



ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

6/2018







Зарегистрирован
в Комитете РФ по печати
19 ноября 2003 года, рег. Эл № 77-8479

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 6.6.2018

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 —
работа Тифани Бозик. *Способны ли
осьминоги и другие беспозвоночные
чувствовать боль так, как мы?*
*Ответ ищите в статье «Наркоз для
осьминога».*

*Работать нужно
не двенадцать часов в сутки,
а головой!*

Стив Джобс

Содержание

Проблемы и методы науки

ОРГАНОСИЛИКАНЫ: ПУТЬ К ПРИЗНАНИЮ. М.М. Левицкий..... 2

Хемоскоп

ХИМИКИ ЗАСТАВИЛИ ДВА АТОМА ПРОРЕАГИРОВАТЬ ДРУГ С ДРУГОМ.

ПЕПТИДЫ ЗАМЕНЯТ БОРМАШИНУ. НЕОРГАНИЧЕСКИЙ ПОЛУПРОВОДНИК

ЭЛАСТИЧЕН КАК МЕТАЛЛ. А.И. Курамшин..... 10

Элемент №...

АМЕРИЦИЙ: ФАКТЫ И ФАКТИКИ. А. Мотыляев..... 12

Проблемы и методы науки

НАУКА И ЕЕ ПАТЕНТЫ. О.В. Ревинский 15

Живые лаборатории

ЯД ДЛЯ ГЕМИКРАНИИ ПРОКУРАТОРА. А.И. Курамшин 18

Нанофантастика

ГЕНИЙ. Сергей Савенков.....21

Земля и ее обитатели

ПТИЦЫ ЛЕТЯТ НА ЗАПАХ. О.Н. Нестеренко..... 22

Проблемы и методы науки

НАРКОЗ ДЛЯ ОСЬМИНОГА. Н.Л. Резник 25

Дневник наблюдений

ЛЕМУРЫ ТЯНУТСЯ К ЗНАНИЯМ. Н. Анина..... 28

Жертвы науки

ДОЛГАЯ ЖИЗНЬ В СЛОЖНОМ КОЛЛЕКТИВЕ. С. Ястребова 30

Сто химических мифов

НА МЕСТЕ ЛИ ОЗОНОВАЯ ДЫРА? И.А. Леенсон..... 32

Страницы истории

РИМСКИЙ КЛУБ: 50 ЛЕТ. С.В. Багоцкий..... 34

Глубокий эконом

КОНСПЕКТ ПО ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ ДЕМАТЕРИАЛИЗАЦИИ. С.М. Комаров 38

Поиски смысла

ПАВЕЛ ИВАНОВИЧ ЧИЧИКОВ,

РУССКИЙ ПРЕДТЕЧА ВИРТУАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ. В.Д. Киселев..... 44

Портреты

ЧЕЛОВЕК, КОТОРЫЙ СОЗДАВАЛ ПАРКИ. Н.В. Вехов.....47

Панацейки

КОЛЮЧАЯ ГРУША, ИЛИ ИНЖИР НА ОПУНЦИИ. Н. Ручкина. 54

Фантастика

СОСЕДИ. Жаклин де Гё 56

Химики и лирики

ФУА ГРА ФУТУРИС ВУЛЬГАРИС. Владимир Борисов, Александр Лукашин 64

КНИГИ	33	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
ИНФОРМАЦИЯ	61	ПИШУТ, ЧТО...	62

Долгожданный, уникальный, удобный!

ХИМИЯ И ЖИЗНЬ
пополняемый архив с января 1965 по текущий месяц

вход

о журнале

получить свежий номер

помощь

Центр «НаукаПресс» **СИБУР** Техподдержка и подписки на обновления: info@hij.ru, www.hij.ru

Художник А. Кукушкин

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, то, о чем более полувека пишет журнал «Химия и жизнь», есть в его электронном пополняемом архиве.

Цена 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 журнала: www.hij.ru, отправив письмо по адресу redaktor@hij.ru или позвонив в редакцию по телефону (495) 722-09-46 с 11 до 17-30 по рабочим дням.

Системные требования к рабочему месту для пользования архивом – персональный компьютер под управлением MS Windows 7.0 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 очевидна.

Органосилоксаны: путь к признанию

Кандидат химических наук
М.М. Левицкий

Сегодня в химической литературе описано свыше 20 млн соединений, и более 80% из них — органические. Существует ли элемент, который мог бы составить конкуренцию углероду или хотя бы слегка его потеснить в столь безоговорочном лидерстве?

Почему такое усиленное внимание к соединениям одного элемента — углерода? Прежде всего потому, что атомы углерода (почти всегда с участием атомов водорода) в руках умелого химика-синтетика с помощью простых и кратных связей образуют совершенно немыслимое разнообразие линейных, циклических, полициклических и каркасных структур. Природа предоставляет химикам для исследования столь обширный набор органических веществ, что рядом с ним ассортимент соединений минерального мира выглядит весьма скромно. Наиболее близок к углероду по химическим свойствам кремний — следующий за углеродом элемент IV группы Периодической системы.

Не так уж они похожи

Сначала химики полагали, что из атомов кремния можно будет собрать молекулы различной конфигурации, по разнообразию не уступающие органическим соединениям, и по аналогии с углеродом решили окружить атомы кремния водородами. Оказалось, что атомы кремния действительно соединяются друг с другом, образуя цепочки и циклы, однако фрагменты SiH_2 могут образовывать лишь короткие цепочки, содержащие не более десяти атомов кремния, в то время как звенья CH_2 образуют цепи из сотен тысяч углеродов (полиэтилен). Постепенно исследователям стало понятно, что химия кремния заметно отличается от химии углерода. Кремний не может воспроизвести все то, что с такой легкостью делает углерод, и выстроить химию, аналогичную органической, не удалось.

Тогда исследователи решили (что вполне естественно) окружить кремний органическими группами. Так было положено начало химии кремнийорганических соединений. Правда, английский ученый Фредерик Киппинг (1863—1949), в течение десятилетий занимавшийся химией кремнийорганических соединений, пришел к выводу, что этот класс веществ особого интереса не представляет. Тем не менее его работы не оказались бесполезными. Они, по существу, заложили основы химии кремнийорганических соединений, развитие которой пошло особым путем.

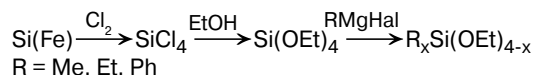
Первая подсказка природы

Как воспитатель должен почувствовать склонности и скрытые способности каждого воспитанника, чтобы он нашел ту область, где добьется наибольшего успеха, так же и химику требуется порой интуитивно определить, в какой форме тот или иной элемент сумеет проявить свои лучшие качества. В данном случае ответ подсказала природа. Кремний — один из самых распространенных элементов (силикаты составляют свыше 75% массы земной коры). Если в царстве органических соединений неизменный напарник углерода — водород, то в мире минеральных веществ излюбленный спутник кремния — кислород.

Как только в состав кремнийорганических соединений ввели кислород, ситуация изменилась, возникло новое интенсивно

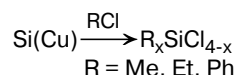
развивающееся направление — химия органосилоксанов. Их основной структурный фрагмент — группировка, содержащая последовательность $-\text{R}_x\text{Si}-\text{O}-\text{R}_x\text{Si}-\text{O}-$, при этом у атома кремния должна находиться по крайней мере одна органическая группа (если ее не будет, то соединение перейдет в разряд неорганических силикатов, свойства которых совсем другие).

Развитие химии органосилоксанов (их часто называют силиконами) началось с работ академика К.А. Андрианова (1904—1978). Их получали в три стадии.

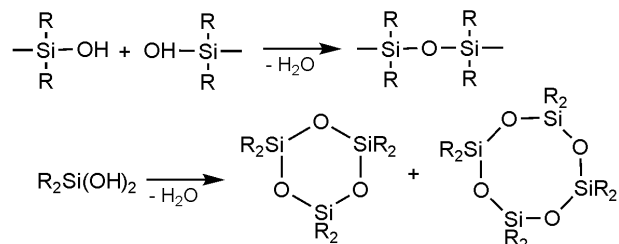


При гидролизе оргоаноалкоксисиланов образуются органосилонолы, содержащие фрагмент Si-OH, связь Si-C к гидролизу устойчива. Гидроксильные группы у кремния по свойствам заметно отличаются от спиртового гидроксила C-OH — они легко конденсируются с образованием силоксанового фрагмента Si-O-Si.

В начале 1940-х годов американский химик Юджин Рохов (1909—2002) предложил другой способ получения соединений, содержащих связь Si-C, названный прямым синтезом: при взаимодействии паров хлоруглеводородов с нагретым до 300—350°C кремниймедным сплавом атомы кремния встраиваются между атомами углерода и галогена — образуются оргоанохлорсиланы с различным содержанием органических групп и атомов хлора у атома кремния.



Атом хлора, присоединившись к кремнию, приобретает совсем иные свойства, чем когда он соседствовал с углеродом. Он гидролизуется водой, причем заметно легче в сравнении с группой Si-OR. Образующиеся силоксановые группы SiOH в кислой среде (выделяется HCl) легко конденсируются с образованием Si-O-Si-фрагментов, однако длинные силоксановые цепочки при этом не вырастают, а поскольку силоксановая связь исключительно гибкая, замыкаются в циклы (рис. 1).



1
Конденсация силанолов и последующая циклизация

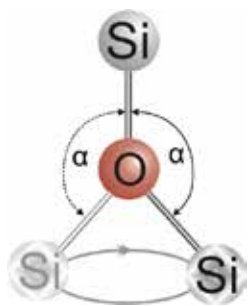
«Столкновение» двух описанных методов синтеза кремнийорганических соединений произошло буквально в первые годы после их создания. В начале 1940-х годов Рохов пытался

запатентовать в Германии способ получения полидиметилсилоксанов (гидролизом диметилдихлорсилана с образованием силанолов и затем силоксанов), но ему это не удалось. Скрупулезные немецкие эксперты отказали на том основании, что патентуемый принцип получения полисилоксанов был описан Андриановым еще в 1938 году (в «Журнале общей химии»). Несмотря на возражения Рохова, что Андрианов работал с этоксипроизводными силанов, а он — с диметилдихлорсиланом, немцы ответили, что речь идет об одном и том же принципе образования полимерной цепи (различие в функциональных группах они считали несущественным). Естественно, Андрианов ничего не знал об этой переписке.

После того как США вступили в войну против Германии, переписка прекратилась, однако история имела продолжение. После войны в руки КГБ попали архивы патентного управления немецкого рейха, и в одном из дел следователи обнаружили фамилию Андрианова, причем она фигурировала в переписке между патентным управлением Германии и фирмой «Coming Glass» (потом «Dow Corning»). Андрианова вызвали на Лубянку, и следователь спросил: в какой степени работы Андрианова в области кремнийорганических полимеров способствовали укреплению военной мощи фашистского рейха? Где было гражданское сознание ученого, когда он опубликовал перед войной основные работы, показав тем самым врагу важные направления исследований? Андрианов пытался доказать, что перед войной никто не знал о важном оборонном значении этих полимеров. Более того, критики работ Андрианова считали, что направление бесперспективно. Избежать репрессий, вероятно, помог здравый смысл следователя, а может быть, иные обстоятельства (Андрианов к этому моменту был уже дважды лауреатом Сталинской премии).

Вращение, переходящее в гибкость

Упомянутая выше гибкость — исключительно важное свойство силоксановой связи, однако не следует его понимать буквально, представляя деформируемую металлическую проволоку. Химическая связь, которую мы изображаем валентной чертой, — достаточно жесткое образование. Гибкость полимерных цепочек имеет совсем иную природу. Дело в том, что валентный угол, образованный двумя валентностями (связывающими три атома), в результате теплового движения имеет определенную свободу вращения вокруг валентной связи, если этому не препятствуют различные пространственные затруднения. При таком вращении величина валентного угла α не меняется и атом имеет возможность перемещаться по основанию воображаемого конуса (рис. 2).



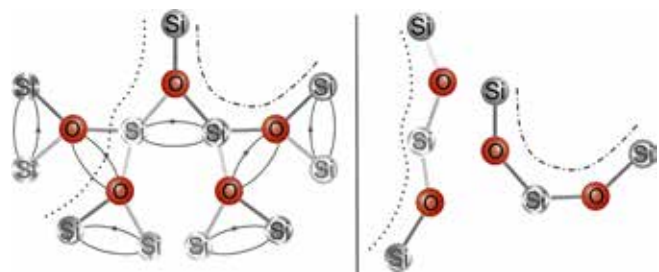
2
Вращение связи
вокруг валентного угла

Из этого вовсе не следует, что атом непрерывно вращается вокруг валентной связи. Просто в результате теплового движения он с равной вероятностью может занять любое место на основании конуса, а затем легко его изменить.

Каждый последующий присоединенный атом имеет такую же возможность вращаться вокруг валентной связи (рис. 3). Молекула из пяти атомов (три Si и два O) может принять любую из показанных на рисунке конфигураций — от почти выпрямленной (обозначена пунктиром) до согнутой в полукольцо (штрихпун-

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

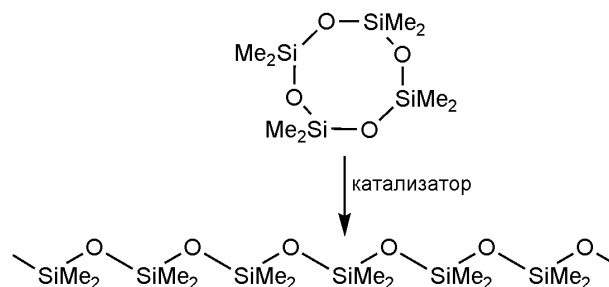
ктивная линия). Так механическая конструкция, собранная из жестких стальных стержней, соединенных шаровыми шарнирами, приобретает определенную гибкость, подобную той, которую можно наблюдать у карданного вала в автомобиле.



3
Варианты возможного изгиба молекулы из пяти атомов

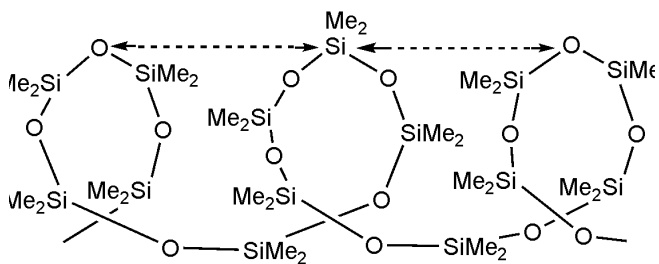
Гибкость цепи — отличительное свойство всех линейных полимеров, однако степень гибкости может быть различной, и зависит она в первую очередь от того, насколько легко поворачивается каждое звено. Установлено, что в случае полиорганосилоксанов соответствующая энергия вращения в три-четыре раза ниже, чем у обычных органических полимеров.

Ранее было сказано, что при конденсации силанолов получить полимерные молекулы не удастся (гибкость и, как следствие, замыкание циклов), задачу решили иным путем — размыканием циклов в процессе полимеризации (рис. 4).



4
Полимеризация циклического диорганосилоксана

Таким способом можно получить полимеры с молекулярной массой до 1 млн. Несмотря на гибкость цепи и свободу в перемещении отдельных звеньев, молекулы полисилоксана имеют некоторую упорядоченность. Связь «кремний-кислород» — это весьма слабый диполь с незначительными частичными зарядами на атомах кремния и кислорода, однако исключительно гибкая силоксановая цепь реагирует даже на слабый диполь и старается расположить звенья таким образом, чтобы положительный заряженный кремний одного звена по возможности располагался напротив отрицательно заряженного кислорода другого звена. В результате возникает спиральная конструкция (рис. 5).



5
Спиральная конструкция полисилоксана. Расположение атомов Si и O, диктуемое диполями, отмечено двойными пунктирными стрелками

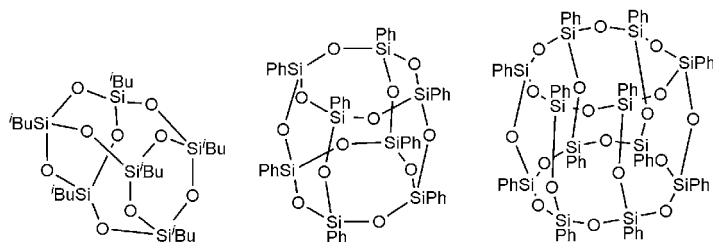
Кстати, выдающийся отечественный геохимик В.И. Вернадский отметил еще в начале XX века, что силикаты в минеральном мире играют такую же роль, как белки в органическом. Это удивительным образом перекликается с нашими сегодняшними знаниями о спиральном строении белков и о подобном строении молекул полидиметилсилоксана. Невольно приходит мысль, что миры кремния и углерода, несмотря на явные различия, способны найти точки соприкосновения. Можно пофантазировать и о живых организмах на основе кремния.

Полиорганосилоксаны оказались первыми представителями полимеров, имеющих неорганические главные цепи молекул. Вполне естественно предположить, что они должны быть более термостойкими, чем органические. И действительно, энергия связи Si—O — 374 кДж/моль, что в полтора раза выше энергии связи C—C. В то же время энергия связи Si—C, обеспечивающей соединение атома кремния с органической группой, почти такая же, как у C—C, то есть слабое место — органическое окружение цепи. При частичном термическом отрыве углеводородных групп возникают поперечные сшивки между молекулами, но сама полимерная цепь термически устойчива и не разрушается.

Полидиметилсилоксан с молекулярной массой свыше 300 000 — это каучук, на основе которого изготавливают силиконовую резину. Такой материал сохраняет работоспособность в течение 500 часов при температуре 300°C, в то время как резины на основе изопреновых каучуков при этой температуре разлагаются. Интересно, что при движении по шкале температур в обратную сторону полидиметилсилоксан также обгоняет своих органических собратьев. Морозостойкость (температура, при которой резина становится хрупкой) у изопреновых каучуков находится в интервале от -30 до -45°C, а силиконовые резины работают при -80°C. Именно поэтому подошвы ботинок у космонавтов, высадившихся на Луне, делали из силиконового каучука. Подошвы из обычной резины ночью раскрошились бы из-за сильнеего холода, а днем на раскаленных пыли и гравии превратились бы в липучку.

О силиконовых резинах вспомнили после 28 января 1986 года, когда космический корабль «Челленджер» взорвался при запуске с мыса Кеннеди. Расследование показало, что произошла утечка горючего из топливного бака, и после запуска двигателей поток пламени воспламенил содержимое бака. Причина же утечки была в том, что по техническим характеристикам запуск был допустим при температуре не ниже 10°C, но в ночь перед запуском температура упала до -4°C и ниже, а сильный северный ветер еще снизил температуру корпуса до -13°C. В результате резиновые прокладки потеряли эластичность, уплотнение нарушилось и топливо вытекло. По мнению специалистов, аварии могло не быть, если бы прокладки изготовили из силиконовой резины.

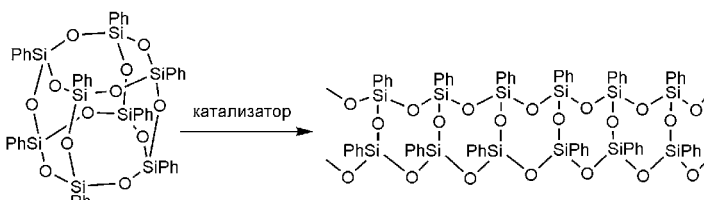
В качестве исходного соединения для получения силоксанов можно взять не диорганодихлорсилан R_2SiCl_2 , а моноорганотрихлорсилан $RSiCl_3$, при этом образуются полициклические каркасные конструкции (рис. 6).



6
Каркасные структуры, полученные из $RSiCl_3$

Сборка таких молекул происходит буквально в одну-две стадии, необходимо лишь соблюсти определенные условия (температура, катализатор). А вот получить такие каркасы, построенные из атомов углерода, довольно трудная задача.

Каталитическое размыкание циклических фрагментов с последующей полимеризацией возможно и в случае каркасных молекул. Например, кубообразная силоксановая молекула может раскрываться, преобразуясь в ленту, которая удлиняется в процессе полимеризации. В итоге возникает необычная полимерная структура, составленная из двух связанных между собой линейных цепей. Полимеры такого типа получили в литературе название лестничных.



7
Образование лестничного полимера

Молекулярная масса такого полимера достигает рекордной величины в мире синтетических полимеров — 3—4 млн. Он способен образовывать гибкие прочные пленки, которые медленно размягчаются в открытом пламени и при этом не горят. Ранее химики в самых смелых фантазиях не могли предположить возможность существования полимеров столь необычного строения и обладающих такими свойствами.

Отвердитель, ожидавший появления силоксанов

Большую группу органических полимеров используют для практических целей в отвержденном виде. Цель химического процесса отверждения (иногда его называют сшиванием, а применительно к каучукам — вулканизацией) — придать линейным или разветвленным полимерам сетчатую пространственную структуру. Для образования сетки, как правило, нужен дополнительный компонент, отвердитель. В результате образуется нерастворимый материал, не размягчающийся при нагревании и с улучшенными механическими свойствами.

Часто отверждение проводят при повышенных температурах с одновременным формованием изделия (например, прессованием), после чего оно уже не меняет своей формы при последующих нагреваниях. Так получают изделия из фенольных смол или резины (сшивающий агент — сера).

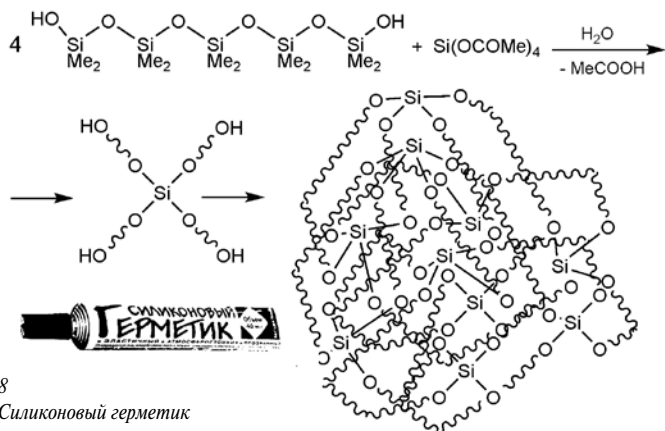
Хорошо известна эпоксидная смола (композиция холодного отверждения), которая после смешивания с дозированным количеством отвердителя (обычно это полиэтиленполиамин) превращается при комнатной температуре в твердый, нерастворимый и не размягчающийся при нагреве материал. Но заготовить впрок такую композицию нельзя, смешивать компоненты нужно непосредственно перед употреблением и

в таком количестве, которое можно использовать сразу. Как было бы хорошо делать заранее подобные композиции холодного отверждения, куда не надо добавлять сшивающий агент!

Экспериментаторы очень давно нашли некоторые такие композиции, только термин «однокомпонентные» в данном случае неточен: второй компонент-отвердитель существует, он берется из воздуха. Например, широко известная штука: гашеная известь (предварительно прокаленный гидроксид кальция), смешанная с водой, постепенно застывает на воздухе. Химизм процесса очевиден — гидроксид кальция поглощает из воздуха углекислый газ, превращается в карбонат кальция, который, постепенно кристаллизуясь, образует плотную массу. Это пример, строго говоря, не имеет отношения к полимерной химии, но интересен тем, что компонент реакции черпается из воздуха.

