладно, я подумаю, — пообещала она, и тут же раздался голос папы: — Джонни! Джонни-бой, ты готов? Поехали, я довезу тебя до школы. Поболтаем по дороге, ага?

Джонни выбрал из фруктовой вазы большое красное яблоко и сунул в портфель. Он знал, кому его сегодня предложить.





КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Растение выбирает

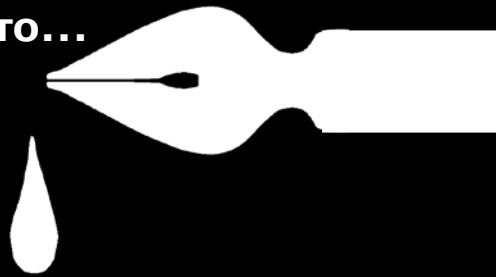
Сторонники гипотезы о том, что растения обладают личностью (см. «Химию и жизнь», 2017, 2), получили новый аргумент в поддержку своей позиции: оказалось, что их зеленые друзья способны анализировать обстановку и соответственно ей менять свое поведение. Именно так ведут себя люди и животные, выбирая одну из трех стратегий — конфронтацию, уклонение и мирное сосуществование. Для неподвижных растений конфронтация означает быстрый вертикальный рост в стремлении затенить конкурентов, уклонение — горизонтальный рост и соревнование за площадь, пусть даже затененную, а мирное сосуществование — приспособление к жизни в тени.

Казалось бы, коль скоро есть теневыносливые и светолюбивые растения, выбор предопределен генетикой. Ан нет, как показало исследование немецких биологов из Тюбингенского университета во главе с Михалом Грунтманом, одно и то же растение, проанализировав ситуацию, может выбрать стратегию, оптимальную для данных условий («Nature Communications», 21 декабря 2017 года; doi: 10.1038/s41467-017-02147-2).

О наличии конкурентов растения могут судить по химическим либо световым сигналам. В частности, по рассеянию света в красном и инфракрасном диапазонах. Именно его и воссоздавали исследователи, располагая над подопытными саженцами экраны. Саженцы получили, расклонировав лапчатку ползучую *Potentilla reptans*. И вот, если лапчатке казалось, что она окружена плотным ковром из низкорослых соседей, растение устремлялось ввысь, видимо надеясь обогнать конкурентов. Если ее тесно окружали высокие соседи, лапчатка не пыталась расти и выживала в тени. Когда же этот высокий ковер оказывался неплотным, лапчатка разрасталась вширь.

Таким образом, чтобы принимать решения, совершенно необязательно иметь мозг. Есть у лапчатки личность или нет, умное устройство обыкновенной полевой травы не может не внушать уважения.

Пишут, что...



...11/Оумуамау, первый межзвездный объект, обнаруженный в Солнечной системе, — астероид, а не комета; есть предположение, что это фрагмент планеты, уничтоженной приливными силами («Nature», 2017, 552, 378—381, doi: 10.1038/nature25020, <https://arxiv.org/abs/1712.01823>; 2017)...

...расчеты эволюции орбит астероидов позволяют предположить, что на значительную их часть влияет некоторый негравитационный эффект, который увеличивает большие полуоси орбит низкоальбедных астероидов («Астрономический вестник», 2017, 51, 6, 562—570)...

...искусственный интеллект AlphaZero выиграл с разгромным счетом у сильнейшей шахматной компьютерной программы Stockfish, из ста партий не проиграв ни одной; при этом на «изучение» шахмат AlphaZero потратил всего четыре часа (<https://arxiv.org/abs/1712.01815>)...

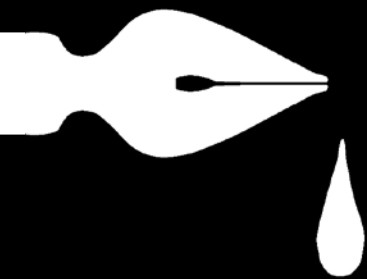
...с помощью компьютерного моделирования и направленной эволюции в клетке кишечной палочки созданы белки, которые собираются в икосаэдрическую оболочку с собственным РНК-геномом внутри («Nature», 2017, 552, 7685, 415—420, doi: 10.1038/nature25157)...

...макак научили управлять роботизированной рукой через интерфейс мозг—компьютер, причем задействовали нейроны, которые раньше не были связаны с движением захвата («Journal of Neurophysiology», 2017, doi: 10.1152/jn.00982.2016)...