Еще один компонент воздуха тоже давно нашел применение как отверждающий агент. Речь идет о кислороде, который вызывает окислительную полимеризацию некоторых растительных масел: льняного, конопляного, тунгового. Это основа для изготовления олифы — главного компонента масляных красок. В олифе содержатся эфиры ненасыщенных кислот, благодаря двойным связям которых сшиваются цепи. Поэтому олифы хранят в герметично закрытой посуде. При медленном высыхании олифы на воздухе под действием кислорода образуется эластичная пленка, нерастворимая в воде и органических растворителях.

Третий реакционноспособный компонент воздуха — пары воды — впервые нашел применение в качестве сшивающего агента благодаря развитию химии полиорганосилоксанов. Ранее упоминалось, что атом хлора в группировке Si-Cl легко гидролизуется, таким же свойством обладает ацетоксигруппа, связанная с кремнием, Si-OCOCH₃. При гидролизе, как и в случае хлорсилана, образуются силанольная группа Si-OH и свободная кислота, в данном случае уксусная CH₃COOH. В присутствии кислоты силанольные группы легко конденсируются с образованием силоксановой связи. Химики создали своеобразную композицию, состоящую из органосилоксанового олигомера (с концевыми силанольными группами) и тетраацетоксисилана. В герметично закрытой емкости такая композиция сохраняется неизменной. Но под действием влаги воздуха ацетоксигруппы гидролизуются, возникают силанольные группы, которые в присутствии свободной уксусной кислоты взаимодействуют с концевыми гидроксильными группами олигомера. Образуется резиноподобный материал — силиконовый герметик (рис. 8).



8 Силиконовый герметик

Силиконовые герметики широко применяют в быту. Большинство из них имеют резкий запах уксусной кислоты. Впрочем, существуют композиции без такого запаха, сшивающие агенты в них — алкоксисиланы и некоторые другие легко гидролизующиеся кремнийорганические соединения. Общая схема отверждения приблизительно одинакова.



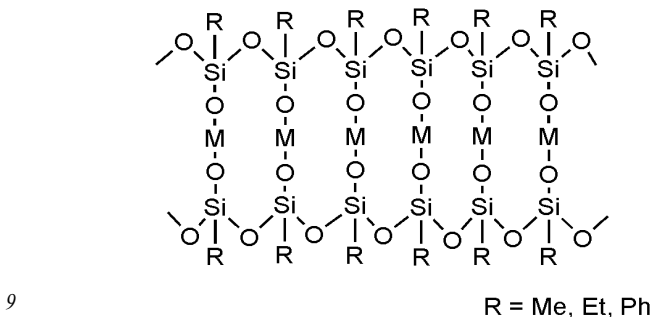
Вторая подсказка природы

Начиная с 1950-х годов химия кремнийорганических соединений бурно развивается, как бы наверстывая упущенное время. Испробовали много различных вариантов: атомы кислорода в силоксановой цепи заменяли углеродом, азотом, серой и некоторыми другими элементами, удалось получить также соединения с различным чередованием таких элементов, как например кремний-кислород-кремний-азот.

Новое направление возникло, когда химики опять задумались над тем, какое же соседство предпочитает кремний. Ответ в очередной раз дал состав земной коры. Ранее мы упоминали, что земная кора на 75% состоит из силикатов. Оказалось, что две трети этого количества приходится на металлосиликаты. Начали искать способы, позволяющие вводить атомы металлов в состав органосилоксановой цепи, и эти работы привели к новому крупному классу соединений — металлоорганосилоксанам. Эти работы начал академик Андрианов и продолжил его ученик профессор А.А. Жданов (1923—2001).

Один из способов введения атомов металла основан на том, что органосилоксановая цепь легко расщепляется при действии щелочи — вот почему химики-кремнийорганики всегда отмывают лабораторную посуду от предыдущих синтезов концентрированными растворами щелочей. При этом образуются водорастворимые органосиланолы — соединения, содержащие группировку Si-ONa.

Наиболее интересными оказались металлоорганосилоксаны, содержащие моноорганозамещенный атом кремния RSi≡ (то есть, у которого один органический заместитель). К настоящему моменту химики получили металлоорганосилоксаны с атомами большинства известных металлов. Эти соединения имеют, как правило, лестничное строение (рис. 9), относительно небольшую молекулярную массу (2—5 тыс.) и способны образовывать хрупкие окрашенные пленки.



9 Лестничное строение олигомерных металлоорганосилоксанов

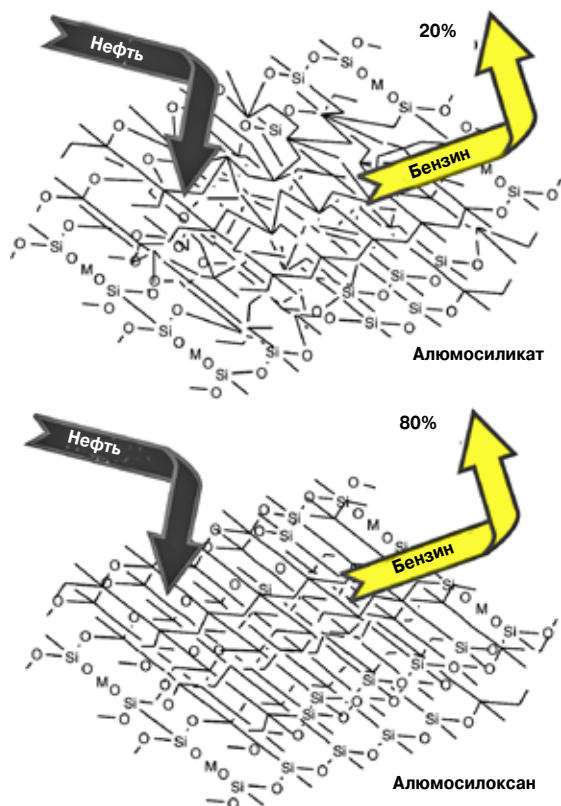
Впрочем, оказалось, что использовать олигомерные металлоорганосилоксаны в качестве связующих для наполненных композиций неперспективно, поскольку они не способны образовывать материалы, обладающие конструкционной прочностью. Их достоинства проявились совсем в иной области, где они оказались вне конкуренции.

Разрушая, созидать

Конструируя сложные молекулы, химик всегда надеется, что у них будут обнаружены необычные свойства. Разрушить продукт кропотливого труда химик решает лишь в том случае, если это помогает установить строение соединения. Но в некоторых случаях интересные свойства появляются после того, как собранная конструкция частично разрушена.

Если алюмофенилсилиоксан нагреть до 400°C, то он начинает терять органические группы. Остаются атомы кремния, кислорода и металла, следовательно, кремнийорганическое соединение исчезает, возникает неорганическое вещество. Для чего в таком случае необходимо было привлекать кремнийорганическую химию, если в итоге получен обычный металлосиликат? Дело в том, что такое соединение сохраняет необычную структуру исходного металлосилоксана и заметно отличается от обычных металлосиликатов, получаемых методами неорганической химии. Эти отличия наиболее отчетливо проявились в каталитических свойствах таких соединений.

Один из наиболее масштабных процессов химической индустрии — крекинг, при котором высококипящие нефтяные фракции расщепляются, образуя вещества с более короткой углеводородной цепью. Так получают смазочные масла и моторное топливо (бензин). Традиционные катализаторы крекинга — алюмосиликаты, на их поверхности происходит расщепление нефтяных продуктов. Однако эффективность подобных катализаторов сравнительно невелика, поскольку структура поверхности нерегулярная. Именно в этой области алюмосилоксаны сумели намного опередить алюмосиликаты. Состав у обоих соединений приблизительно одинаков, но структура алюмосилоксана иная, она сформирована методами элементоорганической химии и сохраняется после удаления органических групп. Такие катализаторы в 4 раза эффективнее (рис. 10).

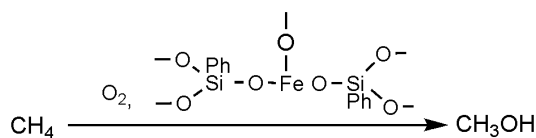


10 Сравнение каталитической активности алюмосилоксана и алюмосиликата

А есть процессы, где соперничество отсутствует, поскольку металлосиликаты в них вообще не работают.

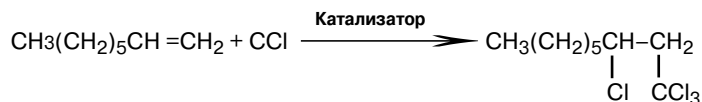
Можно обойтись без разрушений

По существу, металлоорганиосилоксаны — это неорганические соединения, укрытые шубой из органических групп. Это делает их органорастворимыми и позволяет вводить гомогенно в реакционную среду. Соответственно, появляется возможность использовать их в таких областях, в которых обычные силикаты никогда не работали. Например, железосилоксан катализирует окисление метана — это один из способов получения метанола. Благодаря высокой стабильности неорганического каркаса такой катализатор можно использовать десятки раз (рис. 11).

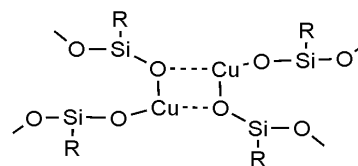


11 Каталитическое окисление метана

Галогенирование органических соединений — очень важная группа промышленных процессов, которая дает продукты, широко используемые в дальнейших превращениях. Взаимодействие непосредственно с галогенами экологически очень неблагоприятный процесс, в котором образуется целый набор различных веществ. В последнее время найдены более деликатные и селективные способы галогенирования, где в качестве реагента, поставляющего галоген, используют CCl_4 или CBr_4 . При взаимодействии таких реагентов с олефинами двойная связь сама указывает то место, к которому должен направиться галоген.

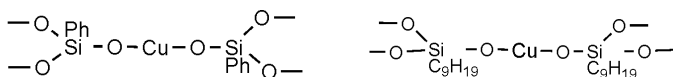
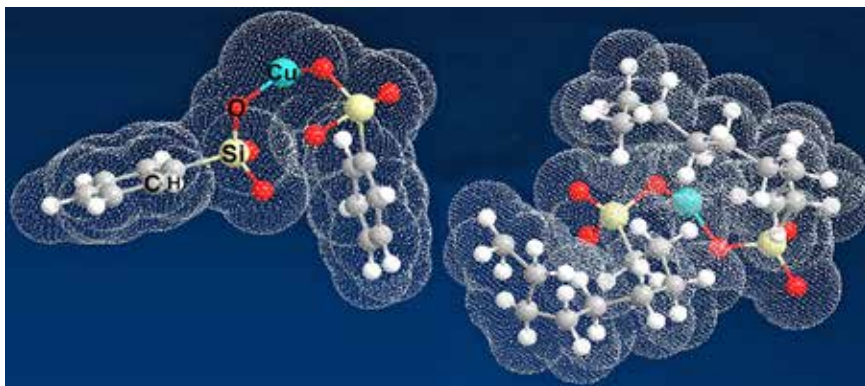


При галогенировании октена по такой схеме в качестве традиционных катализаторов используют комплексы галогенидов меди. Оказалось, что медьфенилсилиоксан также успешно катализирует эту реакцию, и в отличие от традиционных катализаторов его можно использовать многократно без заметного снижения активности. Существенный его недостаток — низкая каталитическая активность в расчете на один каталитический центр, иными словами, не все центры задействованы. Причина в том, что некоторые атомы меди, находящиеся в соседних цепях металлосилоксана, координируются через атомы кислорода (рис. 12).



12 Межцепная координация в олигомерных металлоорганиосилоксанах

Поскольку первичный акт катализа — координация реагента у каталитического центра, из-за межцепной координации часть атомов меди оказывается выключенной из каталитического процесса. На первый взгляд для решения этой проблемы достаточно присоединить к атому металла какую-либо координирующую молекулу, которая, укрывая атом меди, естественно, затруднит межцепное координационное взаимодействие. К сожалению, присутствие лиганда одновременно затрудняет приближение реагирующих молекул к каталитическому центру, то есть не увеличивает, а снижает



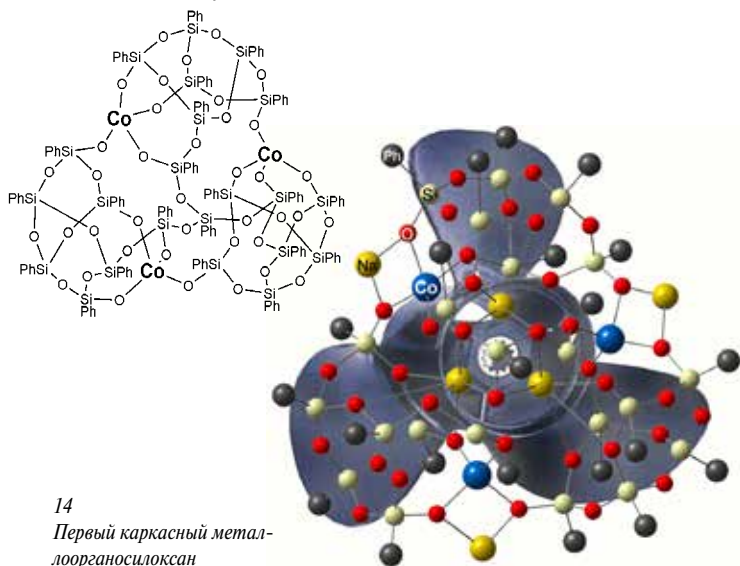
13
Сравнение экранирующего действия фенильных и нонильных групп. Сетчатая поверхность условно обозначает ван-дерваальсовы радиусы, то есть реально занимаемый в пространстве объем

каталитическую активность.

Проблему удалось решить, когда к участию привлекли органическое окружение кремния (рис. 13). Оказалось, что алифатические нонильные группы сильно затрудняют межцепную координацию атомов меди и в то же время не препятствуют приближению органического реагента к каталитическому центру. Дело в том, что они достаточно подвижны, поскольку обладают гибкостью. Органический реагент может такую группу отодвинуть, чего не может сделать находящийся поблизости атом меди. В результате каталитическая активность повышается более чем в четыре раза.

От олигомеров к каркасам

В недрах развивавшейся области, которая исследовала олигомерные соединения преимущественно методами полимерной химии, возникли индивидуальные кристаллические металлоорганиосилоксаны. Долгое время не предполагали, что такие соединения вообще возможны. Первым нарушил эти представления Co,Na-фенилсилоксан каркасного строения (рис. 14). Получили его случайно при синтезе олигомерного кобальтсилоксана, применявшегося для термостабилизации кремнийорганических композиций. Оказалось, что достаточно удачного соотношения исходных реагентов и подходящих условий кристаллизации раствора — и можно выделить индивидуальное кристаллическое соединение, каркас которого напоминает трехлопастный винт.

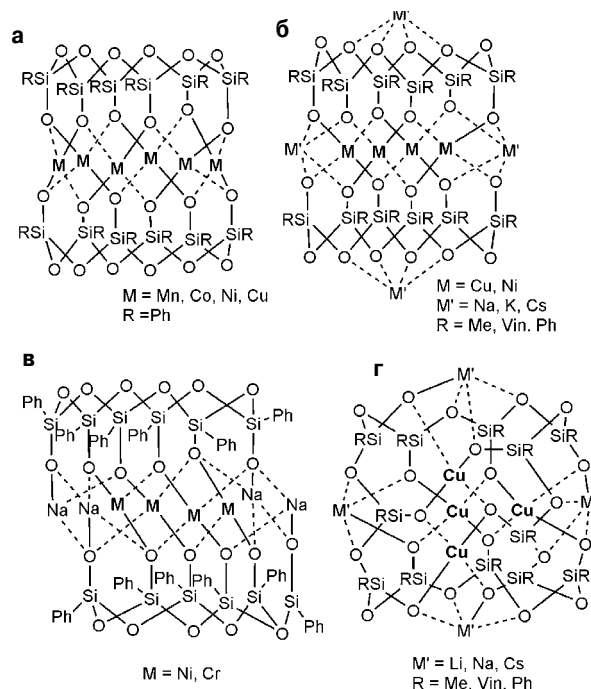


14
Первый каркасный металлоорганиосилоксан

Как часто бывало в истории химии, за первым синтезом «невозможного» соединения последовал поток публикаций, сегодня мы знаем множество подобных соединений. И все же структура Co,Na-фенилсилоксана до сих пор весьма экзотична, ее не воспроизводили в последующих каркасах с различными атомами металлов.

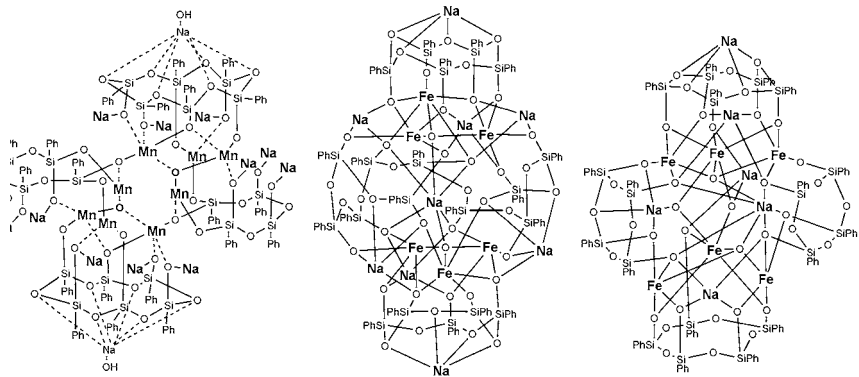
Соединения этого класса эстетически очень привлекательны — изящество каркасных структур дополняется красочным разнообразием самих соединений, окрашенных в цвета соответствующих ионов металлов: кобальт содержащие имеют синий цвет, медь — голубой, никель — зеленый, железо — коричневый. В отличие от неорганических металлосиликатов, которые становятся интересными после ювелирной огранки (хризолит, аквамарин, гранат и др.), каркасные металлоорганиосилоксаны привлекательны уже самой формой молекул. Все это делает синтез таких соединений, изучение их структур, а также знакомство с опубликованными результатами весьма увлекательным.

Наиболее типичная конструкция — шестигранная призма, состоящая из трех поясов — одного металлсодержащего и двух силоксановых (рис. 15а). Примечательно, что боковая поверхность призмы воспроизводит строение лестничных



15
Наиболее типичные структурные варианты каркасных металлоорганиосилоксанов

полимеров, о которых шла речь раньше. При сочетании в структуре поливалентных и щелочных металлов призматическая форма каркаса часто сохраняется (рис. 15 б, в), но существует и глобулярный тип, который получен только для Cu-содержащих соединений (рис. 15 г).

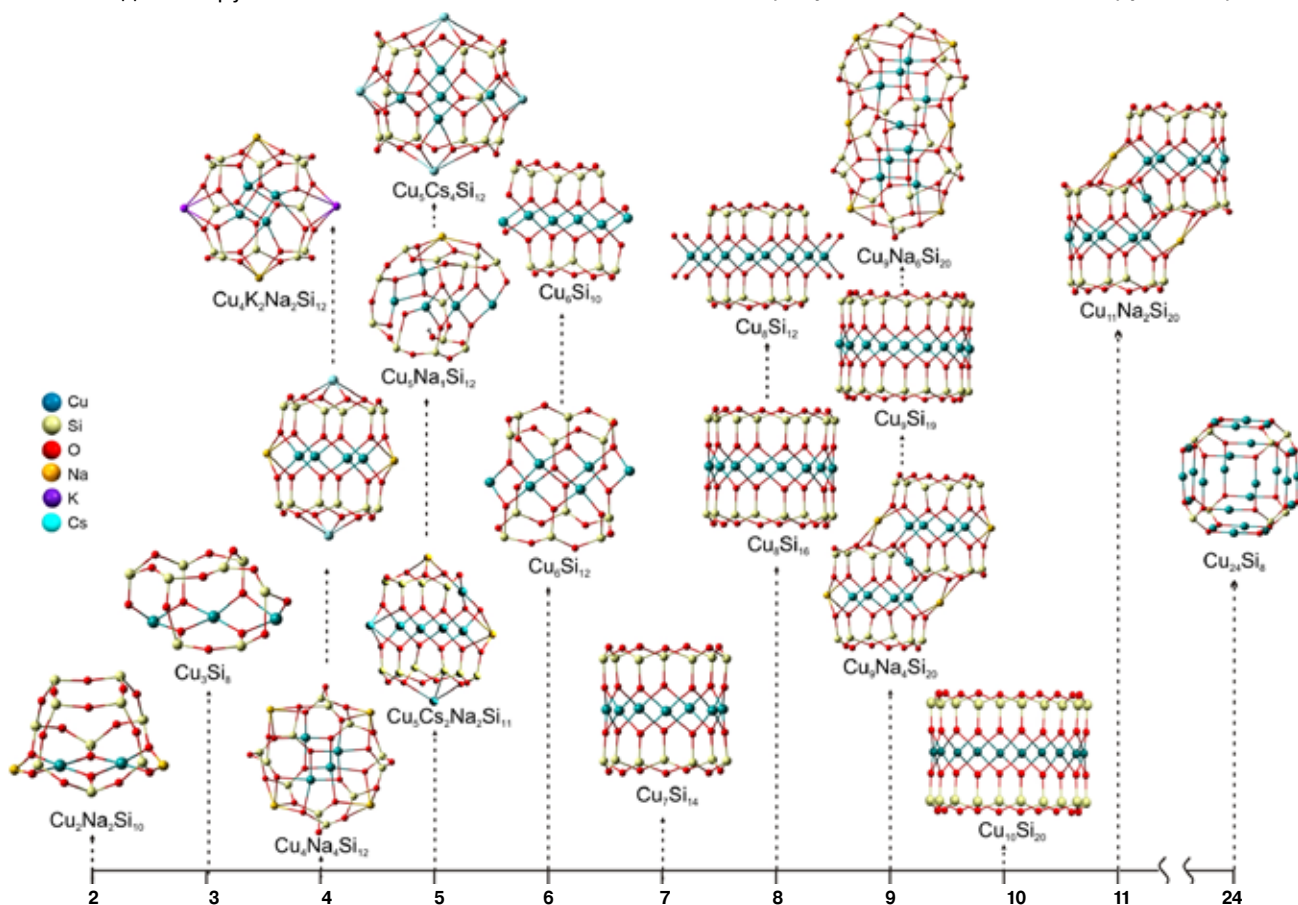


16
Mn, Na- и Fe, Na-содержащие структуры

Помимо типовых, существуют также уникальные каркасы, полученные только с определенными атомами поливалентных металлов (рис. 16).

Химики нашли способы, чтобы сужать и расширять призматический каркас, надстраивать каркасы в два этажа, варьировать величину атомного соотношения Si/M, а также изменять количество атомов поливалентного металла в соединении (рис. 17).

Количество ионов меди в каркасах образует непрерывный ряд натуральных чисел от двух до одиннадцати. При этом после 11 следует 24, и этот разрыв открывает простор для будущего творчества химиков-синтетиков. Каждый изображенный на рисунке одиночный каркас, по существу, это целая группа соединений с разными органическими группами у кремния и вариантами лигандного окружения.



17
Эволюция каркасных форм Cu-содержащих металлоорганиосилоксанов

Намагнитить отдельную молекулу

У каркасных металлоорганиосилоксанов много интересных свойств, но сегодня самыми перспективными кажутся их магнитные свойства. Широко известны вещества, которые после воздействия магнитного поля сами становятся магнитами и сохраняют это свойство после удаления внешнего поля, — их называют ферромагнетиками (термин указывает на то, что впервые подобное свойство обнаружили у железа и его соединений). В ферромагнетиках существуют крупные области (домены) до 10^6 атомов. В немагнитном веществе магнитные моменты частиц ориентированы в доменах параллельно, но домены расположены хаотично, а при намагничивании магнитные моменты молекулярных магнетиков по всей массе вещества выстраиваются параллельно и сохраняют это состояние.

При изменении направления внешнего поля ферромагнетики способны перемагнититься, то есть изменить положение полюсов на противоположное. Это явление позволяет особенно оценить магнитные свойства вещества, и то, как именно это происходит, описывает так называемая петля гистерезиса. Величину напряженности магнитного поля, которая позволяет полностью перемагнитить ферромагнетик, называют коэрцитивной силой. Чем эта величина больше, тем устойчивее магнит к размагничиванию. Сильные магниты используют в измерительных и спектральных приборах, слабые применяют для изготовления сердечников в трансформаторах, кроме того, они удобны для хранения и перезаписывания информации (в научной литературе используют термины жесткий и мягкий магниты).

Ранее было сказано, что магнитные свойства материалов зависят от присутствия в них доменов — крупных агрегатов

магнитоактивных атомов или молекул. В 90-х годах XX века произошло событие, заметно расширившее представления о возможностях магнитных материалов. Оказалось, что можно намагнитить отдельные молекулы в веществе и при этом доменная структура отсутствует. Появился новый класс магнетиков — мономолекулярные магниты (single-molecule magnet). Они сохраняют намагниченность после удаления внешнего магнитного поля, то есть обладают магнитной «памятью», но пока это явление наблюдают только при гелиевых температурах, близких к абсолютному нулю. Точно так же, как у обычных магнитов, у них существует петля гистерезиса. На сегодня получено больше тридцати соединений, обладающих свойствами мономолекулярных магнитов, это органические и неорганические комплексы Mn, Fe, V, Cr, W, Dy, иногда имеющие в составе атомы металлов различной природы. Величина коэрцитивной силы у некоторых из них достигает 50 эрстед (это немного, но сам факт ее существования уже важен, поскольку это принципиально новое явление). Молекулы-магниты в настоящее время интенсивно изучают, они перспективны в качестве элементов высокоплотной магнитной памяти для вычислительных устройств следующего поколения — квантовых компьютеров.

Экспериментально установлено, что некоторые из каркасных металлоорганосилоксанов тоже способны намагничиваться и сохранять это свойство после удаления внешнего магнитного поля. Рекордсмен пока — соединение, содержащее в каркасе пять атомов никеля, у него наибольшая коэрцитивная сила 350 Э (при температуре 1,8 К).

Поскольку такие соединения перспективны для создания новых систем накопления и хранения информации высокой плотности, то понятно, что их изучают с особым вниманием. Но соединения — одно, а готовое изделие — другое, поскольку для их производства необходимо производить разные манипуляции. Каркасные металлоорганосилоксаны здесь имеют преимущества. Все изученные на сегодня моно-



молекулярные магниты — это кластеры, где ионы металлов удерживаются исключительно с помощью координационных связей. Чтобы сформировать тонкопленочные покрытия (например, методами прямого осаждения на поверхность образца или при центрифугировании раствора), нужно растворить соединения в полярном растворителе. В результате координационные кластеры распадаются, нарушается исходная микроструктура, определяющая магнитные свойства. В отличие от кластеров, каркасные металлоорганосилоксаны, содержащие атомы переходных металлов в жесткой конструкции, сохраняют форму каркаса при многократных переходах «раствор — твердое вещество». Это обеспечивает воспроизводимость структурных и физико-химических параметров и, соответственно, магнитных свойств.

Конечно, кремний пока не может составить конкуренцию углероду. И неизвестно, возможна ли кремниевая жизнь. Однако совершенно очевидно, что на его основе можно создавать не только интересные и красивые, но и очень нужные соединения.



Велошлем и летучая мышь

Химики часто стараются внести в свою работу некий элемент эстетики — прежде всего придумывая яркие, образные названия для новых соединений. Вот некоторые примеры, ставшие общеизвестными: адамантан (adamantos — алмаз), птичья клетка, футболон, регбиболл, коронен. Из недавних удачных названий отметим сульфловер, гибрид двух английских слов sunflower — подсолнух и sulfur — сера, иными словами, «серный подсолнух», этот термин упомянут уже более чем в ста работах.

Многие подобные названия обозначают крупные классы соединений: сэндвичевые соединения («потомки» ферроцена), триплдекеры (tripledecker — трехпалубник), хелаты (chelate — клешня), катенаны (catena — цепь), краун-эферы (crown — корона), кластеры (cluster — рой), лестничные полимеры, гребнеобразные полимеры, дендримеры (древовидные полимеры) и многие другие.

Авторы каркасных соединений, упомянутых в статье, не остались в стороне от этой традиции, тем более что архитектура многих из них открывала простор для во-



Cu_2Na_2
Градирия



Cu_4Na_4
Глобула



Fe_6Na_8
Китайский фонарь



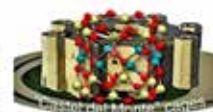
Cu_5Na_4
Велошлем



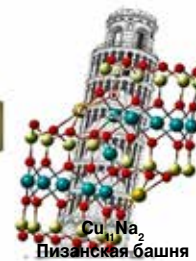
Cu_3
Рыцарский шлем



Fe_2Na_5
Летучая мышь



Cu_3
Восьмигранный замок
«Castel del Monte»



$\text{Cu}_{11}\text{Na}_2$
Пизанская башня

ображения. Названия, показанные ниже, упомянуты в тексте научных статей и сопровождаются рисунками в графических рефератах, предворяющих публикацию, а иногда располагаются на обложке номера.

Самые авторитетные научные журналы часто помещают на своих страницах подобные иллюстрации, уважая образные фантазии создателей этих необычных молекулярных конструкций.

Химики заставили два атома прореагировать друг с другом

ХЕМОСКОП



Масштабы проведения химических реакций разнообразны — от микропроточных реакторов и лабораторных колб разного размера до промышленных установок. Исследователи из США провели химическую реакцию в самом малом масштабе — с помощью оптического пинцета они сблизили атомы натрия и цезия, заставив их образовать химическую связь, и получили молекулу Cs–Na («Science», 2018, doi: 10.1126/science.aar7797).



Обычно химическая реакция протекает в результате случайного столкновения большого количества частиц — атомов или молекул. События, которые при этом происходят, — разрыв старых и образование новых химических связей, перераспределение электронной плотности — зависят от вероятностей. Это, в свою очередь, означает, что все наши представления о механизме реакции — не что иное, как усреднение картины многочисленных столкновений. Некоторые методики слежения за химическими реакциями позволяют узнать, что происходит при взаимодействии сравнительно небольшого количества частиц — сотен или тысяч (для химии это действительно немного), однако наблюдать за взаимодействием пары атомов пока еще не удавалось.

Атом натрия удерживали с помощью одного оптического пинцета, атом цезия — с помощью другого. Пинцеты, работой которых управляли при температуре ниже 1 мкК, помещали атомы в реакционную камеру, в которой и возникла молекула NaCs

Кан-Куэнь Ни из Гарварда с коллегами предположили, что для наблюдения за такой «элементарной» химической реакцией нужно не полагаться на милость природы, то есть на процессы диффузии либо пересечение пучков реагирующих частиц, а поймать отдельные атомы и приблизить их друг к другу, тщательно контролируя «стыковку». Для такого минималистического подхода исследователи захватили двумя оптическими пинцетами атом цезия и атом натрия. Оптический пинцет — это ультраохлажденный лазерный инструмент, позволяющий удержать

атом или большую по размеру структуру, по сути, в луче света.

Частота одного оптического пинцета составляла 700 нм, другого — 976 нм. Различная поляризуемость атомов натрия и цезия означает, что натрий может связываться оптическим пинцетом с длиной волны 700 нм, а цезия — 976 нм. Таким образом, с помощью разных по частоте оптических пинцетов эти два атома можно удерживать на расстоянии друг от друга и независимо перемещать их в небольшом объеме. Исследователи внесли атомы в отдельную дипольную ловушку, где превратили их в молекулу с помощью фотона в ходе процесса, известного как реакция фотоассоциации. Мономолекулярная спектроскопия дала возможность проследить за реакцией и определить химические характеристики продукта — было доказано образование молекулы, состоящей из одного атома натрия и одного атома цезия.

Предполагается, что таким способом будет можно создавать и другие двухатомные молекулы. Их потенциальная значимость — не только теоретическая: известно, что молекулы, подобные NaCs, существуют в единственном квантовом состоянии, и это позволяет использовать их как кубиты — эквиваленты битов для квантового компьютера. Можно представить, совсем уже в отдаленной перспективе, как в таком компьютере будущей системы ловушек и лазерных пинцетов создаст трехмерную систему кубитов.

Пептиды заменяют бормашину

ХЕМОСКОП



Исследователи из Университета Вашингтона разработали удобный подход к лечению зубов. Суть его в том, что для восстановления эмали зубов и лечения кариеса будут применяться белковые молекулы («ACS Biomaterials Science and Engineering», 2018, doi: 10.1021/acsbmaterials.7b00959).



Как отмечает руководитель исследования профессор Мехмет Сарикайя, направляемая пептидами реминерализация зубной эмали — хорошая альтернатива существующим в наше время способам лечения кариеса, и, думаю, что многие читатели, которых заставляет нервничать визг бормашин, согласятся с ним.

Биомиметическая технология восстановления зубной эмали с помощью пептидов

Кариозное поражение зубов нельзя назвать мелким неудобством — в соответствии с информацией Всемирной организации здравоохранения, от кариеса страдают практически все возрастные группы, и болезни зубов зачастую становятся причиной заболеваний внутренних органов. Помимо этого, прямые и косвенные расходы на лечение кариеса ложатся тяжелым финансовым бременем на отдельных граждан и всю систему здравоохранения.

Бактерии, живущие в полости рта, перерабатывают сахарозу и другие углеводы, и образующиеся при этом кислоты деминерализуют зубную эмаль. На ранних стадиях разрушение эмали протекает практически безболезненно, однако более глубокое повреждение эмали и находящегося под

ней дентина приводит к серьезным проблемам, и, если вовремя не вылечить зуб, его можно потерять. Потеря или удаление зуба, в свою очередь, грозит серьезными последствиями для оставшихся зубов и десен, равно как и в целом для здоровья пациента, а в некоторых случаях и для его жизни. Конечно, лучший способ борьбы с кариесом — профилактика, но все наши зубные пасты, щетки и нити, хотя и снижают риск развития кариеса, не предотвращают его полностью.

Для разработки нового метода лечения зубов исследователи из Университета Вашингтона использовали информацию о принципе работы белков, регулирующих формирование зубов. Ключевым ингредиентом новой технологии стали

производные амелогенина — белка, принимающего участие в формировании зубной эмали. В ходе лечения эти производные белка позволяют восстановить минеральную структуру естественной эмали зуба. За одно применение нового препарата удается восстановить слой эмали толщиной 10—50 мкм.

После окончательной доработки новый препарат можно будет добавлять в биомиметические зубные пасты, гели, растворы для полоскания — все эти средства гигиены полости рта обеспечат не только профилактику кариеса, но и его лечение. Новый подход позволит ежедневно восстанавливать и упрочнять эмаль зуба; ожидается, что он будет безопасным и для взрослых, и для детей.

Неорганический полупроводник эластичен как металл

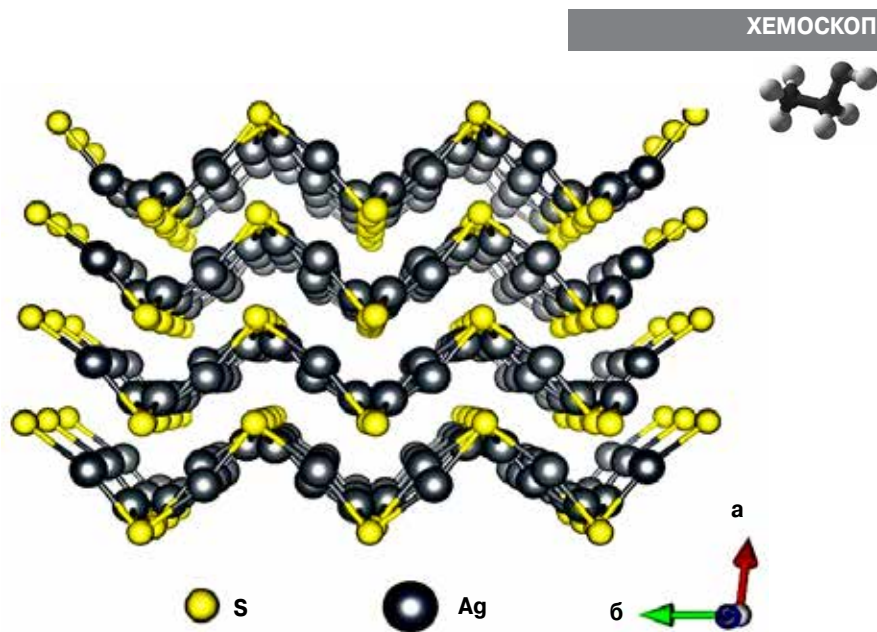
Совместная работа исследователей из Китая и Германии позволила создать полупроводник, пластичный, как большинство металлов, но при этом сохраняющий особые электронные свойства. Предполагается, что этот материал может быть полезен для разработки гибкой электроники, например для гибких манипуляторов робототехники («Nature Materials», 2018, 17, 421—426, doi: 10.1038/s41563-018-0047-z).

Большинство металлов пластичны, их можно вытянуть в тонкие провода, а полупроводники хрупкие — это свойство связано с их низкой электропроводностью. Внешние электроны металла в металлической кристаллической решетке образуют многоцентровые связи, которые не только позволяют перемещаться носителям заряда, но и делают проводник более податливым. Ионные или ковалентные связи, формирующиеся в полупроводниках, способствуют удержанию электронов на месте и не дают материалу изменять форму. Большая часть полупроводников разрушается при удлинении не более чем на 1%. Однако Лидун Чэнь и его коллеги из отделения Академии наук КНР в Шанхае обнаружили, что полупроводящий материал α - Ag_2S более пластичен, чем многие сплавы металлов, хотя ширина его запрещенного слоя (энергия, необходимая для переноса электрона в область проводимости) почти такая же, как у кремния.

Совместно с Юри Грином и Ульрихом Буркхартом из Института химической физики твердого тела имени Макса Планка (Дрезден) китайские исследователи выяснили, что материал отличается сложной слоистой структурой, в которой отдельные атомы серебра, выходя из «своих» слоев, формируют полярные многоцентровые связи с атомами серы. При деформации кристалла эти атомы серебра могут изменять положение и тем самым позволяют кристаллу менять форму, не разрушаясь. В отличие от многослойной графена или дисульфида молибдена, в которых слои удерживаются только силами Ван-дер-Ваальса, в α - Ag_2S разрушение связей между слоями энергетически невыгодно, и материал становится более пластичным и эластичным.

Исследователи уверены, что такой материал найдет применение во многих областях, например при создании гибких термоэлектрических устройств, которые, прилегая к коже носителя, смогут использовать тепло тела для выработки электричества. Грин надеется, что и другие ученые заинтересуются поисками новых материалов с аналогичным мотивом строения. По его словам, существует немало соединений, в которых наблюдается подобная миграция атомов или ионов, однако никто еще не пытался изучать эти вещества как полупроводники.

Выпуск подготовил кандидат химических наук
А.И. Курамшин



Слоистая структура полупроводника α - Ag_2S

Америций: факты и фактики

А. Мотыляев

Чем америций дорог химикам? Актиноидной теорией; именно ее пришлось придумать первооткрывателю 95-го элемента Гленну Сиборгу, чтобы найти надежный способ его выделения из массы продуктов распада урана.

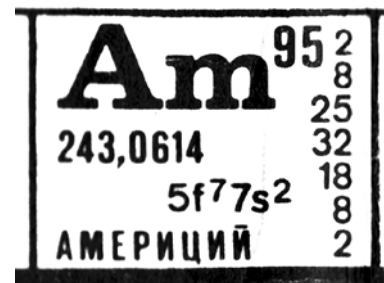
История вышла такая. К концу войны американцам, создававшим атомную бомбу, стало ясно, что взрывчатое вещество — плутоний-239 — нужно тщательно очищать: чем больше примесей, тем больше критическая масса плутония, при которой происходит атомный взрыв, соответственно, бомба обходится дороже. Но от чего нужно очищать плутоний? Его получают в атомном реакторе, где уран-238 облучается нейтронами, возникшими при ядерном распаде урана-235. При этом возникают и другие изотопы. Какие, что с ними происходит — в то время никто не знал. Решение было найдено: смоделировать процесс с помощью ускорителя частиц. В распоряжении участников Манхэттенского проекта был циклотрон Эрнста (Точно не Эрнеста? Эрнст — немецкая форма.) Лоуренса (это в честь него назван знаменитый американский ядерный центр — Лоуренсовская национальная лаборатория Минэнерго США). В нем и стали бомбардировать мишень из плутония-239 сначала нейтронами, а потом ядрами дейтерия, однако безрезультатно. Мысль ученых работала так. Предыдущие элементы — уран, нептуний, плутоний — по химическим свойствам оказались похожими друг на друга и совсем не похожими на вольфрам, осмий и рений, под которыми они должны бы располагаться в таблице Менделеева. В частности, все они проявляли валентность +6. Из предположения, что и следующий элемент, 95-й, продолжит эту тенденцию, возникло мнение, что отделить его химически будет очень сложно. Поэтому понадеялись на физические следы — испускание альфа-частиц; сомнений в том, что искомым элементом будет радиоактивным, не было.

Однако новых альфа-излучателей после бомбардировки плутония нейтронами заметить не получалось. А должны они возникать? Да. Плутоний-239, захва-

тив нейтрон, становился плутонием-240. Тот, получив нейтрон, — плутонием-241. В конце концов пересыщенное нейтронами ядро должно стать нестабильным — испустив бета-электрон, превратив нейтрон в протон, стать ядром следующего элемента. После нескольких месяцев неудач решили перешагнуть через не получающийся 95-й элемент и провели бомбардировку альфа-частицами — она должна была давать элемент 96. И опять по излучению продуктов реакции новых элементов замечено не было.

Так пришлось задуматься о тяжелом процессе химического выделения элементов с неизвестными свойствами. На что может быть похож искомым 95-й? В принципе, уже можно было догадаться, что тяжелые элементы не следуют общему ходу таблицы, а образуют ряд, подобный лантаноидам. Но где его начало? Многие физики предполагали, что это уран, который еще в 1961 году в некоторых учебниках располагался на месте нынешнего курчатовия. Этот ряд называли трансуранами, а характерной для них валентностью была +6. Сиборг же, внимательно присмотревшись к свойствам протактиния, урана, плутония, предположил, что ряд начинается актинием и тогда 95-й элемент оказывается по свойствам близким к европию, то есть проявляет валентность +3. А связано это с тем, что по мере утяжеления элемента в ряду актиноидов экранирующая способность f-электронов падает и валентность снижается до той, что присуща лантаноидам, — оба ряда оказываются родственниками.

Эта идея оправдалась — с ее помощью из раствора плутония удалось выделить смесь элементов 95 и 96: облучение нейтронами плутония неизбежно порождает 96-й элемент — он получается при попадании нейтрона в дочерний 95-й. Вот их-то разделить действительно сложно. Согласно легенде, кто-то из химиков Сиборга предложил называть эти элементы пандемониумом и делириумом: первое можно перевести как «скопление демонов», а второе — от латинского delirium, «безумие». Но лингвистический эксперимент не прошел: 95-й элемент



назвали америцием, взяв кальку с его ближайшего родственника европия, а 96-й — кюрием.

История открытия америция не обошлась без курьеза. Когда в 1945 году гриф секретности с Манхэттенского проекта был частично снят и физикам разрешили сообщить об открытых в ходе его выполнения химических элементах, это хотели сделать на конференции Американского химического общества 16 ноября. Однако за пять дней до того, выступая по радио, Гленн Сиборг проболтался. Отвечая на вопрос любознательного школьника, что они еще нашли в реакторе кроме нептуния и плутония, он сказал: «Ваши учителя теперь должны знать, что в Периодической таблице не девяносто два элемента, а все девяносто шесть».

Чем хорош америций? Хорош не всякий америций, а изотоп америций-241. Его период полураспада велик — 433 года, тем не менее его радиоактивность велика: такой америций светится в темноте. При этом америций-241 испускает и альфа-частицы, и гамма-кванты. У этих гамма-квантов энергия невелика, и от них можно защититься свинцовой оболочкой небольшой толщины. Это делает америций неплохим источником альфа-частиц, с которым удобно работать. А учитывая то обстоятельство, что в атомном реакторе его образуется относительно много, такой изотоп удастся использовать, выделив его из отработанного топлива АЭС.

Как используют америций-241? Он есть в каждом современном доме — крошечный кусочек америция имеется в датчике дыма. Испускаемые америцием-241 альфа-частицы ионизируют воздух и создают слабый электроток в датчике. Дым же току препятствует, и датчик срабатывает. Из америция-241 и бериллия-9 делают источники нейтронов для так называемого нейтрон-активационного анализа: образец бомбардируют нейтронами, которые, внедряясь в ядра, вызывают наведенную радиацию. По возникающим спектрам излучения судят о наличии и количестве того или иного элемента в образце. Этим методом, в частности, можно выявлять подделки

предметов искусства. Такой анализ проводят и с помощью нейтронов, образующихся в атомном реакторе, но это требует командировки в соответствующий центр. Использовать компактный источник несколько проще, но метод становится менее чувствительным.

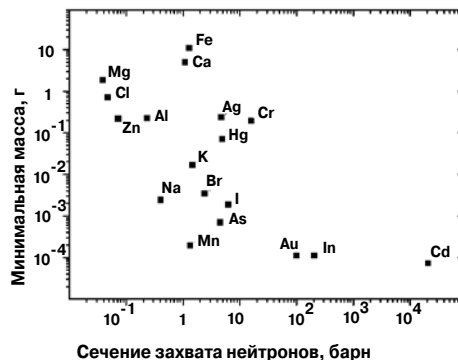
Америций-бериллиевый источник работает так. Вылетевшая из америция альфа-частица попадает в бериллий, и тот становится радиоактивным углеродом-13, который избавляется от лишнего нейтрона, становясь углеродом-12. В общем, на каждый миллион альфа-частиц, вылетевших из америция, получается 30 нейтронов. Они дают вполне достаточный поток для того, чтобы находить в веществе тот или иной элемент.