...получены данные, подтверждающие значимость окислительного стресса в патогенезе болезни Паркинсона, в связи с чем в комплексной ее терапии целесообразно применять антиоксиданты («Нейрохимия», 2017, 34, 4, 344—349)...

...восприятие зрительных образов у мужчин происходит медленнее, но их осмысление — быстрее, чем у женщин; вербальные стимулы быстрее воспринимаются мужчинами, но скорость их обработки ниже, чем у женщин («Физиология человека», 2017, 43, 6, 45—53)...

...разработана концепция получения производства бактериальной наноцеллюлозы из растительного сырья с нулевой себестоимостью, она опробована на плодовых оболочках овса («Доклады Академии наук», 2017, 477, 1, 109—112)...



...томография 16 яиц птерозавров *Hamipterus tianshanensis*, найденных в Китае, показала, что птенцы этого вида рождались не умеющими летать («Science», 2017, 358, 6367, 1197—1201, DOI: 10.1126/science.aan2329)...

...предложена новая технология окрашивания драгоценных металлов: нанесенная на поверхность металла титановая пленка окисляется под воздействием лазерного излучения, от параметров которого зависит цвет («Известия РАН. Серия физическая», 2017, 81, 2, 1568—1571)...

...выполнено подробное исследование околоповерхностной молекулярной структуры обычных (масло в воде) и обратных (вода в масле) наноэмульсий, стабилизированных диоктилсульфосукцинатом натрия («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2017, 114, 51, 13351—13356, doi: 10.1073/pnas.1700099114)...

...климатический отклик на влияние солнечной активности неоднороден в пространстве и времени — наибольший вклад ее в изменения глобального климата отмечался в 1910—1943 гг. («Геомагнетизм и аэрономия», 2017, 57, 6, 687—695)...

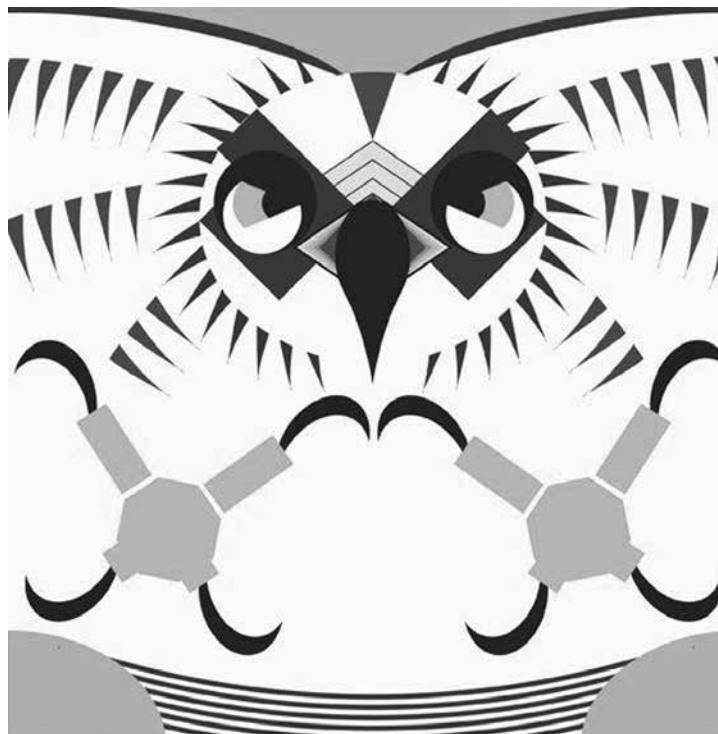
...результаты изучения особенностей скелетной конституции жителей Ярославля, погибших в 1238 году во время нашествия Батыя, показали их особое сходство с населением Верхнего Киева XI—XIII вв., а также Скандинавии («Российская археология», 2017, 4, 70—89)...

...самой обсуждаемой статьей года стала публикация в журнале «Lancet» о том, что ограничение потребления жиров не влияет на риск сердечно-сосудистых заболеваний, — 168 новостей, 8313 твита, 441 пост в фейсбуке («Science», 2017, doi: 10.1126/science.aar8364, «Lancet», 2017, 390, 10107, 2050—2062, doi: 10.1016/S0140-6736(17)32252-3)...

...мужчины не притворяются, а действительно сильнее страдают от простуды, чем женщины, из-за более слабого иммунного ответа («British Medical Journal», 2017, 359, doi: 10.1136/bmj.j5560)...

...за 30 лет интенсивного промысла минтая в Японском и Охотском морях число хвостовых позвонков у рыб существенно увеличилось («Биология внутренних вод», 2017, 4, 66—74)...