Америциевые и америций-бериллиевые источники служат также для измерения толщины стенок различных металлических изделий и многих других технологических нужд.

Полетит ли америций в космос?

Возможно, во всяком случае, с 2014 года Еврокомиссия финансировала работы по созданию америциевого источника энергии для космических аппаратов. Для изучения дальних объектов Солнечной системы, а также неосвоенных участков любых космических объектов солнечная энергетика не годится. Именно исследователи из Европейского космического агентства убедились в этом на собственном горьком опыте — при провале в 2016 году экспедиции «Розетта» к комете Чурюмова — Герасименко. Напомним, что тогда посадочный модуль «Филь» в силу цепи случайностей после спуска на поверхность кометы оказался в тени и на остаток энергии смог выполнить лишь ничтожную часть своей программы. В результате продолжавшаяся десять лет экспедиция порадовала пользователей Интернета красивыми картинками кометы в разные моменты ее полета вокруг Солнца, а вот главное — установление ее строения и химического состава — до конца выполнено не было. Мощный источник энергии, в котором радиоактивный элемент нагревает термоэлектрический преобразователь, будь он установлен на борту «Фил», защитил бы от такого конфуза.

В XX веке оптимальным элементом для таких источников питания считали плутоний-238. Он образуется в атомном реакторе, но его не отделяют от остальных изотопов плутония, а получают облучением нейтронами нептуния, который выделяют из отработанного топлива АЭС. Технология эта очень затратная, но во время соревнования двух систем деньги на нее находились. В 1988 году в США прекратили производство этого изотопа и закупили его в СССР, а потом в



Оценка минимальной массы элемента, определяемой с помощью америций-бериллиевого источника нейтронов («Applied Radiation and Isotopes», 2003, 59, 263–266; doi:10.1016/S0969-8043(03)00167-2)

РФ, пока отечественное производство также не было прекращено. В общем, запасы плутония-238 были потрачены на американские экспедиции, исследовавшие Юпитер («Галилео», «Улисс»), Сатурн («Кассини») или Плутон («Нью Хорайз»), а возобновлять производство никто не собирается из-за дороговизны. Америций-241 может послужить неплохой заменой плутонию-238, хотя он и уступает ему в четыре раза по теплотворной способности, рассчитанной на единицу массы. Однако в том плутонии, что получается из отработанного топлива АЭС, америция много, и его становится все больше по мере старения этого топлива — плутоний-241 с периодом полураспада 18 лет постоянно превращается в америций. Исследователи из Лестерского университета, которые были главными в этом евроисследовательском проекте, подсчитали, что в их распоряжении 120 тонн выделенного из отработанного топлива плутония, в которых имеются две-три тонны америция-241. Если придумать эффективный метод выделения этого изотопа, можно сделать много надежных и мощных источников электричества для космических экспедиций. Важное отличие америциевого источника от плутониевого в том, что за двести лет работы его мощность упадет лишь на 30%, в то время как у плутониевого — на все 80%. Получается, что, если предположить продолжение экспедиций к окраинам Солнечной системы, без тщательных исследований по технологии и материаловедению америция не обойтись. Правда, с учетом кризисного состояния мировой космонавтики надежд на это немного.

Чем плох америций? Своей радиоактивностью, большим временем жизни и происхождением из плутония-241. Этот изотоп плутония неизбежно образуется в реакторе атомной электростанции и присутствует в составе плутония, взрывающегося в атомной и термоядерной

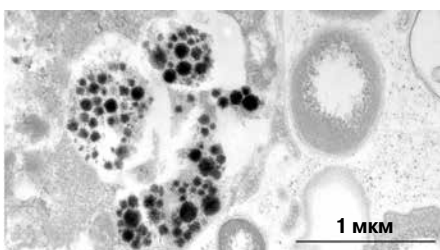
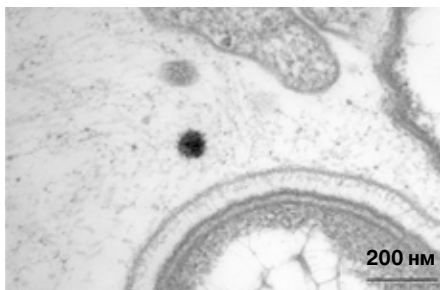


бомбах. Таким образом, сначала плутоний-241, а потом и рождающийся из него америций всегда присутствуют в местах атомных испытаний и аварий на атомных электростанциях. И если главные опасные изотопы — цезия и иода — за несколько десятилетий фактически исчезают, то содержание америция только нарастает — плутоний-241 постоянно в него превращается. Со временем радиоактивный америций становится главным радиоактивным элементом, представляющим опасность для человека в загрязненных районах.

Как много америция получается после аварий на АЭС?

Найти такие сведения нелегко. Например, сколько плутония-241 уткло в океан из АЭС Фукусима и сколько америция в результате ежегодно оказывается в организмах обитателей Тихого океана — не сообщается. А вот в Чернобыле оценки сделаны: из реактора вылетело примерно полтора килограмма плутония-241, который, будучи тяжелым элементом, практически полностью осел на почву в тридцатикилометровой зоне отчуждения, где и превращается сейчас в америций. Какова его дальнейшая судьба?

Актиноиды не играют никакой роли в живых организмах, поэтому они преимущественно покидают организм. Америций не составляет исключения: коэффициент всасывания его в желудке и кишечнике — одна десятитысячная доля, растения его тоже почти не усваивают. Поэтому сильнее всего плутоний и америций накапливают кабаны, у которых почва составляет до 2% съеденной пищи — в почве загрязненной зоны радиоактивные частицы, естественно, содержатся. В первую очередь страдает печень кабана — там америция в несколько раз больше, чем в содержимом желудка. По оценкам специалистов Полесского государственного радиационно-экологического заповедника («Известия НАН Беларуси. Серия биологических наук», 2014, 3, 94—100), через легкие в организм кабана попадает в тысячу раз меньше плутония и америция, чем со съеденной почвой (у человека главный путь попадания плутония — именно через легкие). Из этого исследования можно сделать

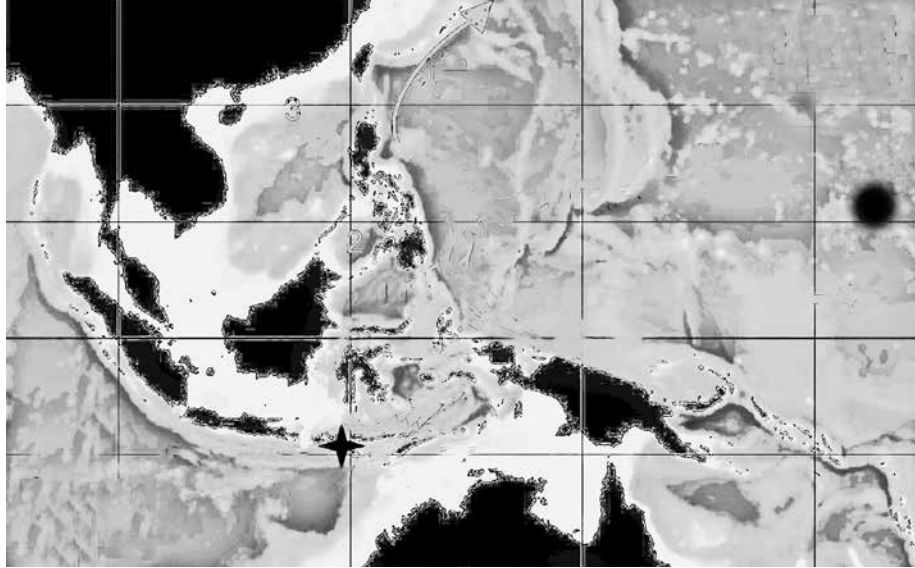


Частицы европия (им моделируют америций), образовавшиеся в межклеточном пространстве (вверху) и в вакуолях (внизу) губки («*Environmental Science and Technology*», 2016, 50, 19; doi: 10.1021/acs.est.6b01896)

вывод, что предложения вовлечь некоторые земли чернобыльской зоны в хозяйственный оборот должны учитывать особенности поведения америция и плутония в гео- и биосфере.

К сожалению, в научной печати почти не обсуждается вопрос о поведении плутония и америция в морских организмах. Один из немногих установленных фактов — губки, как и растения, не употребляют поглощенный америций, он образует нанометровые отложения на скелете и на внешней поверхности этих организмов, а также откладывается в вакуолях клеток. Хорошо, что губок человек не ест, а то такая частичка, попав в организм, может где-то застрять и стать долговременным источником внутреннего облучения.

Каков главный источник америция на Земле? Первенство принадлежит не авариям на АЭС, а ядерным испытаниям, даже для регионов, не слишком удаленных от места аварии. В результате взрывов атомных зарядов, особенно в атмосфере, произошло как глобальное, то есть распределенное по всему земному шару, так и локальное, в месте проведения испытания, выпадение



радиоактивных веществ. В частности, плутоний-241, который превращается в опасный америций, глобально выпало 95 кг. Эти элементы неизбежно оказываются и в организме человека. Вот, например, эксперимент, который поставили польские медики («*Journal of the Radioanalytical and Nuclear Chemistry*», 2014, 299, 1379—1388; doi: 10.1007/s10967-013-2850-y). Они собрали коллекцию костей, удаляемых у жителей Кракова и его окрестностей при замене тазобедренного сустава, и проанализировали содержание в них изотопов плутония и америция. Оказалось, что основную дозу этих элементов пациенты получили в 60-х годах именно из-за глобального выпадения, причем те, кто были в то время детьми, собрали больше плутония. Как предполагают авторы, у детей такие элементы выводятся хуже. Чернобыльский же вклад был практически незаметен — его оценили менее чем в 5%. Интересно, что сильную корреляцию содержания америция в костях исследователи выявили с двумя привычками обследованных пациентов: курением сигарет и поеданием грибов.

В океане область повышенного загрязнения америцием и плутонием порой оказывается за тысячи километров от источника («*Scientific Reports*», 2017, 7:44679; doi: 10.1038/srep44679). Так, американцы и французы проводили испытания на атоллах в Океании (последние — вплоть до 90-х годов XX века). Северное экваториальное течение разносило и разносит выпавший при этом плутоний и образующийся из него америций в двух направлениях: на север, мимо Филиппин и далее с течением Курошио в Восточно-Китайское море, и на юг в виде течения Минданао к островам Индонезии. Игра течений столь причудлива, что максимум америциевого загрязнения нашли у берегов лежащего уже в Индийском океане острова Сумба, входящего в состав Малых Зондских островов. Вклад от

Америций и плутоний, образовавшиеся при атомных взрывах в Океании (кружок) сконцентрировались за тысячи километров (крестик) («Scientific Reports», 2017, 7:44679; doi: 0.1038/srep44679)

глобального выпадения в отложениях у Сумбы также удалось заметить, но он был относительно небольшим на фоне американских и французских взрывов. Отсюда следует, что в глобализованном мире, в котором продукты питания легко переносятся с одной стороны земного шара на другую, шанс проглотить частицу америция есть буквально у каждого, была поблизости авария или нет. Того америция, что нынче рассеивается в море и на земле, хватит на несколько сот лет, пока он весь не распадется и не станет более безопасным нептунием-237 с периодом полураспада 2,2 млн лет.

Насколько опасен америций для человека? Напрямую никто такие опыты не проводил; об опасности судят по радиоактивности этого элемента, а она высока. Однако порой случаются несчастные случаи со счастливым исходом. Например, в 1983 году один молодой человек вдохнул аэрозоль из оксидов плутония и америция («*Radiation Protection Dosimetry*», 2015, 164(1-2): 57—64. doi: 10.1093/rpd/psu342). После этого он стал объектом пристального внимания медиков, которые следили, как радиоактивные элементы из него выходят. А вдохнул он много, получив внутреннее облучение раз в двадцать больше допустимого годового уровня. И что? А ничего: вплоть до 2013 года, когда проходило очередное обследование, этот человек пребывал в добром здравии.



Наука и ее патенты

Кандидат юридических наук

О.В. Ревинский

Многие считают, что патенты должны оформляться в технике, а не в науке, что ученый должен открывать законы природы, а инженер, создающий что-то новое, должен это новое патентовать. Однако во многих случаях и ученому стоит обратить внимание на возможность патентования своих результатов. Это поможет закрепить приоритет, а в некоторых случаях и принесет доход.

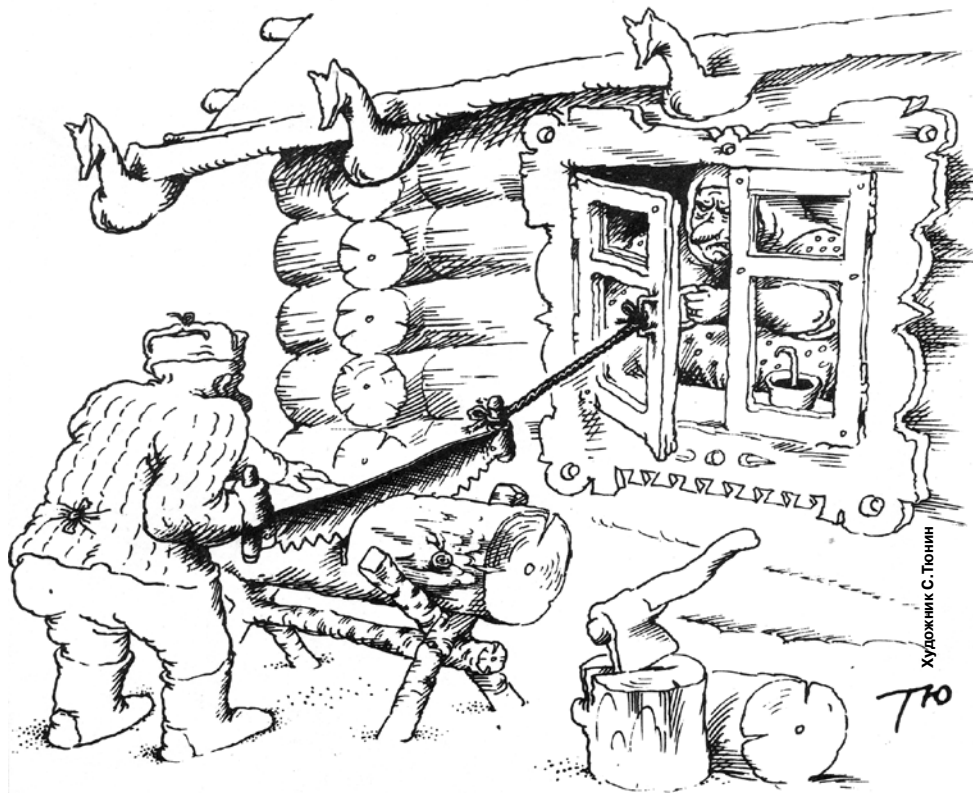
Отечественная наука сегодня переживает общеизвестные сложности. Это касается и деятельности Академии наук, и реструктуризации научных институтов, и совершенствования отчетности в их деятельности. В этой связи важно прояснить вопрос о роли патентования в работе научных учреждений.

По-видимому, никто не станет спорить с тем, что многие открытия и изобретения важны не сами по себе, а для реализации конкретных задач. Разумеется, звание автора открытия или изобретения весьма почетно и престижно, и с этой точки зрения публикация об успехе в исследовании важна, чтобы автор смог «застолбить» свой приоритет. Но если в случае открытия такой публикации может оказаться достаточно, то для изобретения все гораздо сложнее. Однако давайте по порядку.

И открытие, и изобретение, и статья в научном журнале, и пост в Интернете — все эти разные по своей природе объекты объединяет их происхождение. Действительно, в приведенном перечислении дана малая часть того, что именуется результатами интеллектуальной деятельности (далее будем сокращать выражение «результат интеллектуальной деятельности» до РИДа). Интеллект же присущ только людям — не будем углубляться в спор о «машинном разуме» или «искусственном интеллекте», в контексте данной статьи это преждевременно. Пока будем считать, что выдавать те или иные результаты своей интеллектуальной деятельности может человек.

Создаваемые человеком РИДы могут быть, конечно, направлены на некие отвлеченные или духовные цели, первоначально даже исключаящие саму мысль о какой-то их коммерциализации. «Я далек от меркантильных помыслов, я работаю для вечности» — такая позиция вполне возможна. Но зачастую даже и эти, рассчитанные на вечность результаты позже становятся рыночными объектами, принося доход от продажи, экспозиции и т. д. А что уж говорить об утилитарных РИДах вроде изобретений, полезных моделей или промышленных образцов, которые с самого начала ориентировались именно на получение дохода от их использования!

Однако для того, чтобы получать доход, результаты нужно каким-то образом приспособить к гражданскому обороту, то есть к рынку. А как это сделать?



Художник С. Тонин

В отличие от материальных, осязаемых вещей РИДы — нематериальные, идеальные объекты. Их нельзя отграничить в пространстве и установить над ними свое владение, как это делается с материальными объектами. Стало быть, сами по себе они не оборотоспособны, их нельзя продавать так же, как вещи, владение которыми означает право собственности на эти вещи, принадлежащее их владельцам. Непосредственно владеть РИДами нельзя, права собственности на идеальные объекты существовать не могут. Но можно установить на них похожее право, которое будет играть ту же роль, которую право собственности играет для материальных вещей. И такое право устанавливается — для разных РИДов по разным основаниям — и называется исключительным правом. Это исключительное право является имущественным, то есть как раз оборотоспособным, и в случае его признания переводит соответствующий интеллектуальный результат в интеллектуальную собственность того, кто таким исключительным правом обладает.

Исключительное право — главная составляющая интеллектуальных прав, куда могут также входить еще и личные неимущественные и некоторые иные права. Интеллектуальные права на конкретный РИД, воплощенный в соответствующем материальном объекте (изобретение — скажем, в конструкции устройства или в составе лекарства, промышленный образец — во внешнем виде того же устройства или в форме упаковки того самого лекарства), никак не связаны с правом собственности на этот материальный объект: обладатель патента остается таковым и после того, как перестает быть собственником (то есть после продажи) устройств или лекарств, в которых воплощен запатентованный интеллектуальный результат.

Как устанавливаются эти самые интеллектуальные права? Для разных РИДов (либо приравненных к ним средств индивидуализации, вроде фирменных наименований или товарных знаков) — по-разному. Когда создается то или иное произведение науки, литературы и искусства, интеллектуальные права возникают по факту выражения произведения в любой объективной форме. Написан текст, нарисована картина, снята фотография, набрана программа — возникает совокупность интеллектуальных прав (в том числе главное — исключительное право), и никакой регистрации не требуется.

Это обусловлено тем, что каждый автор, если он работает независимо, вкладывает в создаваемый РИД часть своей личности, своей уникальности. И правовая охрана такого интеллектуального результата устанавливается именно на его объективированное выражение — на тот конкретный текст, изображение, исходный код, в котором это произведение выражено.

Возникающие на выраженное в объективной форме произведение интеллектуальные права именуется авторскими правами. Содержательная же часть произведения, его сюжет, такой охраной не охватывается. Вспомните, сколько разных поэтов написали стихотворение «Памятник». Однако никто не скажет, что, позаимствовав сюжет у Горация, они нарушили его авторские права — но они приобрели свои авторские права на собственные сочинения.

В случае создания новшеств, когда имеет значение сущность, выражением уже не обойдешься, потому что разные авторы могут придумать одну и ту же сущность независимо один от другого. Вспомним хотя бы нашего А.С. Попова и итальянца Гульельмо Маркони. Появление телефона и вовсе не обошлось без своего рода трагедии: его изобретатели, независимо работавшие американцы Александр Белл и Элиша Грей, оба подали заявки на патент, и эти заявки поступили в Патентное ведомство США с разницей в два часа, из-за чего Грею отказали. Значит, нужна иная система предоставления интеллектуальных прав. И такая система устанавливает патентные права путем регистрации новшества, если оно действительно ново.

Устанавливаемое исключительное право разрешает своему обладателю самому использовать соответствующий РИД и распоряжаться этим правом использования, то есть либо полностью отчуждать его кому-то еще, либо только разрешать какое-либо использование, не теряя при этом исключительного права (лицензирование). Исключительное право, в отличие от права собственности, всегда срочное: при условии их ежегодного поддержания патенты на изобретения действуют 20 лет, на полезные модели 10 лет, на промышленные образцы 5 лет (но последние можно продлевать еще четыре раза по 5 лет). В авторском же праве охрана продолжается всю жизнь автора плюс 70 лет после его смерти.

Исключительное право, устанавливаемое согласно тем или иным нормам российского законодательства, действует в границах нашей страны. Иными словами, патент, выданный в РФ, не будет действовать ни в одной другой стране мира, точно так же, как и патенты, выданные в любой другой стране, будут действовать только в стране выдачи — разве что патент, выданный в региональной организации, действует в нескольких странах соответствующего региона. Например, патент Евразийского патентного ведомства (ЕАПВ) действует во всех восьми государствах Евразийской патентной организации (Азербайджан, Армения, Беларусь, Казахстан, Киргизия, Россия, Таджикистан, Туркмения). Для получения же охраны своего новшества в других странах следует подать патентные заявки в эти страны. После подачи заявки в России у заявителя есть целый год на то, чтобы подать эту же заявку в другую страну, и тогда будет считаться, что такие заявки поданы в один день с российской заявкой. Конечно, не факт, что патент будет получен во всех странах, куда подана заявка, — в каждой стране свои особенности их рассмотрения.

Обычный вопрос ученого патентоведу, пропагандирующему патентование новшеств: а что мне это даст? Ну, во-первых, каждая заявка на изобретение, если только ее не отозвал до того сам заявитель, публикуется через полтора года после ее подачи в Роспатент или ЕАПВ. Заявка — такая же публикация, как и статья в журнале или пост на сайте, но в отличие от них опубликованная заявка дает новшеству временную правовую охрану, если еще не выдан патент из-за затянувшейся переписки с патентным ведомством. И после

выдачи патента патентообладатель может предъявить иск о нарушении этого патента, если кто-то начал использование новшества сразу после публикации заявки. Публикация же статьи удостоверяет только авторство и, возможно, приоритет, однако не даст возможности одернуть того, кто станет использовать опубликованные в статье сведения. Она запрещает только незаконное (без ведома автора или без ссылки на него в случае цитирования) копирование этих сведений.

А во-вторых — и это главное, — патентование дает тот самый рыночный инструмент, называемый исключительным правом, который запрещает всем не цитирование патента, а его практическое использование без разрешения патентообладателя. Стало быть, патентообладатель становится на срок действия патента монополистом, который может выпускать и продавать (слово «монополия» по-гречески как раз и означает «один продаю») продукцию с воплощенным в ней запатентованным решением, не опасаясь, что кто-то станет делать и продавать то же самое, оттягивая покупателей.

Но самое неприятное, что может случиться в отсутствие патента, — если кто-то, узнав про новшество из той же статьи автора, сам подаст заявку и получит патент на раскрытое в статье новшество, а потом предъявит претензию истинному автору о якобы нарушении исключительного права, если тот начнет выпускать не охраняемую патентом продукцию, — у автора ведь патента не будет. И придется автору доказывать, что это он автор, а вовсе не тот, кто получил патент. А уж если автор даже не публиковался, а просто стал выпускать продукцию с внедренным новшеством, то доказать свое первенство перед таким патентообладателем-сорохвотом будет стократ труднее. Такие случаи, к сожалению, нередки.

Так что же можно посоветовать научному работнику, если он создал некий РИД? Публиковать или патентовать?

Прежде всего, нужно попытаться оценить, коммерциализуемо ли это решение, то есть имеет ли оно *monetizing ability*, способность зарабатывать деньги, как выразился один американский патентный поверенный на встрече с нашими патентными поверенными в середине 90-х. Это нелегко сделать, поэтому при наличии сомнений лучше патентовать. Но в любом случае надо грамотно составить заявку, в особенности — формулу изобретения.

Пугаться этого термина не нужно, он означает всего лишь «авторски претензии», как называют это болгары, то есть ту сущность, на которую претендует автор. Ведь, в отличие от авторского права, где использованием считается совпадение текста или изображения, при регистрации новшества нужно выделить сущность того решения, на которое испрашивается патентная охрана. Иными словами, нужно каким-то образом формализовать свое решение. Этой цели и служит формула изобретения — сжатая характеристика решения через совокупность его взаимосвязанных признаков.

При этом не следует, как это делалось в советском прошлом, загонять в формулу изобретения как можно больше признаков. В СССР вместо патентов выдавались авторские свидетельства, исключительное право по которым переходило государству и за получение которых авторам выплачивалось немалое по тем временам поощрительное вознаграждение. И чтобы его получить, надо было прорваться через экспертизу, а для этого и писали длинные формулы изобретения. Теперь же исключительное право по патенту принадлежит патентообладателю, и ему нужно заранее, на этапе подачи заявки или хотя бы в процессе экспертизы, позаботиться о том, чтобы сфера охвата таким патентом была как можно шире. Обилие же признаков может эту сферу только сузить, поскольку использованием патента считается использование каждого признака из независимого пункта в формуле изобретения по этому патенту. Значит, если в эту совокупность признаков попал хоть один необязательный, без которого можно обойтись, конкурент будет выпускать

товар, у которого этого признака не будет, а тогда и патент не будет считаться использованным.

Но еще до выбора совокупности признаков, которые войдут в независимый (как правило, это первый) пункт формулы изобретения, нужно правильно выбрать сам объект патентования. Если это некая большая система, в которой новым является малый элемент, и этот элемент можно использовать где-то помимо данной системы, патентовать нужно в первую очередь его. Ведь коль скоро будет запатентована вся система, то использование отдельно этого элемента не будет считаться использованием такого патента. А вот при патентовании элемента картина обратная: и использование всей системы, и использование одного этого элемента, и даже использование любой иной системы с таким элементом означает использование патента. В этом случае монополия автора будет куда шире, чем при патентовании всей системы с новым элементом.

Подробности составления формулы изобретения достаточно сложны и требуют не статьи, а книги. Такая книга автором этой статьи написана и недавно опубликована (Право интеллектуальной собственности. Курс лекций. М.: «Юрсервитум», 2017). Тем не менее некоторые советы можно дать и в рамках статьи.

Начинать составление заявки всегда лучше с формулы изобретения. Заявку можно подать и без нее, достаточно заявления, описания и чертежей (если они упомянуты в описании), а формулу прислать потом, в течение года. При этом у заявки появятся и номер, и дата подачи, которые можно цитировать в публикуемой после этого статье. Но при таком порядке есть серьезная опасность. Может случиться так, что в составляемом в спешке, чтобы побыстрее зарегистрировать приоритет, описании будет пропущен какой-то признак, который потом окажется совершенно необходим в формуле изобретения. В этом случае заявку придется переподать, и датой подачи станет уже новая дата, поскольку изменится совокупность признаков в формуле, что всегда меняет сущность заявленного решения. Но если все-таки сначала составить формулу, то потом описание пишется с учетом всех указанных в ней признаков и вероятность что-то пропустить резко уменьшается.

Описание требуется составлять с такой степенью «раскрытости», которая позволит специалисту осуществить описанное новшество без дополнительного изобретательства. Но это вовсе не значит, что нужно описывать каждую шайбочку между каждым винтиком и каждой гаечкой. Эксперту достаточно будет сведений о том, как можно реализовать тот или иной признак, а вовсе не о том, как этот признак выполнен конкретно, — если, конечно, это не тот признак, который становится известен именно из описания. То есть если про какой-то признак уже есть сведения в открытых источниках, можно на них сослаться. Это бывает полезно, когда нежелательно раскрывать в патенте признак, особенность которого невозможно понять из анализа продукта, получаемого с использованием этого признака. К примеру, если в способе получается увеличение выхода некоего продукта на 10% в температурном диапазоне от 100°C до 200°C, этот диапазон необходимо указать в описании. Но если в этом диапазоне есть точка, скажем 157°C, в которой выход увеличивается вдвое, про нее писать вовсе необязательно. В конце концов, при подаче заявки автор и заявитель могли этого просто не знать.

Здесь мы попадаем в область секретов производства, или ноу-хау. Это еще одна форма правовой охраны, она очень проста и очень широка, поскольку охранять можно практически любую информацию без какой бы то ни было регистрации (и без пошлин!), достаточно установить на эту информацию режим конфиденциальности. Вот только надежность такой охраны весьма низкая, потому что, когда кто-то сам наткнется



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

на такое же решение и не захочет хранить его в тайне, ноу-хау у того, кто тайну хранит, пропадает и никаких претензий к раскрывшему этот секрет предъявить не получится.

До сих пор речь шла о тех решениях, которые патентуются или хранятся в секрете как изобретения. Это обязательно технические решения, обладающие новизной (неизвестные из общедоступных в мире источников), неочевидностью для специалиста («изобретательский уровень») и промышленной применимостью (то есть не нарушающие законов природы). Но если придумано устройство, не обладающее, по мнению автора, большим коммерческим потенциалом, можно подать заявку на полезную модель, для которой изобретательский уровень не требуется. А если придуман новый внешний вид какого-то изделия, получится заявка на промышленный образец, для которого важны новизна и оригинальность. В этом случае, конечно, есть большой простор для субъективных оценок, но внешний вид зачастую определяет востребованность товара на рынке, поэтому и ему нужно уделять внимание.

В заключение можно привести условный пример того, как не нужно оформлять заявку на изобретение или полезную модель. Представим себе, что некто изобрел дотеле неизвестный велосипед и подал заявку на получение патента. При этом в первый пункт формулы изобретения этот некто включил раму, колеса, руль, седло, педали, цепную передачу, указал соединения всех этих частей, а «на верхосыпку» упомянул установленный на руле звонок. Споры нет, со звонком ездить гораздо удобнее, нежели без него, я сам в этом неоднократно убеждался. А когда этот некто получит долгожданный патент, вполне может оказаться, что точно такой же велосипед — даже покрашенный в те же цвета — продает другой производитель. Но разница между ними будет в том, что у конкурента звонки не установлены на руле, а лежат кучкой на прилавке. Звонки он может продавать отдельно, может дарить их покупателям велосипедов, однако на самом велосипеде звонок в момент продажи не будет. То есть, продавая велосипед без звонка на руле, конкурент не будет нарушать выданный патент — ведь признак «установленный на руле звонок» в его товаре отсутствует. Вот плата за включение в независимый пункт формулы необязательного признака.

В данной статье приведены самые поверхностные сведения из области патентного права. Научным работникам эти сведения помогут хотя бы немного сориентироваться в этой сфере и не допускать досадных промахов, которые, к сожалению, случаются, — вроде подачи заявки на решение после публикации статьи, раскрывшей это решение.

Более подробно о некоторых вопросах, затронутых в этой заметке, ее автор, заведующий патентным отделом Физического института имени П.Н. Лебедева, рассказал здесь: <https://scientificrussia.ru/partners/fian/patent-eto-obshchemirovoe-priznanie>



Яд для гемикрании прокуратора

Кандидат химических наук

А.И. Курамшин

У медикаментов и ядов много общего: и то и другое — биологически активные вещества. О потенциальных лекарственных свойствах яда пауков и других животных мы писали не раз (см. «Химию и жизнь», 2012, 10; 2013, 5), но тема эта неисчерпаема.

*О боги, боги мои,
яду мне, яду!..*

М. Булгаков



flickr.com / Michael Ransburg

Яд черной мамбы — хорошее обезболивающее, и это не черный юмор

Приближается пора летних отпусков, выездов на природу, где нас ждут не только красивые виды и свежий воздух, но и не самые приятные обитатели планеты Земля — те, кто может нас отравить. В наших широтах ядовитых животных немного, однако медицинские учреждения в летнее время регулярно сообщают об укушенных гадюками дачниках, грибниках и даже бывалых туристах. В южных странах ядовитых представителей фауны больше. Конечно, они кусают людей не со зла — яд служит им для охоты либо защиты от более крупных хищников. Миллионы лет яды пауков и скорпионов эволюционировали, все более эффективно отключая нервную систему насекомых. Змеи предпочитают другую добычу, соответственно, мишень их ядов — кровеносная и нервная системы позвоночных. Однако еще во времена становления ятрохимии было замечено, что в небольших дозах яд может быть применен во благо и отличие яда от лекарства всего лишь в дозе. Сейчас мы знаем больше — именно те свойства, которые делают яды животных смертельно опасными, могут пригодиться при создании обезболивающих препаратов и других спасительных лекарств. Некоторые лекарства на основе ядов, возможно, могли бы избавить малодушно помышлявшего о смерти прокуратора Иудеи от терзавших его приступов головной боли.

В настоящее время Федеральное управление по контролю за продуктами питания и лекарственными средствами США допустило к употреблению в клинической практике шесть лекарственных препаратов, содержащих пептиды или белки, которые входят в состав животных токсинов. Гораздо больше таких препаратов находятся на различных этапах клинических испытаний или проходят доклинические исследования. В числе одобренных — сосудорасширяющий препарат капторил, полученный на основе токсина гремучих змей. Капторил применяют для нормализации артериального давления, допущен к применению в США в 1981 году, в Европе — с 1984 года. Вполне вероятно, что с этого времени людей, спасенных капторилом, стало больше, чем пострадавших от укусов гремучих змей (G.F.

King. «Venoms to Drugs. Venom as a Source for the Development of Human Therapeutics». Royal Society of Chemistry, 2015).

Клинические испытания сейчас проходит «краситель для опухолей», разработанный в Центре исследования рака Фреда Хатчинсона (Сиэтл). Этот краситель содержит хлоротоксин — пептид из 36 аминокислотных остатков, впервые обнаруженный в яде палестинского желтого скорпиона *Geiuris quinguestriatus*. Пептид избирательно связывается с клетками опухоли мозга, а флуоресцентная метка, прикрепленная к пептиду, делает эти клетки видимыми для нейрохирурга и позволяет удалять опухоли с большей точностью и аккуратностью. Когда речь идет о мозге, для пациента в равной степени опасно и неполное удаление раковых клеток, и удаление клеток здоровых.

Большая проблема

Яды животных могут использоваться для получения болеутоляющих препаратов. По данным Всемирной организации здравоохранения, от хронических болей страдает около 20% населения Земли, больше всего пациентов с таким диагнозом среди людей старше 65 лет. Только в США на лечение хронических болей ежегодно тратится около 600 миллиардов долларов, что сравнимо с расходами на лечение онкологических заболеваний, диабета или сердечно-сосудистых заболеваний (PNAS, 2013, 110, 43, 17534—17539; doi: 10.1073/pnas.1306285110). Хорошо зарекомендовали себя в подавлении средней и сильной боли опиоиды. Они связываются с опиоидными рецепторами, ответственными за болевые ощущения, которые находятся в центральной, и в периферической нервных системах. При естественном развитии событий с этими рецепторами взаимодействуют пептиды эндорфины, синтезируемые в организме, главная задача которых — ингибировать передачу болевых сигналов в мозг (Exp Clin Psychopharmacol., 2008, 16(5), 405—416; doi: 10.1037/a0013628).



Компонент яда желтого скорпиона сейчас проходит клинические испытания в качестве препарата, облегчающего нейрохирургам поиск и локализацию опухолей мозга

Однако большинство врачей и фармакологов полагают, что опиоиды исчерпали свой потенциал и дальнейшая модернизация их невозможна. Для некоторых видов боли, например, тех, что связаны с повреждением нервной ткани, они неэффективны в малых дозах. Увеличение же дозы приводит к развитию побочных эффектов — затруднению дыхания и запорам, не говоря про повышение толерантности организма и необходимость дальнейшего увеличения дозировки. Кроме того, регулярный прием опиоидных анальгетиков вызывает привыкание и наркотическую зависимость.

В 2006 году исследователи из группы Джеймса Кокса в кембриджском Институте медицинских исследований сообщили о важном открытии — в восприятии боли человеком существенную роль играет ген SCN9A (Nature, 2006, 444, 894—898; doi: 10.1038/nature05413). Он отвечает за экспрессию потенциал-чувствительного натриевого канала ($Na_v 1.7$), присутствующего в ноцицепторах (болевых рецепторах). Исследователи обнаружили, что неспособность ощущать боль у некоторых людей связана с мутацией гена SCN9A, приводящей к полной утрате функций белка $Na_v 1.7$. Помимо отсутствия болевых ощущений, других отклонений у носителей мутации нет, разве что притупленное обоняние — канал $Na_v 1.7$ также обнаружен в обонятельных нейронах.

Стало очевидно, что вещества, блокирующие функции канала $Na_v 1.7$, могут оказаться новыми, менее опасными анальгетиками. С точки зрения медицинской химии канал $Na_v 1.7$ — отличная молекулярная мишень для лечения хронической боли. Гленн Кинг, биохимик из австралийского Университета Квинсленда, провел скрининг около 600 животных ядов, способных блокировать работу $Na_v 1.7$. Обнаружив перспективный яд с интересным действием на молекулярном уровне, Кинг с коллегами выделяли его компоненты для дальнейшего изучения.

Так, исследователям удалось выделить селективный ингибитор канала $Na_v 1.7$, пептид, получивший название ProTX-II, из яда перуанского зеленого бархатного тарантула *Thrixopelma pruriens*. Этот пептид демонстрирует более чем 80-кратную селективность в блокировке ионного канала, вовлеченного в передачу болевых ощущений, по сравнению с другими натриевыми каналами (Mol Pharmacol. 2008, 74(5), 1476—1784; doi: 10.1124/mol.108.047670). Но пептид ProTX-II не идеален — он гидрофобен, из-за чего возникают сложности в доставке его к натриевым каналам *in vivo*, к тому же связывание ProTX-II с каналом происходит медленно.

Селективность ProTX-II, хотя и высока, ниже, чем хотелось бы. В организме человека существует девять подтипов потенциал-зависимых натриевых каналов, четыре из них вовлечены в передачу болевых ощущений, но при этом нужно нарушить



работу только одного канала — именно $Na_v 1.7$, поскольку некоторые другие каналы играют в организме важную роль. Так, блокировка $Na_v 1.5$, работающего в сердечной мышце, может привести к сердечному приступу, а нарушение работы $Na_v 1.4$, находящегося исключительно в скелетной мускулатуре, — к параличу. Пептид ProTX-II может связываться и с другими натриевыми каналами, вероятно, поэтому его большие дозы смертельны для грызунов. Малые же дозы, как показали исследования, неэффективны при борьбе с острой болью или болью, вызванной воспалительными процессами.

Недавно группе Кинга удалось обнаружить более селективно связывающийся с $Na_v 1.7$ пептид, получивший название Pn3a, — компонент яда южноамериканского гигантского синего цветочного тарантула *Pamphobeteus nigricolor*. Пептид Pn3a ингибирует канал $Na_v 1.7$ с тысячекратной селективностью по отношению к другим подтипам каналов Na_v (Nat. Commun., 2015, 6, 8967; doi: 10.1038/ncomms9967). Даже его высокие дозировки не вызывают у подопытных животных побочных эффектов. Увы, как показывают эксперименты на грызунах, сам по себе Pn3a не снимает боль. Однако при совместном введении с опиоидами в дозах гораздо меньших, чем обычные, Pn3a работает как болеутоляющий препарат. Синергетический анальгетический эффект от совместного введения ингибиторов канала $Na_v 1.7$ и опиоидов наблюдался и ранее.

Кинг с коллегами пока еще только ищут объяснения природы этого феномена. Но его ценность уже очевидна, коль скоро он позволяет снизить дозы опиоидов, необходимые для обезболивания. В настоящее время проводятся преклинические испытания Pn3a.

Змеи и улитки

Исследователи пытаются найти и другие молекулярные мишени, блокировка которых прекратит боль. В качестве таких мишеней могут рассматриваться кислоточувствительные ионные каналы (ASIC), которые присутствуют в центральной и периферической нервных системах. Французский специалист по молекулярной физиологии Эрик Линггели из Университета Берега Слоновой Кости продемонстрировал, что мамбальгины — ферменты, выделенные из яда черной мамбы *Dendroaspis polylepis*, — снимают болевые ощущения, ингибируя каналы ASIC (Nature, 2012, 490, 552—555; doi: 10.1038/nature11494). Испытания на грызунах показывают, что эффективность мамбальгинов в подавлении боли сравнима с эффективностью морфина, а побочных действий у них меньше.

Как заявляет Линггели, результаты исследований, полученные на ранних стадиях, позволяют предположить, что мамбальгины, как и Pn3a, будут работать в сочетании с опиоидными болеутоляющими. Однако, к удивлению исследователей, подавление болевых ощущений происходило независимо от опиоидов. Правда, едва ли мамбальгины станут заменой морфину — скорее они найдут применение при тех видах боли, для которых морфин оказывается неэффективным.

Следует отметить, что одно вещество, выделенное из ядов, уже применяют в клинической практике для лечения хронических болей — это зиконотид. Его активное вещество, выделен-



ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

ное из яда конической улитки *Conus magus*, — ω -конотоксин, который впервые привлек внимание ученых в 1970-х годах. Биолог из Университета Юты Балдомара Оливера изучал действие яда конической улитки на молекулярном уровне, чтобы разработать антитод к нему. Было установлено, что яд *C. magus* — сложная смесь биологически активных соединений, включающая представительный набор нейроактивных пептидов, которые получили общее название «конотоксины». Лишь спустя десятилетия молодой коллега Оливеры открыл, что один из этих пептидов, ω -конотоксин, обладает фармакологической активностью.

underwaterkwaj.com



Лекарственный препарат зиконотид для лечения хронических болей получили из яда конической улитки

ω -Конотоксин прочно и селективно блокирует потенциал-зависимые кальциевые каналы N-типа (Cav2.2) и проявляет свойства сильного анальгетика при непосредственном введении в спинномозговую жидкость. Такой способ доставки лекарства нельзя назвать идеальным, но только он позволяет добиться оптимального обезболивающего эффекта без побочного действия, которого, увы, нельзя избежать при внутривенном введении. Препарат на основе ω -конотоксина, зиконотид, был разрешен к применению в США в 2004 году, а в Европе — с 2005 года, и сейчас он считается наиболее эффективным анальгетиком для лечения тяжелой хронической боли (Chem. Rev., 2014, 114 (11), 5815—5847; doi: 10.1021/cr400401e). В настоящее время заключительную стадию клинических испытаний проходят еще около десятка анальгетиков, полученных при изучении ядов животных. И это правильно: существуют разные причины возникновения боли, поэтому единственный «универсальный анальгетик» — столь же мифическая цель исследований, как и универсальный растворитель алхимиков.

Лягушка против гриппа

Компоненты ядов могут найти и другое применение — например, в противовирусных препаратах. Одно из таких перспективных веществ было обнаружено при изучении защитных



Samil George & Jessica Shartouny

Лягушка *Hydrophylax bahuvistara*

ядов земноводных. Слизь на коже лягушек, выделяемая их секреторными железами, содержит целый спектр низко- и высокомолекулярных соединений, которые могут связывать токсины патогенных бактерий или препятствовать росту опасных микробов и вирусов.

Изучение и систематизация защитных пептидов живых организмов начались сравнительно недавно, и наиболее привлекательным объектом для поисков оказались именно лягушки. Получать иммунные пептиды, вырабатываемые ими, довольно просто: достаточно ударить лягушку слабым электрическим разрядом или подвергнуть ее воздействию другого раздражающего фактора. Животное начинает выделять свои защитные вещества, и остается просто собрать образец слизи с кожи.

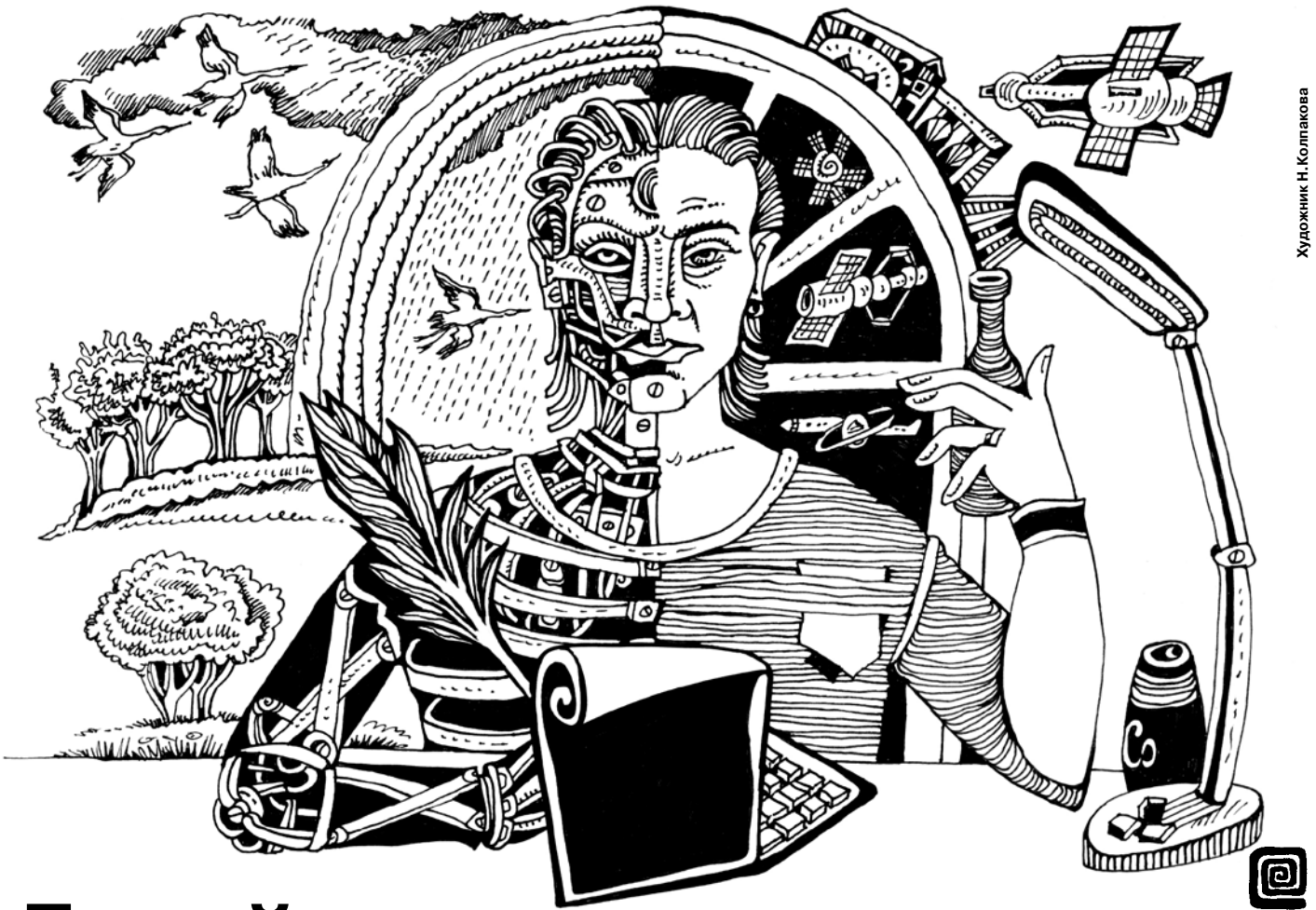
Биохимики из Центра биотехнологий имени Раджива Ганди провинции Керала (Индия), работавшие под руководством специалиста по вирусам гриппа Джоши Джейкоба из Университета Эмори в Атланте (США), выделили защитные пептиды, которые вырабатывают лягушки *Hydrophylax bahuvistara*, обитающие в Южной Индии, и провели скрининг их противобактериальной и противовирусной активности. Из тридцати двух выделенных и изученных защитных пептидов четыре продемонстрировали способность к разрушению вирусов гриппа подтипов H1 рода A (Immunity, 2017, 46: 587—595. doi: 10.1016/j.immuni.2017.03.018).