Osprey_The_Fish_Perspective



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Год скопы

Китайцы готовятся справить год собаки, а Союз охраны птиц России объявил 2018 год годом скопы — озерного ястреба, единственного представителя семейства скопиных.

Происхождение его названия теряется во тьме веков, но известно, что в южнославянских языках, например сербохорватском, похоже — «скоплье» — называют сокола. Кстати, столица бывшей югославской республики Македонии называется Скопье — город-сокол? Некоторые любители лингвистических изысков выводят слово «скопа» от слова «копать», причем утверждают, что в стародавние времена это означало не вынимать землю, а колоть. Тогда скопа становится родственником копыя. И действительно, во время охоты она, заметив добычу, стремительно падает на нее с 20-метровой высоты. При солидном весе — под два килограмма, — она может нырнуть на полтора метра и вытащить из воды рыбу весом до килограмма. А на зимовке в Африке замечали скоп, ловящих небольших крокодилов. У скопы удивительные пальцы лап — когти зазубренные, а большой палец может поворачиваться, обеспечивая прочный захват скользкой добычи.

Птица эта на территории РФ хоть не исчезающая, но редкая, занесена в Красную книгу России. А угрожает ей, как и многим другим представителям дикой природы, утрата мест обитания из-за антропогенного воздействия. Гнезда скопы строят основательно, на несколько лет, материалом служат как веточки, так и отходы человеческой деятельности — пластиковые пакеты и капроновые сети. Местом же для гнездовья могут быть высокие деревья или скалы в прибрежной зоне (не далее двух километров от воды). Но эта же зона привлекает и торговцев недвижимостью, и организаторов турбизнеса. Соседства шумных людей скопы не любят и вынуждены искать все новые и новые места. При этом они вступают в конкуренцию с другими хищниками, например на севере скопу может выселять орлан-белохвост. Еще одна беда — загрязнение вод, ведь скопе, чтобы разглядеть рыбу в глубине, нужна прозрачная вода, да и рыба с ядохимикатами для здоровья не полезна.

Чтобы помочь скопе, люди строят специальные платформы, где птицы могут разместить свои гнезда, а также принимают законы, запрещающие охоту на нее. В Финляндии штраф за убийство скопы составляет более полутора тысяч евро.

А.Мотыляев



Не пытайтесь подзарядиться от розетки

Некоторое время Вадим разглядывал мучительно трепещущий вертолет. — Вы знаете, что вы сделали, дядя Саша? — сказал он. — Вы замкнули скальпелем дигестальную систему. Я сейчас свяжусь с Антоном, пусть он привезет вам другой скальпель.

— А этот?

Вадим с грустной улыбкой махнул рукой.

— Смотрите, — сказал он, показывая остаток бутерброда. — Видите? — Он положил бутерброд в рот, прожевал и проглотил.

А. и Б. Стругацкие. Попытка к бегству

В.В.ЖУРАВЛЕВУ, Омск: Ученые упорно работают над тем, как сделать зимние помидоры душистыми и вкусными, а не картонными; год назад об этом вышла большая статья в «Science» (см. популярный пересказ на Элементax; https://elementy.ru/novosti_nauki/432921).

С.А.АВДЕЕВОЙ, Санкт-Петербург: Помимо классического мелового порошка с нашатырем, серебро хорошо чистить тиосульфатом (гипосульфитом) натрия, который нетрудно купить в аптеке

Е.Г.ВИШНЯКУ, Тула: Магнезоны — группа реагентов для определения ионов магния, кальция, кадмия, стронция, бария, содержат азогруппу; какая-то связь с магнием, в любом значении этого слова, и тем более с покемонами, тут вряд ли есть.

Л.Л.ФРОЛОВОЙ, Калуга: Пятно от еловой смолы с детской одежды можно удалить этиловым спиртом, уайт-спиритом; предложение использовать для этого подсолнечное масло или кока-колу мы не беремся прокомментировать.

Н.В.ПОНОМАРЕВОЙ, Ростов-на-Дону: «Магнитные» накладные ресницы двухслойные, верхний и нижний слои примагничиваются друг к другу, зажимая между собой натуральные ресницы; дискомфорт от магнитиков возле глаза вы едва ли почувствуете на фоне веса устройства, заявленные производителем 2,5 г — это как пол чайной ложки сахара.