Исследования токсичности этих соединений *in vitro* показали, что три из четырех пептидов, к несчастью, разрушают еще и красные кровяные клетки человека. Четвертый пептид не только оказался безопасным для человека, но и блокировал рост и разрушал вирусы гриппа различных штаммов.

Обнаруженный пептид был назван «урумином» в честь традиционного для индийской провинции Керала, где водится *H. bahuvistara*, меча-пояса уруми, который представляет собой несколько острых полос чрезвычайно гибкой стали длиной до полутора метров, прикрепленных к деревянной рукояти. Стоит урумин из 27 аминокислотных остатков. В лаборатории он смог нейтрализовать десятки различных штаммов гриппа, от «архивных» штаммов 1934 года до современных. Исследователи планируют начать его испытания на лабораторных животных.

Небольшое количество примеров, перечисленных в этой статье, показывает, что человек может все применить себе на пользу. Но хотя компоненты ядов пауков, змей, улиток и лягушек потихонечку начинают спасать человеческие жизни, живые фабрики по производству ядов безопаснее наблюдать через прочные стекла террариумов, а еще лучше — рассматривать всех этих милых существ на картинках.





Гений

Сергей Савенков

Наконец все было готово для таинства творения. Расстелена кровать, включен телевизор, в планшет закачаны новые игры. Пудобнее устроившись на подушке, Олег отхлебнул пива из баночки и закусил чипсами. Но в голове была полная пустота. А ведь роман-то сам не напишется! Олег подождал еще минут пять, потягивая пиво, но мыслей по-прежнему не было. Тогда он решил не насиловать мозг и немного поиграть на планшете. Все у него получится, роман выйдет превосходным, как всегда!

Ведь Олег был не просто писателем! Не чета всяким халтурщикам, калякающим детективы да фантастику. Он писал настоящие, серьезные романы, при чтении которых brutальные мужики рыдали, как дети, и его имя уже гремело по всей Солнечной системе. А ведь Олегу еще не было сорока!

Внезапно его осенило. В голове сама собой возникла красивейшая фраза. Он тут же свернул игру и стал набирать:

«Дождь пачти закончился над лесам раддд...» — Олега внезапно отвлекли новости из мира шоу-бизнеса. Забыв обо всем, он уставился в телевизор, а его палец продолжал заполнять экран планшета буквами «д». Набежало уже семь строчек, но это не помешало нейросети, которую Олег полгода натаскивал классиками литературы, понять замысел творца и успешно преобразовать набранный текст. На экране возникло:

«Еще летал дождь, а уже появилась, с неуловимой внезапностью ангела, радуга: сама себе томно дивясь, розово-зеленая, с лиловой поволокой по внутреннему краю, она повисла

НАНОФАНТАСТИКА

за скошенным полем, над и перед далеким леском, одна доля которого, дрожа, просвечивала сквозь нее».

Новости закончились, и Олег вернулся к роману. Взглянул на экран:

— Ну ничё так! Неплохо.

Правда, собирался Олег писать про «родной край», но и «радуга» сойдет! Радуги — красивые!

Так, что же дальше? Ну, дальше-то несложно. Олег набрал: «Дождь закончился савсем»

И увидел на экране преобразованный нейросетью текст: «Редкие стрелы дождя, утратившего и строй, и вес, и способность шуметь, невпопад, так и сяк вспыхивали на солнце. В омытом небе, сияя всеми подробностями чудовищно сложной лепки, из-за вороного облака выпрастывалось облако упоительной белизны».

Он глотнул еще пива. Поел чипсов. Нужно было, однако, как-то завершить творение. Олег набрал последнюю строчку романа:

«И он ушол».

Нейросеть выдала:

«Он перепрыгнул лужу, где два навозных жука, мешая друг другу, цеплялись за соломинку, и отпечатал на краю дороги подошву: многозначительный след ноги, все глядящий вверх, все видящий исчезнувшего человека. Идя полем, один, под дивно несущимися облаками...»

— Как это — «идя полем»? — удивился Олег. Он предполагал, что полностью раскрыл тему произведения и никуда идти полем не нужно. И вдруг такой неожиданный поворот! Олег долго, не моргая, смотрел в окно. Наконец решил:

— И сам закончу!

Отключив глупую нейросеть, Олег набрал:

«И ОН УШОЛ».



flickr.com / Zweer de Bruin

Птицы летят на запах

Гриф-индейка — возможно, чемпион по восприятию запахов среди птиц

О.Н. Нестеренко,
Московский зоопарк

Долгое время предполагалось, что у птиц обоняние развито плохо, поскольку обонятельные доли мозга у них очень малы, в отличие от зрительных. Исключением считались такие виды, как новозеландская нелетающая птица киви, которая кормится, разгребая мягкий грунт ногами, и буквально вынюхивает червей и насекомых, или гуахаро *Steatornis caripensis*, которые ночью по запаху находят спелые плоды, или американские грифы, питающиеся падалью. Особенно хорошим обонянием, как считают, отличается кондор. Впрочем, самые большие обонятельные луковицы (отделы головного мозга, ответственные за обоняние) среди всех птиц — у грифа-индейки. Это не обязательно означает, что и запахи он различает лучше всех, но такую гипотезу стоит проверить («Scientific Reports», 2017, 7, 17408, doi: 10.1038/s41598-017-17794-0).

Вывод о незначительной роли обоняния в жизни большинства птиц в свое время сделали также на основании того, что обонятельные рецепторные клетки у них занимают не такую большую площадь в носовой полости, как у млекопитающих. Однако позднее выяснилось, что у серого гуся и серебристой чайки на обонятельных клетках имеются реснички, что почти в десять раз увеличивает поверхность, воспринимающую запахи. Возможно, такие ворсинки есть и у других видов.

Исследования последнего десятилетия подтвердили, что с обонянием у птиц не так уж плохо. Большая группа ученых расшифровала геном зебровой амадины *Taeniopygia guttata* («Nature», 2010, 464, 757—762, doi: 10.1038/nature08819). Двое участников работы из Вейцмановского института в Израиле, Дорон Ланцет и Цвия Олендер, особенно заинтересовались генами обонятельных рецепторов у

Зебровые амадины



flickr.com / Patrick Kavanagh



flickr.com / Josh More



ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Птица киви находит корм по запаху

птиц (<https://www.sciencedaily.com/releases/2010/04/100406093516.htm>). Оказалось, что у зебровых амадин около 500 генов, отвечающих за синтез обонятельных рецепторов, и примерно 200 из них активны. (Обонятельные, или ольфакторные, рецепторы — это белки, встроенные в мембраны обонятельных нейронов.) Предполагается, чем больше таких генов, тем лучше должно быть обоняние у животного. У курицы, к примеру, из тех же 500 генов всего 70 производят активные белки. Для сравнения: у мышей более 1000 активных генов обонятельных рецепторов, у человека — около 400.

Ученые из Германии и Новой Зеландии также нашли в геномах птиц доказательств их хорошего обоняния («Pro-

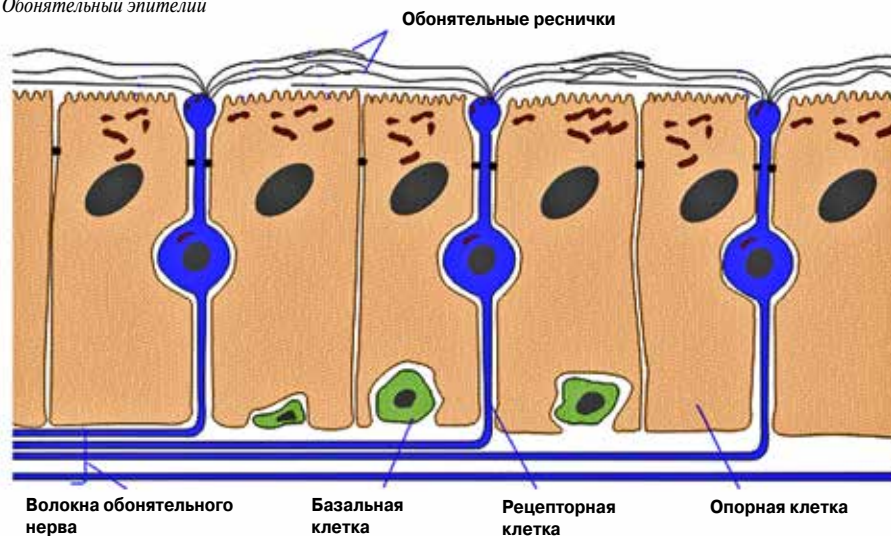
ceeding of the Royal Society B», 2008, 275, 1649, 2309—2317, doi: 10.1098/rspb.2008.0607). Они сравнили обонятельные гены девяти видов из семи семейств: лазоревки, африканской щпорцевой кукушки, бурого киви, канарейки, розового какаду, банкивской джунглевой курицы, какапо, кряквы, снежного буреветника. Количество обонятельных генов у разных видов варьировало от 107 до 667. Также была обнаружена связь между числом этих генов и величиной обонятельной луковицы. Чемпионом предсказуемо оказался киви — у него обонятельных генов в шесть раз больше, чем у лазоревки или канарейки. В группу лидеров (от 600 до 667 генов) также вошли банкивская джунглевая курица и какапо. Но главное, выяснилось, что большая часть этих генов активна у всех изученных видов,

а это значит, что по обонянию птицы не уступают некоторым млекопитающим. Как заявила руководитель исследования из Института орнитологии Общества Макса Планка Сильке Стайгер, можно предположить, что у многих птиц обоняние даже лучше, чем у человека, но количество генов позволяет лишь приблизительно оценить его силу, и для выяснения этого вопроса необходимы как генетические, так и поведенческие исследования.

Такие исследования проводились. Габриэль Невитт с соавторами из Университета Калифорнии в Дэвисе изучали поведение странствующих альбатросов *Diomedea exulans* во время гнездования на островах в Индийском океане («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2008; 105 (12):4576—1481. doi: 10.1073/pnas.0709047105). У альбатросов относительно большие обонятельные луковицы. Оказалось, что они чувят запах пищи на расстоянии до 20 км. Птицы, участвующие в эксперименте, несли на себе GPS-передатчики, а чтобы узнать, когда птица что-то съела, им скармливали капсулы с термометрами. Во время переваривания пищи температура в желудке меняется, и, если проследить траекторию птицы перед этим событием, можно понять, на каком расстоянии она устремилась к еде, сопоставить траекторию с возможностью или невозможностью увидеть добычу, с тем, откуда дул ветер. Почувствовав запах пищи, альбатросы изменяли направление полета и двигались в сторону, противоположную направлению ветра, а иногда искали добычу, двигаясь против ветра зигзагообразно, — типичная тактика для животных, полагающихся на обоняние. Также они обнаружили, что в контроле птицы руководствовались обонянием почти в половине (46,8%) всех летных подходов, предшествовавших захвату добычи. Экспериментально доказано, что другие морские птицы, глупыши буреветники, могут чувствовать запах пищи за 3 км.

Охотники и любители птиц знают, что вороны способны найти закопанные в снег куски мяса, а кедровки и кукушки отыскивают в вольере пахучую пищу,

Обонятельный эпителий





flickr.com/Christian Fiderer

зарытую в подстилку. Может быть, обоняние и в природе помогает этим птицам находить желуди и орехи под снегом. Утки чуют корм на расстоянии 1—2 м, наблюдения за куликами давно уже демонстрируют, что они находят пищу по запаху. В экспериментах было доказано, что на запах ориентируются даже пингвины: пятна со специально созданным привлекательным запахом за 20—30 мин привлекли в два-три раза больше птиц, чем контрольные масляные пятна. Если учесть, что африканские пингвины *Spheniscus demersus* плавают со скоростью около 1,2 м/с, за полчаса они могут преодолеть около 2 км. Видимо, с такого расстояния они и чувствуют дивный аромат планктона, поедаемого рыбой (см. статью Натальи Резник в «Троицком варианте», 2011, 84, 14, <http://trv-science.ru/2011/08/02/pingviny-chuyut-dobychu/>).

Интересное открытие сделали ученые из Чикаго, проводившие эксперименты с пингвинами Гумбольдта в зоопарке. Оказалось, что пингвины не только чувствуют запах друг друга, но и различают по запаху своих и чужих. Запахи знакомых птиц они явно предпочитали, но вот если им предъявляли запахи двух незнакомых птиц — родственника и неродственника, пингвины предпочитали неродного незнакомца (PLoS ONE, 2011, 6(9): e25002, doi: 10.1371/journal.pone.0025002). Птицам, живущим колониями, может быть полезно

умение отличать соседей не только по виду, но и по запаху, а предпочтение неродственных чужаков повышает вероятность того, что пингвин выберет в партнеры особь, генетически далекую от него; это предотвращает инбридинг и вырождение.

Способность голубей отыскивать дорогу к голубятне изучают многие десятилетия. Доказано, что они могут использовать разные способы ориентации, например ориентируются и по магнитному полю, и по солнцу. Однако опыты немецкого ученого Ханса Вальрафа из Института орнитологии Общества Макса Планка показали, что в ориентации голубей играет роль и обоняние («Ethology, Ecology & Evolution», 2001, 13, 1, 1—48, doi: 10.1080/08927014.2001.9522786). Молодые голуби, которым давали нюхать запахи, собранные вокруг голубятни, находили дорогу домой быстро и практически без ошибок. В то же время контрольные птицы, не нюхавшие запахов родной округи, долго плутали, хотя в конце концов все-таки добирались до голубятни. Аналогичный результат был получен в опытах с голубями, которым заткнули правую ноздрю — как и люди, они лучше различают запахи именно правой ноздрей, видимо, потому, что обонятельная информация обрабатывается в левом полушарии мозга («Journal of Experimental Biology», 2011; 214: 593—598, doi: 10.1242/jeb.049510).

Пингвины Гумбольдта различают индивидуальные запахи сородичей

Есть данные в пользу того, что обоняние — ключевой фактор в навигации птиц. Исследователи из Оксфорда, Барселоны и Пизы наблюдали за средиземноморскими буревестниками, несущими GPS-передатчики («Scientific Reports», 2017, 7, 9668, doi: 10.1038/s41598-017-09738-5). Птиц разделили на три группы: одних временно лишили обоняния, закапав в ноздри сульфат цинка, другим прикрепили магниты к головам, чтобы лишить их способности ориентироваться по магнитному полю, третья группа была контрольной. Никто из буревестников, летавших кормиться, не разучился отыскивать дорогу, но поведение птиц, лишенных способности ощущать запахи, изменилось: возвращаясь к месту гнездования, они летели прямо, будто по компасу, но не слишком точно выдерживали направление, пока ориентиры не появлялись в поле зрения.

Таким образом, обоняние птиц — это область, в которой возможны новые интересные открытия. Если в геноме есть гены обонятельных рецепторов и они работают, значит, и продукт их для чего-то нужен.



Наркоз для осьминога

Кандидат биологических наук

Н.Л. Резник

Головоногие — удивительные создания. Они такие умные, такие загадочные, так потрясающе движутся, так искусно прячутся. Как же их не исследовать! Увы, физиологи и нейробиологи не умеют обходиться без проколов и разрезов, а мучить моллюсков не хочется. Применить анестезию — что может быть проще! Однако перед сторонниками гуманного обращения с животными встали две проблемы: возможна ли в принципе анестезия головоногих и нужна ли она? Не исключено, что они не чувствуют боли.

Какая боль?

Жизнь без боли невозможна, иначе как бы животные узнавали о своих ранах или о том, что схвачены хищником? Предполагают, что даже растения чувствуют боль. Тем не менее головоногим в этом чувстве отказывают. Одна из причин чисто бюрократического свойства: у большинства головоногих не нашли болевых рецепторов (ноцицепторов). Эти рецепторы реагируют на сильные механические, тепловые или химические воздействия и посылают сигналы по чувствительным (афферентным) нервным волокнам в головной мозг. У многих беспозвоночных ноцицепторы описаны, их обнаружили у кальмаров *Doryteuthis pealeii*, а у других головоногих — нет. Зато у них есть автотомия, то есть способность самих себя калечить. Если хищник ухватит моллюска за щупальце, что вполне может случиться, учитывая привычку осьминогов шарить в расселинах и под камнями, жертва отрывает собственную руку и тем спасается. А рука потом отрастает. Так неужели животное, которое так себя ведет, страдает при этом от боли?

Разобраться в этом вопросе попытались американские исследователи под руководством нейробиолога Робин Крук, работавшей тогда в Техасском университете («Neuroscience Letters», 2014, 558, 137—142, doi: 10.1016/j.neulet.2013.11.002). Ученые выбрали для экспериментов водорослевых осьминогов *Abdopus aculeatus*, потому что этих моллюсков легко достать. Исследователи купили несколько взрослых особей с длиной мантии 22—48 см и стали увечить, фактически раздавливая переднее щупальце (рис. 1).

На такое обращение осьминоги реагировали, как на укус хищника. Они отбрасывали поврежденную руку, выпускали чернильное облако, метались по аквариуму. Культю они засовывали в клюв, такое поведение продолжалось минут 10—20. Следующий этап длился часов шесть: моллюски баюкали



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

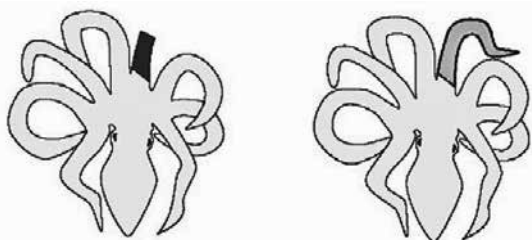
раненую конечность, прижимали ее к телу, закрывали другими руками. Спустя сутки после травмы осьминог больше не прижимал к себе поврежденное щупальце, но, если до него дотронуться, прижимал снова. Осьминоги, которым руку не увечили, а только потискали слегка, никогда себя так не вели.

Подобный образ действий напоминает поведение страдающего от боли млекопитающего: оно облизывает рану и оберегает ее от повреждений. Тем не менее относительно ощущений осьминогов исследователи все еще сомневаются.

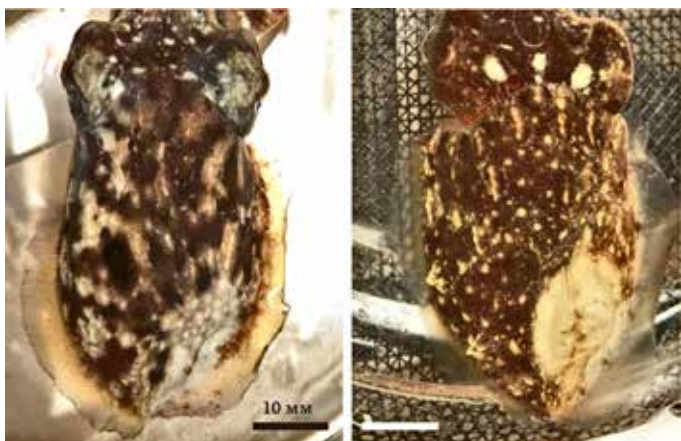
В течение суток после травмы (дольше наблюдения не проводили) раненая конечность была очень чувствительна к прикосновениям. Это определяли не только по поведению осьминога, но и по возбуждению афферентных нервов, идущих от поврежденной руки. Однако и здоровые конечности, расположенные на той же стороне тела, что и культя, и сама мантия на короткое время становились более чувствительными к прикосновениям, хотя и в меньшей степени, чем больная рука. Это значит, что у раненого осьминога повышается возбудимость всех механорецепторов, а не только ноцицепторов. В этом случае обращение осьминога с поврежденной конечностью — следствие не особого внимания к ране, а общего повышения чувствительности к прикосновениям. Кстати, кальмары, тоже головоногие, простившись с рукой, внешне на повреждение не реагируют.

И еще одно обстоятельство заставляет исследователей сомневаться в способности головоногих испытывать боль. Считается, что эмоциональный отклик, а боль, безусловно, порождает эмоции, возникает у осьминогов в вертикальных и фронтальных долях мозга. Однако удаление этих областей не изменило реакции моллюсков на повреждение конечности. Либо боль формируется вне этих долей, либо направленное на рану внимание с болью не связано. То есть осьминог чувствует, что его ткани повреждены, но не страдает от этого.

Пока одни сомневаются, другие действуют. Еще 1991 году Канадское общество защиты животных распространило стандарты обращения с позвоночными на головоногих, а это значит, что при болезненных экспериментах с ними анестезия обязательна. Это мнение разделяют Великобритания, Новая



1
Осьминоги *Abdopus aculeatus* с раздавленной передней рукой отрывают ее (слева). Моллюски, которым конечность не повредили, а только потискали слегка, никогда так не поступают



4
При местной анестезии на теле каракатицы образуется белое пятно в месте инъекции лидокаина (слева) или хлористого магния (справа)

анестезии, обездвиживание, выполнено. При этом частота дыхания снижалась незначительно.

Но исследователи интересовались прежде всего обездвиживанием, то есть сигналом, проходящим по афферентным нервам к мозгу. В то время как моллюск внешне не реагировал на щипки пинцетом, сигнал по нерву не проходил, то есть животное действительно ничего не чувствовало.

Третье условие общей анестезии — потеря сознания. У человека ее определяют как отсутствие реакции на крик или встряхивание. У головоногих эти признаки не сработают, потому что неподвижность у них может быть не связана с «отключкой». Поэтому потерю сознания у каракатиц с осьминогами определяли по отсутствию эфферентного сигнала, идущего от мозга к мантии. Если сигнала нет, связи между разными участками мозга ослаблены или нарушены.