В. АННУШКИНУ, Москва: «Версия Инфо» все перепутала, сверхновые, к счастью, не «сталкиваются с атомами в радиационных поясах Земли и взрываются», а выбрасывают при взрыве ядра атомов, которые, долетев до атмосферы Земли, выбивают из ее атомов электроны; те не могут улететь, потому что скапливаются в радиационном поясе планеты, они-то и опасны для спутников.

АЛЕКСЕЮ, электронная почта: У архива «Химии и жизни», купленного легально, есть минимум три преимущества перед пиратским: отсутствие вирусов, наличие поиска, в том числе в свежих номерах, и сознание того, что ты помог журналу, который, разумеется, можно скачать бесплатно, но выпустить бесплатно нельзя.

М.К., электронная почта: Наш конкурс фантастических рассказов только что завершился, но осенью на сайте СамИздат (<http://samlib.ru/>) будет следующий; к сожалению, вне конкурса мы рассказы не рассматриваем.

Для поддержания нормальной жизнедеятельности человеку нужно примерно 3000 калорий в день. Некоторые говорят о 2000, но эти инсинуации противников творческого труда, требующего немалых энергозатрат и вкусенького в холодильнике, мы с негодованием отвергнем. Впрочем, вопрос получения этих калорий — из холодильника или как-нибудь еще — занимал не только простых потребителей, поваров или, скажем, агрономов и экономистов. Писатели-фантасты приложили тут немало усилий.

Их интересовала не только синтетическая пища — это отдельный разговор. Нет, фантастам хотелось полностью оторваться от привычного способа извлечения питания из матушки-природы, радикально трансформировать методы получения энергии из окружающего мира. И посмотреть, что получится.

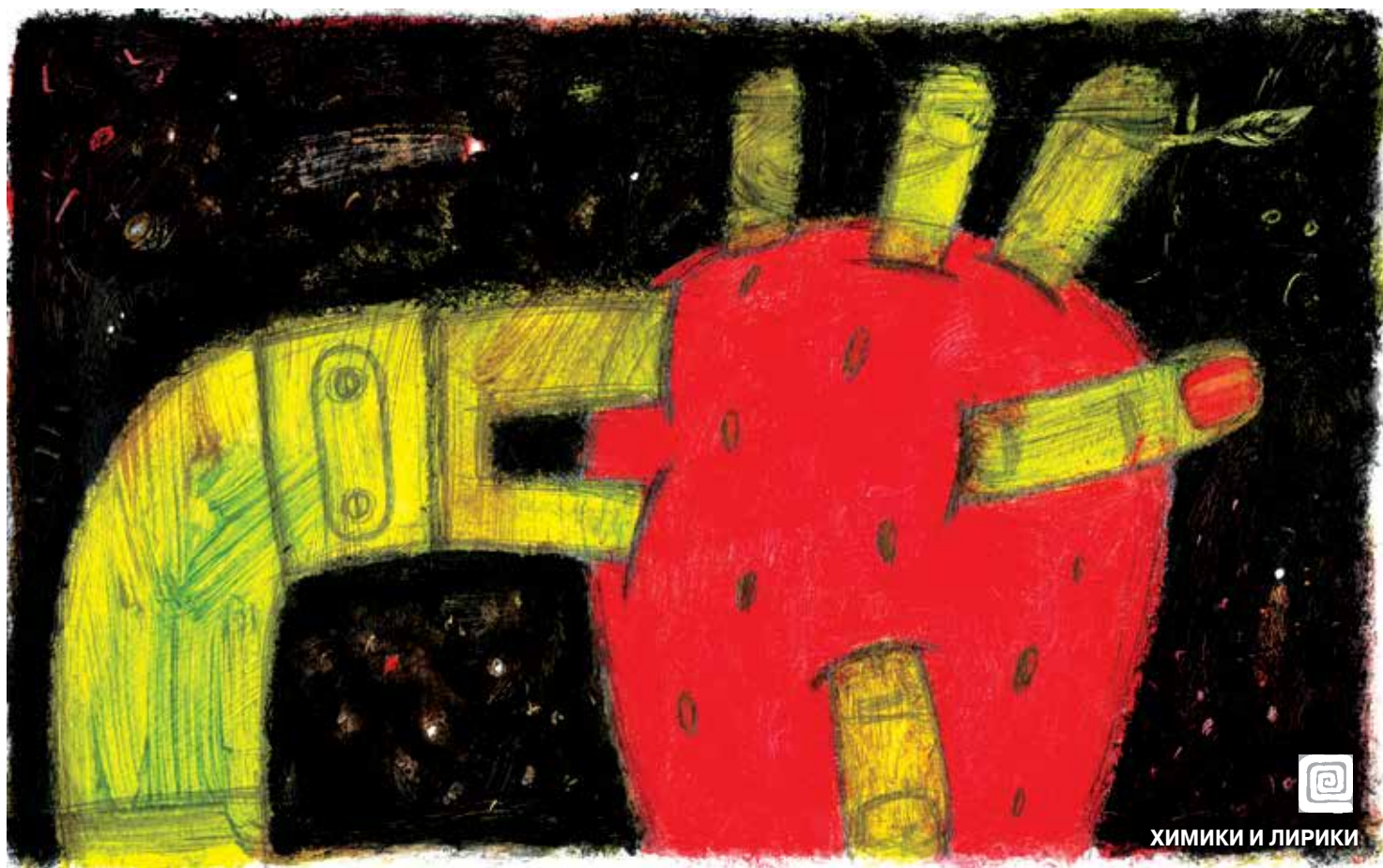
Одним из первых на этом пути был К.Э.Циолковский. Основоположник космонавтики много думал над формами жизни в космосе, такими как растения-животные. В повести «Вне Земли» (1920) герои обнаруживают их на Луне. На пыльных равнинах земного спутника «движущиеся растения... подобны морским существам с зеленого хлорофилла. Иные из них, самые малые и микроскопические, живут исключительно солнцем, как растения, другие — покрупнее — и солнцем, и поеданием более мелких созданий. Здесь совершается то же самое, что и в земных океанах, лишь нет воды и растворенных в ней веществ...».

Возвращаясь к этой теме в статье «Научная этика» (1930), Циолковский писал: «Вообразим себе существо, прикрытое прозрачной гибкой кожей, не пропускающей никакой материи. Под кожей, в некоторых местах, находится хлорофилл, как у растений, способный разлагать углекислый газ крови и другие отбросы тела и образовывать, как в растениях, кислород и питательные вещества. Этими веществами, в связи с кислородом, и будет питаться животное. Непрерывно происходит питание, непрерывно образуют его продукты и непрерывно последние разлагаются солнечными лучами, образуя питательные вещества и кислород».

Идея не пропала даром. В романе Вячеслава Пальмана «Красное и зеленое» (1961, другое название «Вещество Ариль») герой перед Великой Отечественной войной работает «над сближением хлорофилла растений и гемоглобина крови, расширяя тем самым гипотезу Тимирязева и Нисского о связи этих двух самых сложных и пока еще таинственных веществ органического мира. Ученому удалось перед самой эвакуацией получить препарат, с помощью которого он превращал животных в некие гибриды между растениями и животными. Такое зеленое животное приобретало способность ассимилировать углекислоту из воздуха и развивалось на солнце без органической пищи. Первая веха на пути к самому дешевому и самому массовому производству мяса без каких бы то ни было кормов». (И ведь в чем-то мэтры были правы, полностью невозможным это назвать нельзя: изумрудный морской слизень *Elysia chlorotica* не переваривает хлоропласты съеденных водорослей, а сохраняет их в собственных клетках. Видимо, продукция фотосинтеза вносит вклад в его метаболизм. — Примеч. ред.) Увы, люди, которым впрыснуто вещество, начинают вести себя как растения, приобретают изрядное безразличие к внешнему миру, чем и пытаются воспользоваться недобитые нацисты и жадные империалисты.

Действительно, что может заботить существо, зависящее только от Солнца? Наш поистине гениальный писатель-фантаст Илья Варшавский (Станислав Лем, прочитав папку его рассказов, заметил, что в эту папку уместилась вся англо-американская Science Fiction) в рассказе «Неедяки» (1961) описал планету, населенную созданиями Циолковского, «неедяками», довольно-таки равнодушными к окружающему. Как же стремительно им пришлось развивать цивилизацию и вообще шевелиться, когда земляне оставили им при первом посещении блох с корабельного пса!

Организмы, особенно человеческие, плохо приспособлены для фотосинтеза. Ведь что ни говори, а питаемся мы, при всех потерях по пути, солнечным светом, собранным с площади нескольких гектаров. В советской фантастике был период господства теории так называемого «ближнего прицела», когда практически директивно запрещалось заглядывать в будущее дальше следующей пятилетки. Удивительно, но и тут фантасты изворачивались. В романе Николая Лукина «Судьба



ХИМИКИ И ЛИРИКИ

открытия» (1951) герои не ставят себе дерзких целей — перестройки человеческого организма, переворота в сельском хозяйстве. Они лишь работают — несколько поколений ученых! — над разгадкой секретов фотосинтеза и производством питательных веществ с его помощью без растений. Конечно, в перспективе это тоже переворот, но Лукин благоразумно убрал за рамки повествования слишком смелые следствия заглавного открытия, сосредоточившись на процессе его совершенства.