Чтобы отличить эфферентный сигнал от афферентного, исследователи пощипывали пинцетом не ту половину тела, в которую воткнут электрод. В этом случае нерв с электродом щипков не чувствует, и, если по нему проходит сигнал, он может быть только эфферентным, поступившим из мозга. (Сигнал «из центра» приходит по обоим нервам, чтобы обе стороны мантии реагировали симметрично.) Эфферентный сигнал исчезал чуть позже, чем афферентный, или почти одновременно с ним. Потеря сознания налицо!

Анестезия должна быть еще и безопасной. Помещенные в чистую воду, осьминоги и каракатицы быстро приходили в чувство, их подвижность, нервная чувствительность, реакция на внешние стимулы и окраска полностью восстанавливаются. Никаких изменений поведения и других побочных эффектов, вызванных возможным повреждением нейронов или гипоксией, исследователи не заметили.

Действие этанола несколько отличается от хлорида магния. При анестезии спиртом афферентный сигнал исчезает практически в то же время, что и подвижность, чуть позже пропадает эфферентный сигнал. Это значит, что подвижность, чувствительность и сознание пропадают практически одновременно и дружно восстанавливаются после отмены наркоза. При использовании хлорида магния животное, уже неподвижное, минуты две еще что-то чувствует, и после наркоза чувствительность возвращается раньше, чем подвижность. Однако у спиртового наркоза тоже есть недостаток — осьминоги могут спонтанно от него очнуться. У каракатиц такого эффекта не наблюдали. Поэтому за осьминогами во время операции нужно особенно тщательно следить и сочетать общую анестезию с местной. Исследователи полагают, что местная анестезия действует дольше, чем общая, а при повреждении покровов и мышц чувствительность головоногих к прикосновению, как мы помним, возрастает. Поэтому они будут чувствовать себя

лучше, когда отойдут от общего наркоза, если место разреза или введения электрода будет дополнительно обезболено. Эффективными местными анестетиками оказались хлорид магния и лидокаин. Их просто вводят подкожно в нужное место.

Не все испытанные средства оказались хороши. Так, ученые предположили, что диэтиловый эфир будет действовать на головоногих подобно этанолу. Он в самом деле быстро и эффективно обезболивал моллюсков, но после такой анестезии они довольно долго приходили в себя. Препарат трикаин-метансульфонат (MS-222), который связывается с натриевыми каналами позвоночных, в низких дозах оказался неэффективен, а в более высоких может вызвать смерть. Это странно, ведь натриевые каналы есть у всех животных, и позвоночных, и беспозвоночных. Впрочем, этот препарат проверили только на одном моллюске. И совсем неэффективной оказалась холодная морская вода, которую некоторые специалисты считали хорошим анестетиком. Не пытайтесь обезболить вашего осьминога холодной водой, если он вам дорог.

Не во всякой лаборатории есть возможность во время операции постоянно держать электрод на нерве, контролируя возбуждение животного, а потеря подвижности не всегда служит надежным индикатором. Поэтому исследователи постарались определить внешние признаки, которые указывали бы на потерю чувствительности или на ее возвращение.

Каракатицы непосредственно перед утратой чувствительности бледнеют, поскольку при анестезии расслабляются хроматофоры. Хроматофор — это клетка с пигментными гранулами, заключенными в мешочек. Хроматофор окружен мышцами и управляется нервами. Получив сигнал, мышцы деформируют клетку, пигментные мешочки растягиваются, и хроматофор меняет цвет. Когда нервный сигнал к мышцам не поступает, хроматофор расслаблен и заключенный в нем пигмент не виден. Отходя от наркоза, каракатицы желтеют, иногда резко меняют окраску, демонстрируя цветовое шоу.

У осьминогов обезболивание также сопровождается интересной бледностью. При спиртовой анестезии возможно резкое сокращение частоты дыхания. Под действием хлористого магния осьминог раскидывает щупальца, а когда чувствительность возвращается, туго их скручивает (рис. 3).

При местной анестезии хроматофоры в области действия препарата тоже расслабляются, исследователю видно, на каком участке чувствительность потеряна, а где сохранилась (рис. 4).

Робин Крук и ее коллеги впервые доказали, что этанол и хлорид магния представляют собой эффективное анестезирующее средство. Исследователи ожидают, что этот результат верен для всех видов головоногих. Под действием этих препаратов осьминоги и каракатицы лишаются подвижности, чувствительности и сознания. Только влияние анестетиков на память ученые не проверили — это им еще предстоит. Ретроградная амнезия головоногих достойна отдельного исследования.



Лемуры тянутся к знаниям

Фраза «Знание — сила» в разных вариантах встречается в письменных источниках начиная с VII века. Очевидно, более ранние записи до нас просто не дошли. Эта основополагающая мудрость известна не только людям. Даже наши очень дальние родственники лемуры осознают, что дружить полезно не только с сильными, но и со знающими. С точки зрения лемуров нас познакомили специалисты Принстонского университета под руководством профессора зоологии, экологии и эволюционной биологии Даниэля Рубинштейна («Current Biology», 2018, 28, 1306—1310, doi: 10.1016/j.cub.2018.02.079)

Кольцехвостые (кошачьи) лемуры *Lemur catta* живут группами до 30 особей под началом главной самки, и в группе довольно сильная иерархия. Положение животного на социальной лестнице зависит от возраста, пола, опыта, личных особенностей и внешних обстоятельств, но не только. Ученые предположили, что на взаимоотношения между членами группы влияет их способность к обучению и решению интеллектуальных задач. Чтобы проверить свою гипотезу, они наблюдали за лемурами, свободно живущими на острове Святой Екатерины (США). Это крошечный барьерный остров у атлантического побережья штата Джорджия, размерами всего 16 на 5 км. В 1984 году Нью-Йоркское зоологическое общество (ныне Общество охраны дикой природы) поселило на острове 12 кольцехвостых лемуров для исследования их поведения. Это единственное местообитание вольных лемуров за пределами Мадагаскара. Сейчас там живут шесть групп животных, ученые наблюдали за двумя: в одной из них было 17 особей, в другой 21, самцы и самки, взрослые и подростки. Всех животных исследователи различали по внешним признакам и по ошейникам, даже дали им имена. А лемуры привыкли к наблюдателям, поэтому в их присутствии вели себя естественно. Ученые предложили лемурам традиционную задачу на сообразительность: надо было достать лакомство из прозрачного плексигласового куба.

Итак, на лужайку, где находились лемуры, выносили куб. Большой, со стороной 20 см, на подставке. Внутри лежала



крупная виноградина. Лемуры виноград очень любят, но, чтобы достать ягоду, нужно было выдвинуть ящичек в стенке куба и просунуть руку в образовавшееся отверстие. Ручка ящика находилась примерно на уровне пояса зверька, вставшего на задние лапы. Первыми путь к виноградине нашли не взрослые, опытные животные, а незрелая молодежь. В одной группе это был самец по

кличке Сикамор, в другой — самочка Орион. Несколько других лемуров находились поблизости, всё видели и после этого интеллектуального подвига стали выражать умникам свое искреннее расположение.

Дружелюбное (аффилиативное) поведение имеет несколько признаков. Один из них — сидение вплотную. Одно животное подходит к другому и усаживается



ДНЕВНИК НАБЛЮДЕНИЙ

Аффилиация

так близко, что их тела соприкасаются. В таком скоплении бывает несколько лемуров. Вторым признаком — груминг. Обычно дружелюбие требует взаимности: тот, кому почистили шерстку, отвечает тем же. Положение лемура в группе определяется тем, с каким количеством собратьев он контактирует, насколько продолжительны эти контакты и кто их инициирует.

Пока юные лемуры не научились добывать свою виноградину, никто не рвался с ними дружить. Но когда они сообразили, как открыть ящик, члены группы, ставшие свидетелями их достижения, сами приходили, садились рядом и чистили шерстку юных гениев. Такое отношение сохранилось даже после того, как ящик убрали и лемуры больше не могли доставать виноградины, демонстрируя свою исключительную сообразительность. При этом Сикамор и Орион, оказавшись в центре внимания, не отвечали взаимностью. Если классифицировать аффилиативные взаимодействия как входящие и исходящие, то количество входящих взаимодействий у догадливых лемуров явно прибавилось, а число исходящих осталось прежним.

За каждой группой ученые наблюдали в течение трех месяцев. Ящик лемурам выставляли по нескольку раз в день. Неудивительно, что многие животные, увидев, как это делается, и сами смогли доставать виноградину. В одной группе этой премудростью овладело

10 лемуров, в другой — 12. Кстати, доминантные самки так и не научились вынимать лакомство. Лемуры, которые часто доставали виноградину, в свою очередь, собирали вокруг себя конспецификов, еще не умеющих этого делать, и чем чаще они открывали ящик, тем больше внимания привлекали. Чтобы заинтересовать соплеменников, важна была именно частота решения задачи, а не скорость.

Обычно из связей извлекают выгоду. Верветки и макаки-крабоеды, например, часто обхаживают низкоранговых особей, которые успешно добывают еду и в состоянии обеспечить всю группу. Однако в случае с виноградиной лемуры не могут надеяться на то, что их угостят. Ягода всего одна, и доставший ее сам немедленно съедает лакомство. Даже украсть не получится. На что же рассчитывают остальные?

Условия эксперимента не позволяют однозначно ответить на этот вопрос, однако у исследователей есть предположения. Лемуры быстрее усваивают новые навыки, когда наблюдают, как это делает кто-то другой. Возможно, они просто подходили поближе к тем, кто открывал ящик, чтобы лучше видеть, а за право оставаться рядом нужно платить вниманием. Когда эксперимент закончился, они так и остались поблизости.

Другая возможность заключается в том, что умение обучаться и использовать новую информацию действительно производит впечатление на других членов группы. Ранг знающих резко

повышается, и они становятся центром притяжения. Доминирующие самки, которые не научились открывать ящик (даже и не пытались), такого жгучего интереса не вызывали. Сведения о способе добывания виноградины и польза, которую они могли принести другим членам группы, оказались в социальном плане важнее доминирования. Не исключено также, что лемуры принимают своих умных конспецификов за успешных фуражиров и пытаются подольститься к ним. Различить эти две причины пока сложно, к тому же ученые допускают, что на отношении лемуров к своим догадливым и успешным соплеменникам влияют несколько факторов. Как бы то ни было, лемуры предпочитают с ними дружить.

Итак, положение в социальной группе и способность к обучению оказались тесно связаны. Научившийся чему-то полезному, пусть даже лично для себя, привлекает повышенное внимание. Другие лемуры стремятся занять положение как можно ближе к этому источнику знания, потому что эта близость позволяет быстро получить новую информацию. Получив ее, обучившиеся лемуры сами становятся центром притяжения для других жаждущих научиться — вот такая обратная связь. Индивидуальные отличия в обучении приведут к индивидуальным различиям в успешном добывании ресурсов, неизбежно скажутся на социальном положении и потому влияют на отношение к знающим конспецификам. Умение решать задачи, требующие умственных усилий, повышает их социальный статус.

Лемуры, в отличие от некоторых людей, понимают, что от науки нельзя требовать немедленной отдачи, но она может обеспечить долговременные преимущества в будущем. Поэтому лемуры чтут своих ученых. Они перед ними даже заискивают.

Н. Анина

Долгая жизнь в сложном коллективе

Зачем современной медицине пчелы? Времена яда, меда, прополиса и маточного молочка прошли. Точнее, эти продукты используют и сейчас, но в так называемой традиционной медицине. Конечно, медицина современная тоже может искать в этих и других продуктах жизнедеятельности медоносных пчел новые полезные соединения (вот, например, свежая статья о целебных веществах пчелиного воска: «Food and Chemical Toxicology», 2018, 112, 126—133, doi: 10.1016/j.fct.2017.12.041). Но в нашей статье речь пойдет о другом. А именно о том, как исследования поведения, биохимии, генетики и физиологии пчел помогут лучше понять человеческий организм, его способности и потребности.

Неожиданное сходство

Казалось бы, что насекомые способны «рассказать» о млекопитающих? Не так уж мало. Ведь и *Homo sapiens*, и *Apis mellifera* — наиболее выдающиеся интеллектуалы среди своих ближайших родственников. И у тех и у других сложные внутригрупповые взаимоотношения. Не в том плане, что они часто конфликтуют (хотя и такое бывает), а в том, что человеческие общества и «социумы» медоносных пчел состоят из представителей разных «каст», в них есть разделение труда и наблюдается определенная иерархия.

Пчелы — животные эусоциальные. Вид называют эусоциальным, если одна его особь практически не в состоянии выжить без остальных. Представители такого вида живут группами, в которых часто присутствует не одно, а несколько поколений. Разные особи выполняют неодинаковые задачи — каждая свою. У каждой группы есть предводитель. Он часто крупнее и сильнее остальных и, в отличие от «простых» особей, способен размножаться. Тем не менее предводитель сам не может себя обеспечить, так что без услуг остальных членов группы он ограниченно жизнеспособен.

Действительно, в пчелином улье есть царица, способная производить яйца. Для ее оплодотворения существуют самцы — трутни. Ни царица, ни трутни сами себе пищи не добывают: их кормят



flickr.com/ Gilles San Martin

Медоносные пчелы *Apis mellifera* — одни из немногих насекомых, которым человек нашел применение и одомашнил — в той степени, в которой беспозвоночных вообще можно одомашнить. Как и многие другие домашние животные, пчелы служат модельными объектами в биомедицинских исследованиях, темы которых бывают весьма неожиданными.

рабочие особи — самки с недоразвитой половой системой. Получается, что ни одна «каста» не может без остальных.

Эусоциальность — явление довольно редкое. Оно присуще в первую очередь перепончатокрылым — отряду насекомых, в который помимо пчел входят муравьи, осы и некоторые другие более индивидуалистичные насекомые. Изначально сам термин относили только к ним. Позже эусоциальность нашли и у других беспозвоночных — жуков-грибовиков, отдельных видов тлей и раков-щелкунов.

Среди позвоночных эусоциальных животных почти нет. Однозначно к ним можно причислить только двух странных грызунов — голого землекопа *Heterocephalus glaber* и его менее известного родственника дамарского пескороя *Fukomys damarensis*. Чуть более спорный эусоциал — человек. О том, по каким признакам его можно отнести в ту же группу, что и пчел и голых землекопов, можно подробно прочесть в статье Сергея Ястребова «Эусоциальность и феномен человека» в «Химии и жизни», 2016, 12.

У многих эусоциальных видов есть одна занятая черта: главные особи в каждой группе живут существенно дольше, чем остальные, да при этом еще и размножаются. В чем-то это верно и для нас: богатые и знаменитые могут позволить себе медицинские услуги, продлевающие их жизнь или хотя бы повышающие ее качество при наличии болезней, но из-за своей редкости и дороговизны обычным людям недоступные.

У медоносных пчел такая особенность тоже есть. Царицы улья живут

три-четыре года, а рабочие особи — всего около шести месяцев. При этом родители у них одни и те же, просто личинок, которым суждено стать царицами, по-другому кормят. Получается, что особи, имеющие, по сути, одинаковую наследственность, отличаются по продолжительности жизни в шесть раз! А наиболее удачные попытки продлить жизнь представителей других видов действием внешних факторов — рационом с небольшим недобором калорий, пониженной температурой, антиоксидантами — давали увеличение ее срока максимум в три раза.

Многая лета царице

Вполне вероятно, что разгадка особо долгой жизни пчел-цариц лежит в их протеоме — наборе белков в клетках организма и их активности. Если удастся выяснить, какие конкретно вещества способствуют долголетию главенствующих самок этих насекомых, вполне вероятно, что проявятся особенности старения и другого эусоциального вида — нашего собственного. Можно пометить и о том, что найдется некий молекулярный переключатель, «нажав» на который, мы сможем обеспечить жизнь до ста лет если не всем людям, то хотя бы значительной их доле.

По крайней мере, именно на это надеется Томас Хан из Арканзасского университета в Литл-Роке (https://www.researchgate.net/post/Why_would_the_honeybee_be_the_best_model-organism_to_study_aging_with_the_aim_to_reverse_it).

Он напоминает: многие животные, на которых сейчас исследуют механизмы старения и влияние на них внешних факторов, не обладают выдающимся долголетием и в целом мало отличаются продолжительностью жизни от своих ближайших родственников (пожалуй, единственное исключение — тот же голый землекоп). Мыши, круглые черви *Caenorhabditis elegans*, дрозофилы и прочие популярные модельные объекты используются в исследованиях старения только потому, что их генетика и физиология уже хорошо известны и понятны, как их разводить. При этом такого разброса продолжительности жизни, как в пределах всего лишь одного улья медоносных пчел, у этих животных нет, даже если его увеличивать искусственно.

Одно из вероятных различий цариц и рабочих особей медоносных пчел — активность фермента теломеразы. Именно этот белок, поддерживающий длину «защитных колпачков» концов хромосом, теломер, позволяет избежать порчи ДНК и последующего нарушения клеточных функций (и, по одной из теорий, играет важную роль в старении и его предотвращении). Соответственно, чем активнее теломераза, тем меньше вероятность ухудшения работы клеток и тканей и старения в целом.

И надо сказать, что активность теломеразы у медоносных пчел уже измерили («Chromosoma», 2016, 125(3), 405–411, doi: 10.1007/s00412-015-0547-4). В расчет брали и личинок различных возрастов, и взрослых рабочих, и половозрелых цариц, и трутней. Оказалось, что теломераза у цариц действительно гораздо активнее, чем у бесплодных рабочих самок, — в 2,5–70 раз. Вот только закономерность эта наблюдалась лишь в тканях яичников (выше на 160%) и скоплениях нервных клеток, выполняющих функции головного мозга (в те самые 70 раз). А в соматических клетках, не относящихся к нервной системе, активность теломеразы у зрелых рабочих и цариц различалась существенно меньше.

Впрочем, такой результат не означает, что молекулярно-биологические процессы внутри пчел-долгожителей не имеют никаких особенностей. Активность теломеразы — лишь один из факторов, способных повлиять на отпущенный организму срок. Есть и многие другие, и их у медоносных пчел еще лишь предстоит изучить. При этом логично начать с эпигенетических модификаций ДНК — ненаследуемых изменений доступности различных генов для «считывания». Очевидно, что у трутней, рабочих особей и цариц активность многих генов существенно отличается: ведь в пределах колонии генотип более-менее один и тот же, однако на его основе получаются совершенно разные по свойствам и способностям животные.

Иммунитет

Высокая плотность населения идет рука об руку с высоким риском эпидемий. Любые формы контакта между особями более вероятны, если эти особи обитают на небольшой территории. Это верно не только для жителей развивающихся стран вроде Индии, но и для медоносных пчел. Их точно так же, как и всех остальных живых существ, атакуют различные вирусы, грибы — в общем, разнообразные наружные и внутренние паразиты. Учитывая, что в одном улье может проживать до 80 000 особей, нетрудно себе представить, в какой тесноте они живут. Любая инфекция, если только она не «спящая», в такой обстановке будет распространяться как лондонский пожар 1666 года по деревянным домам.

Как пчелы борются с инфекциями? С помощью индивидуального и социального иммунитета («Current Opinion in Insect Science», 2015, 10, 170–176, doi: 10.1016/j.cois.2015.05.007). Индивидуальный иммунитет у них — это в первую очередь сигнальные пути Toll, Imd, Jak-STAT и JNK, хорошо описанные на примере дрозофил. Играют немалую роль и интерферирующие РНК, мешающие копировать генетический материал вирусов, и конечно же рецепторы к молекулам, характерным для организмов патогенов. А вот социальный иммунитет, отсутствующий у дрозофил и большинства прочих насекомых, у пчел основан на сложных формах поведения. Рабочие особи, которых в колонии подавляющее большинство, выполняют небольшие индивидуальные задания, а суммарный результат их выполнения уже обеспечивает защиту всем насекомым улья.

Какие это могут быть задачи? Например, выбросить из улья или съесть смертельно больную или уже погибшую сестру либо личинку, чтобы ее паразиты не инфицировали остальных. Выбор стратегии зависит от того, жива ли «жертва» или успела основательно разложиться: тех, кто мертв вторые или третьи сутки, не едят, а выкидывают. Некоторые рабочие, видимо, понимая, что жить им осталось недолго, сами выползают за пределы улья и погибают вне его.

Помимо этих санитарных мер, пчелы практикуют и профилактику болезней. Собираются в кучи они не только для того, чтобы не замерзнуть зимой, но и для того, чтобы убить паразитов, плохо переносящих повышенные температуры. В их число входит грибок *Ascosphaera apis*. А собранный рабочими особями прополос служит водоотталкивающим и воздухо непроницаемым занавесом от бактерий и вирусов. Им замазывают щели улья. К тому же в прополисе содержатся вещества, повышающие активность пчелиных генов, чьи белки участвуют в работе иммунной системы.



ЖЕРТВЫ НАУКИ

Многие из этих идей люди, конечно, уже используют, чтобы предотвратить распространение инфекций в густонаселенных местностях. Тем не менее у медоносных пчел почти наверняка можно подсмотреть еще много полезного эпидемиологам. К примеру, интерферирующие РНК *Apis mellifera* точно стоит изучить подробнее.

Заключение

Помимо перечисленных исследований, медоносных пчел используют в качестве модельных объектов и в экспериментах на другие темы. Так, в 2017 году выяснилось, что среди рабочих особей этого вида есть «аутисты», почти не взаимодействующие с другими обитателями улья (см. «Химию и жизнь», 2017, 11). Вероятно, молекулярные механизмы такой особенности поведения помогут нам понять кое-что и о человеческих расстройствах аутистического спектра. Также интересно узнать, как пчелы справляются с этанолом, попадающим в их организм из дрожжей и прочих грибов, обитающих в ульях, и из ферментированного нектара, и что побуждает их добровольно потреблять растворы этилового спирта крепостью до 50 градусов.

Впрочем, исследования медоносных пчел могут завершиться уже в ближайшие десятилетия. Несмотря на хорошо развитый интеллект и иммунитет, этих насекомых становится все меньше. Целые колонии погибают от вирусов, переносимых клещами рода *Varroa*. Немалый вред причиняют и пестициды из класса неоникотиноидов. Эти вещества, по строению напоминающие никотин, действуют на нервную систему насекомых-вредителей, парализуя их. Ну а поскольку пчелы тоже насекомые, неоникотиноиды поражают и их. В странах Европейского союза их недавно полностью запретили именно ради защиты медоносных пчел, а вот в России пока применяют.

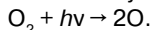
С. Ястребова

На месте ли озоновая дыра?

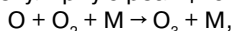
Сравнительно недавно слова «озоновая дыра», «озоновый щит Земли» не сходили со страниц ежедневных газет, о них кричали радио- и телепередачи, нас пугали статьями в Интернете и в научно-популярных журналах. Термины «дыра», «щит» были наглядны, понятны, о них судачили даже те, кто не знал, что такое озон. Правительства ведущих стран мира принимали законы с целью снизить вредное воздействие человека на озоновый слой в стратосфере. Но все как-то постепенно стихло, и сейчас на эту тему редко можно увидеть новые сообщения и аналитические статьи. Значит ли это, что проблема рассосалась сама собой? Или страшилки были преувеличением?