Создание промышленных установок для фотосинтеза оставил за кадром и английский писатель Боб Шоу. В романе «Орбит-свилль» (1975) он упоминает в качестве неперемennого атрибута поселений на внутренней поверхности гигантской сферы Дайсона, полностью окружающей звезду, «механических коров», которые используют любые растения и солнечную энергию для того, чтобы создавать пищу для людей. Повысив автономность, такие «коровы» создали предпосылки для дробления и уничтожения земной цивилизации. Шоу почему-то, как и многие его собратья, исходил из презумпции любви любого представителя человечества к сельской жизни в противовес городской.

А вот Генрих Альтов в рассказе «Создан для бури» (1968) увидел в переходе на внешнее энергоснабжение человеческого организма сплошные плюсы. «Мы наконец перестанем работать на пищеварение. Человек, в сущности, прескверно устроен. Ну куда годится машина, которая поглощает в качестве топлива бифштексы, колбасу, сыр, масло, пирожные... всего и не перечислишь! Скажите, вы никогда не думали, что добрая половина нашего производства — это сложный передаточный механизм между природными ресурсами и, простите, животом человека?» Изобретатель способа прямого усвоения энергии Каплинский, увы, не смог избежать побочных эффектов. Стоит ему поест традиционно, как организму приходится сбрасывать излишки энергии и Каплинского «искрит». Зато мощность организма можно повышать в десятки раз. Обычному человеку оказываются доступны и полет птицы, и силовые достижения лучших спортсменов, и даже больше.

Красочно описали братья Стругацкие в своем первом романе «Страна багровых туч» (1959) Урановую Голконду на Венере, след удара метеорита из антивещества. Одним из ужасов жестокой планеты была малиновая пленка, собирающаяся к месту подземных ядерных взрывов. Как потом выяснилось, это были

колонии микроорганизмов, питающихся энергией ядерного распада. Фантасты часто оказываются прозорливцами, даже не желая того. В 2008 году в Южной Африке, в золотодобывающей шахте на глубине почти 3 км, была открыта бактерия *Desulforudis audaxviator*, существующая за счет энергии радиолиза. Пока это единственный пример такого рода. А предсказание братьев — одно из многих, далеко не единственное.

Михаил Емцев и Еремей Парнов в рассказе «Зеленая креветка» (1963) пошли еще дальше. Пойманная на Венере креветка в процессе жизнедеятельности перерабатывает всевозможные материалы, усваивая из них радиоактивные изотопы. При этом она вызывает в окружающей среде такие бурные окислительно-восстановительные процессы, что ее появление инициирует небольшую катастрофу.

В этом же рассказе упоминаются опыты по повышению энергетических возможностей живых организмов с помощью введения в их энергетический цикл фтора. Да-да, того самого, что служил основой биологии «фторных людей» из «Сердца Змеи» Ивана Ефремова (1959).

А вот Павел Амнуэль в повести «Иду по трассе» (1973) предпринял жестокий опыт. Его герой «учил обезьян дышать в хлорной атмосфере. Это было трудно, он погубил десятки животных, отчаялся, бросил эксперимент и сел за теорию, а в это время очередная обезьяна поняла, что ей хочется жить, даже если это невозможно. И начала дышать хлором. Повинуясь мощному инстинкту жизни, УГС (Управляемая Генетическая Система. — Примеч. В.Б., А.Л.) изменила химизм дыхательного процесса.

В последнем цикле опытов Шаповал учил животных усваивать энергию в любой форме: от солнца и от печки, от тепла внутренних химических процессов и от ближайшего электрического трансформатора. Мыши-вариаторы теперь и смотреть не хотели на колбасу, нежались на солнце и бросались на электроды.

Нет ничего удивительного, если в космосе мы найдем формы жизни, использующие самые разнообразные способы поддержания своих энергетических процессов. Но что наиболее высокоразвитые из них будут тратить часть своего энергопотенциала на поддержание работы воображения — вне всяких сомнений.

**Владимир Борисов,
Александр Лукашин**



Получите билет на
analitikaexpo.com

Организатор



+7 (499) 750-08-28
analitikaexpo@ite-expo.ru

Генеральный спонсор



Соорганизаторы