Озоновый слой (он же озоновый щит) расположен в стратосфере на высотах примерно от 10 до 50 км, где атмосферное давление в среднем составляет соответственно 220 и 0,76 мм рт. ст. И очень небольшую часть от количества молекул кислорода и азота в стратосфере составляют молекулы озона. Именно они поглощают жесткий солнечный ультрафиолет, защищая от него человека, животных, растения.

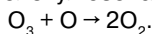
Механизм образования стратосферного озона предложил в 1930 году британский геофизик Сидни Чепмен (1888—1970). Жесткое ультрафиолетовое излучение Солнца (длина волны около 255 нм, диапазон УФ-С) расщепляет молекулы кислорода на атомы:



Атомы кислорода вступают с молекулами кислорода в темновую, то есть уже не требующую освещения, тримолекулярную реакцию:



которая приводит к образованию молекул озона. Какая-нибудь «третья частица» М нужна для того, чтобы стабилизировать вновь образовавшуюся молекулу озона путем отвода от нее избытка энергии. Атомы кислорода участвуют не только в образовании молекул озона, но и в их разрушении:



Эта реакция требует преодоления энергетического барьера (энергия активации составляет примерно 13 кДж/моль). Этот факт означает, что на скорость такой реакции может влиять катализатор. Что и подтвердилось впоследствии.

В стратосфере озона намного больше, чем в тропосфере — нижнем слое атмосферы. Озон вреден для человека, он не менее ядовит, чем хлор, поскольку разрушает любые биологические ткани, с которыми соприкасается. Предельно допустимая среднесуточная концентрация озона в атмосферном воздухе населенных мест составляет 0,03 мг/м³. Озон — один из основных компонентов фотохимического смога, мнение, что озоном полезно дышать, — миф. В то же время убийственное действие озона на микроорганизмы помогает дезинфицировать воду, а заодно предотвращает образование в воде очень токсичных веществ, которые могут появиться при хлорировании, если она загрязнена органическими соединениями. Например, полифенолы не токсичны в той очень малой концентрации, в которой они могут оказаться в питьевой воде, но при хлорировании частично образуют диоксины, токсичность которых может быть в тысячи раз больше, чем у фенолов. Озон же не хлорирует, а разрушает органику.

Кстати, повышение содержания кислорода в воздухе тоже не привело бы ни к чему хорошему: пожары стали бы более интенсивными и опасными; недопустимо ускорились бы важные биохимические реакции в клетках организма. Последствия вдыхания больших количеств кислорода описал Жюль Верн в фантастической повести «Опыт доктора Окса», написанной в 1872 году. Доктор Окс с говорящей фамилией (от франц. *oxygène* — кислород) наполнил кислородом здания и улицы города, в котором проводил свой «эксперимент». И вот что из этого вышло.

«Этот газ, совершенно бесцветный, лишенный запаха, вдыхаемый в большом количестве, вызывает ряд серьезных нарушений в организме. Человек, живущий в атмосфере, перенасыщен-

ной кислородом, приходит в крайнее возбуждение и быстро сгорает.

Но, вернувшись в обычную атмосферу, он снова приходит в норму, как это было с советником и бургомистром, когда они поднялись на башню, где им не приходилось вдыхать кислород, который остался в нижних слоях атмосферы.

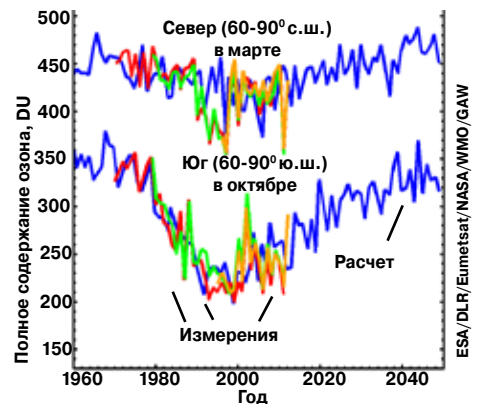
Человек, постоянно вдыхающий этот газ, столь губительный для организма, быстро умирает, подобно тем безумцам, которые предаются всякого рода излишествам!»

Озон образуется в воздухе из кислорода не только под действием ультрафиолета, этому способствуют также электрические разряды, о чем упоминает Томас Манн в философском романе «Волшебная гора»:

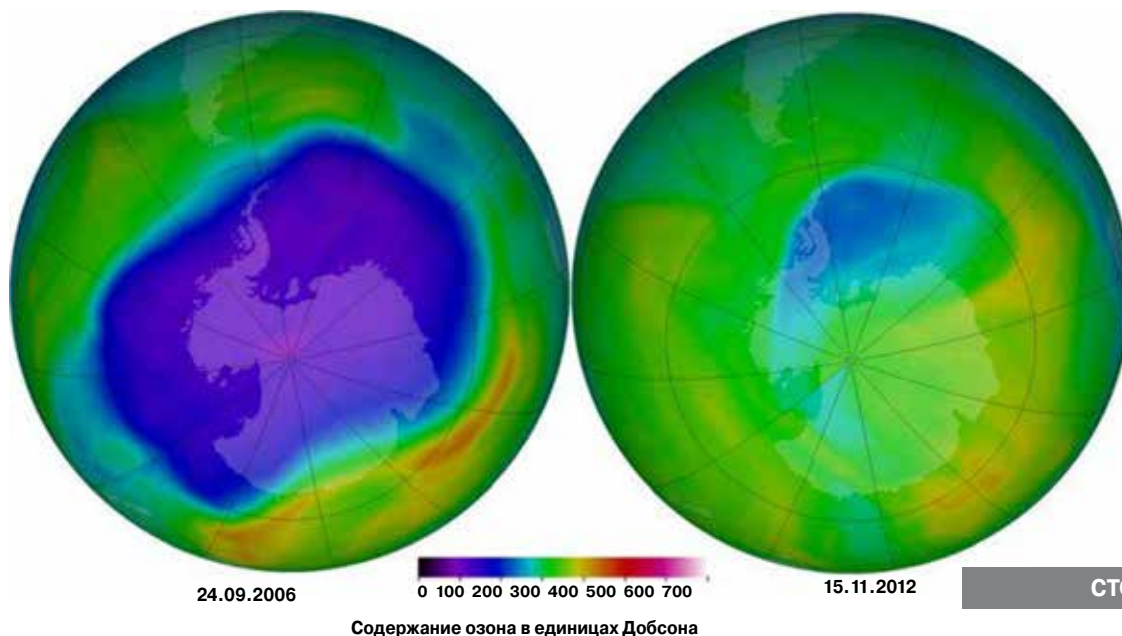
— Но чем это здесь так пахнет?

— Кислородом, — ответил гофрат. — То, что вы ощущаете в здешнем воздухе, — это кислород. Атмосферический продукт комнатной грозы, понимаете ли...

Конечно, гофрат — главный врач санатория доктор Беренс (а с ним и знаменитый немецкий писатель) — ошибаются: кислород не имеет запаха. Запахом, причем неприятным, обладает озон, само название которого происходит от греческого *ὄζων* — пахнущий; так его назвал открывший озон



Содержание озона над полярными шапками: измеренное разными приборами и рассчитанное по климатической модели E39CA. Видно, что в конце 90-х содержание достигло минимума, а теперь должно расти



СТО ХИМИЧЕСКИХ МИФОВ

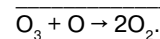
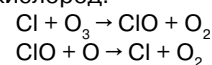
швейцарский химик Кристиан Фридрих Шёнбейн (1799—1868).

Сравнение озонового слоя со «щитом» хромает: он похож не на щит, а на редко сплетенную сеточку. Метеорологи измеряют толщину озонового слоя в так называемых единицах Добсона (англ. DU), названных в честь британского физика и метеоролога Гордона Добсона (1889—1976). Одна единица Добсона соответствует слою озона толщиной 0,01 мм при стандартных давлении и температуре. Нормой считается концентрация озона в атмосфере в пределах 200—300 единиц; на уровне моря весь этот озон образовал бы при нормальных условиях слой толщиной всего 2—3 мм.

В начале 1970-х годов ученые обнаружили, что содержание озона в атмосфере постепенно снижается. И распространились утверждения о том, что снижается «толщина озонового

слоя», что «образовалась озоновая дыра». Но это вовсе не означает, что уменьшился 40-километровый атмосферный слой, в котором образуется озон, и тем более — что в некоем «щите» появилось отверстие. На самом деле снизилось содержание озона в этом слое атмосферы, то есть озоновая сеточка стала более разреженной. При этом корректно было говорить только о среднегодовом снижении, поскольку оно существенно зависело от времени года. В среднем это снижение впоследствии, по-видимому, вообще прекратилось. Что касается локальных значений, то снижение концентрации озона в воздухе сильнее выражено над полюсами, в марте — апреле над Северным полюсом, в сентябре — октябре над Южным. Над Северным полюсом максимальное снижение концентрации озона может достигать 30%, над Южным полюсом — 70%.

Причины, по которым могло снизиться содержание озона в полярных областях, а также процессы образования и разрушения озонового слоя были тщательно изучены нидерландским химиком Паулем Крутценом (р. 1933), американским химиком мексиканского происхождения Марио Молиной (р. 1943) и американским химиком Шервудом Роулэндом (1927—2012). Все трое за исследования атмосферного озона в 1995 году были удостоены Нобелевской премии по химии. Основная вина была возложена на рукотворные фторхлоруглеводороды — фреоны. Их широко использовали в качестве хладагентов в холодильной технике, для заполнения огромного количества аэрозольных баллончиков с различными лаками и парфюмерией. Будучи химически инертными, фреоны десятилетиями могут оставаться в атмосфере, диффундируя в ее верхние слои. Там они разрушаются под действием солнечного ультрафиолета; образующиеся атомы хлора каталитически способствуют превращению озона в кислород:



С января 1989 года вступил в силу Монреальский протокол к Венской конвенции об охране озонового слоя. Протокол, который подписали 196 стран, ограничивал использование фреонов. И озоновая дыра действительно начала довольно быстро уменьшаться. Самая большая «дыра» была зафиксирована над Антарктидой в сентябре 2006 года (рисунок вверху слева). А спустя шесть лет она стала намного меньше.

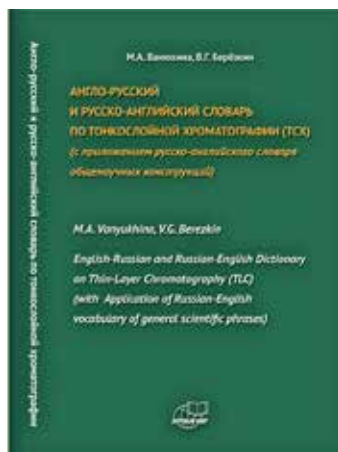
И.А. Леенсон

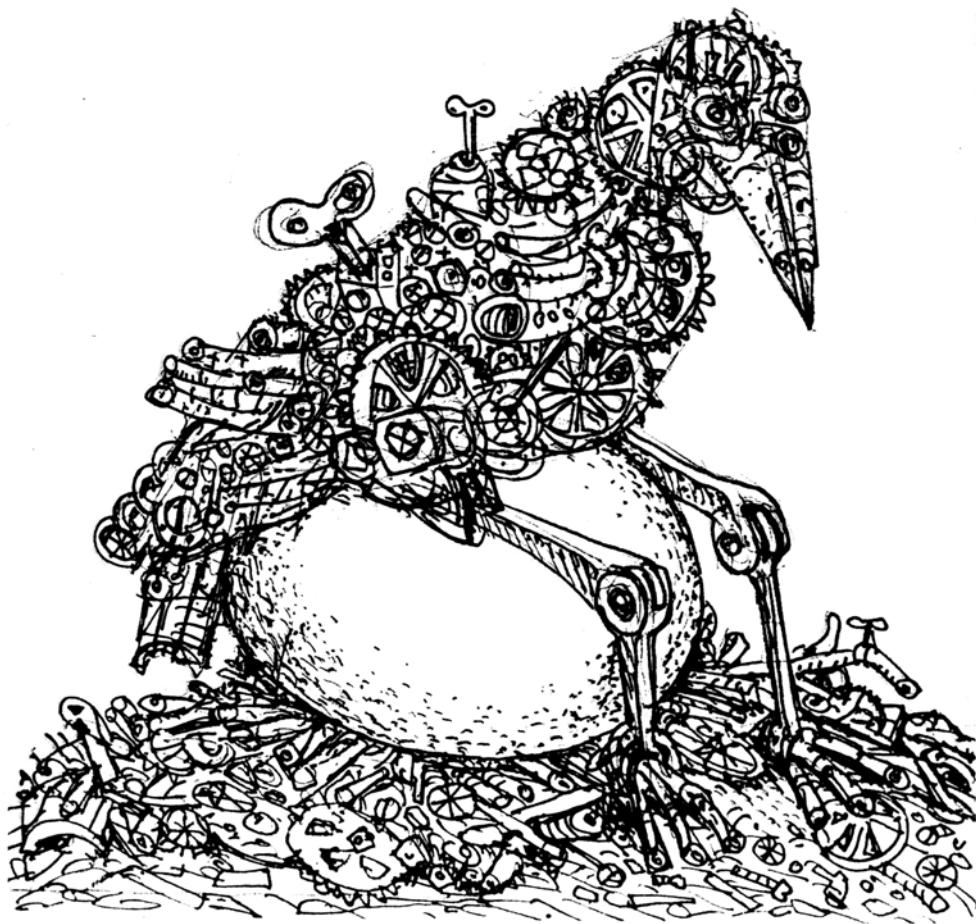
КНИГИ

**Ванюхина М.А.,
Берёзкин В.Г.**

Англо-русский и русско-английский словарь по тонкослойной хроматографии (ТСХ) (с приложением русско-английского словаря общенаучных конструкций). — М.: Научный Мир, 2018.

Тонкослойная хроматография (ТСХ) — один из наиболее распространенных аналитических методов. Словарь будет полезен как для хроматографистов, нефтехимиков, химиков, инженеров-химиков, химиков-аналитиков (в том числе и студентов технических специальностей), так и для более широкого круга читателей. Приведены примеры использования терминов в контексте предложения, что может представлять интерес при переводе технических текстов. Словарь снабжен транскрипцией и содержит около 1930 словарных статей. Чтобы купить, присылайте запрос по адресам: marava@yandex.ru или berezkin@ips.ac.ru.





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

**внести 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/

Римский клуб: 50 лет

Кандидат биологических наук
С.В. Багоцкий



В 1968 году итальянский предприниматель Аурелио Печчеи (1908—1984) разослал письма 30 ведущим исследователям всего мира и предложил устроить встречу в Риме для обсуждения проблем, стоящих перед человечеством. Встреча прошла 6 и 7 апреля 1968 года. На ней было принято решение о создании Римского клуба. Предполагалось, что он станет неформальным объединением интеллектуалов, открыто обсуждающих самые сложные вопросы социально-экономического развития человечества, экологии, философии, культуры, организует исследования по этим вопросам.

Римский клуб был создан как альтернатива другому знаменитому клубу. Бильдербергский клуб – собирающийся ежегодно с 1954 года неформальный совет мировой политической и финансовой элиты, на котором обсуждаются политические и экономические проблемы и вырабатывается общая позиция. Собрания Бильдербергского клуба происходят в атмосфере секретности, посторонних туда не допускают. Напротив, Римский клуб публикует свои доклады с целью привлечь внимание общественности к глобальным проблемам. При этом Клуб намеренно дистанцируется от любых политических и идеологических сил, хотя среди его членов есть и политики.

В первые годы существования Римского клуба его главной движущей силой были четыре человека: сам Аурелио Печчеи, английский физико-химик, директор по науке Международной организации экономического сотрудничества Александр Кинг (1909—2007), американский кибернетик турецкого происхождения Хасан Озбекхан (1921—2007) и американский астрофизик австрийского происхождения Эрих Янч (1929—1980).

Президентами Римского клуба были в 1968—1984 годах Аурелио Печчеи, в 1984—1990 Александр Кинг (Великобритания), в 1990—2000 Рикардо Диес-Хохлайнтнер (Испания), в 2000—2006 принц Эль-Хасан-ибн-Талал (Саудовская Аравия). С 2007 года Клубом руководят два сопредседателя. В 2007—2012 годах этот пост занимали Ашок Кхосла (Индия) и Эберхардт фон Кербер (Германия), с 2012-го – Эрнст Ульрих фон Вайцзеккер (Германия) и Андерс Вийкман (Швеция).

Как и во Французской академии, число членов Клуба строго фиксированно — 100 человек. Членами Римского клуба были и являются крупные политические деятели — Билл Клинтон, Альберт Гор, Тони Блэр, Кофи Аннан, Хавьер Солана, а также бизнесмены — Билл Гейтс и Джордж Сорос.

С самого начала Печчеи настаивал на включении в Римский клуб представителей стран советского блока. А в СССР эту идею пробивал Джермен Михайлович Гвишиани (1928—2003). И они добились успеха. Членами Клуба от СССР и России, помимо самого Гвишиани, были Чингиз Айтматов, М.С. Горбачев, С.П. Капица, А.А. Логунов, Б.Е. Патон, Е.М. Примаков, В.А. Садовничий, Е.К. Федоров. В 1989 году в СССР была создана Ассоциация содействия Римскому клубу, которую возглавил Д.М. Гвишиани.

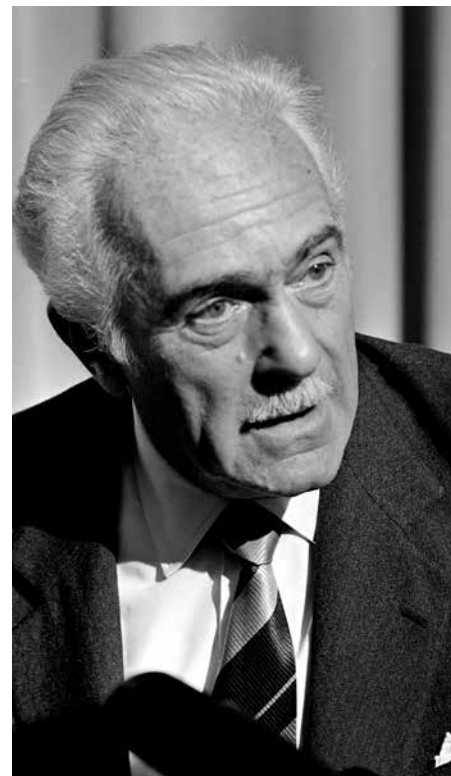
Большой интерес для широкого круга читателей представляют книги основателей Римского клуба — «Человеческие качества» Аурелио Печчеи, «Пусть кошка перевернется» Александра Кинга и «Самоорганизующаяся Вселенная» Эриха Янча. Они были изданы на русском языке (книга Янча — не полностью).

На своем первом собрании в 1970 году Римский клуб заслушал доклад Хасана Озбекхана «Предостережения человечеству». Последующие доклады были посвящены самым разным темам: взаимоотношение человечества и биосферы; трудности, переживаемые слаборазвитыми странами; социальные и культурные изменения; образование.

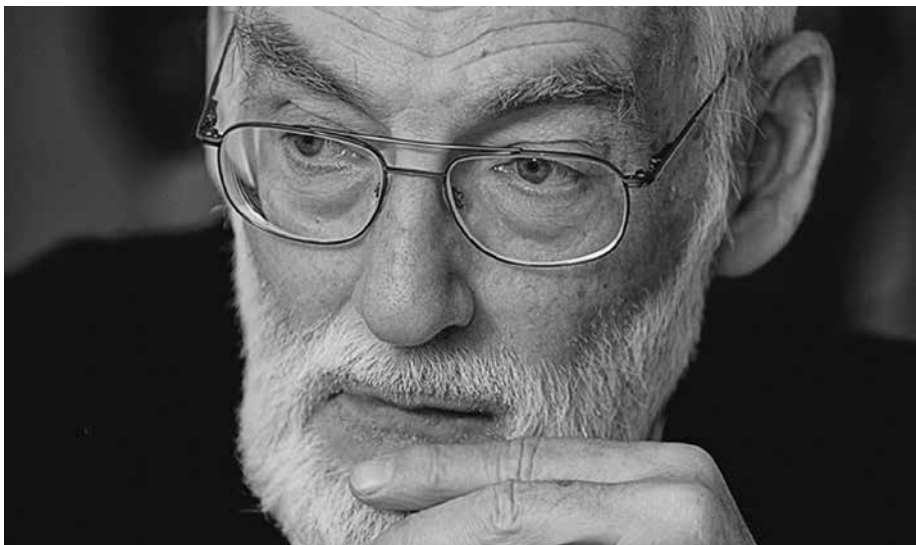
Римский клуб стимулировал развитие ряда новых научных направлений. Среди них на первом месте стоит ком-

пьютерное моделирование динамики развития человечества. В 1970 году Римский клуб начал активно сотрудничать с ведущим в мире специалистом в области компьютерного моделирования сложных систем Джейм Форрестером. Результатом стало создание серии компьютерных моделей мировой динамики. В 1972 году ученик Форрестера Деннис Медоуз сделал на собрании Римского клуба свой знаменитый доклад «Пределы роста», в котором рассказал о результатах этих работ.

В моделях, разработанных Форрестером, Медоузом и их сотрудниками, было проанализировано 12 возможных сценариев будущего человечества. Пять сценариев заканчивалось глобальным кризисом во второй четверти XXI века: согласно этим сценариям, сначала падал уровень производства, а затем и численность населения. Еще



Аурелио Печчеи



Деннис Медоуз

пять сценариев приводили к серьезным проблемам, и лишь два можно было рассматривать как благополучные. Для предотвращения или смягчения кризиса была предложена программа «нулевого роста», предполагающая стабилизацию уровня производства и численности населения. Эта модель предусматривала планирование или по крайней мере координацию экономического развития в мировом масштабе.

Интересно свериться с этими моделями сегодня. Численность населения в 2015 году оказалась несколько выше, чем предсказывали модели. А потребление ископаемого топлива — несколько ниже.

А на следующем собрании с докладами выступили ведущие в мире специалисты в области системного анализа Михайло Месарович и Эдуард Пестель, которые предложили перейти от концепции «пределов роста» к концепции «органического роста», при котором экономическое развитие не тормозится, а меняет направление с учетом возможностей биосферы. Месарович и Пестель рассматривали не только глобальные, но и региональные проблемы. В их видении будущего человечества разные регионы Земли должны будут выполнять разную работу в поддержании устойчивости человеческой цивилизации.

Римский клуб активно поддерживал исследования в области теории самоорганизации. Активным членом Клуба был мировой лидер этого направления, живущий в Бельгии русский эмигрант Илья Романович Пригожин (1917—2003). С подачи Римского клуба в 1972 году в Вене был создан Международный институт системного анализа, который возглавил советский философ Д.М. Гвишиани.

Римский клуб не поддерживал ни одно из политических течений, однако политические идеи на собраниях обсуждались. Так, в докладе, который сделал в 1976 году первый лауреат Нобелевской премии по экономике Ян Тинберген (Нидерланды), были высказаны предложения по ограничению суверенитета отдельных стран и усилению прав международных организаций. Тинберген предложил рассматривать природные ресурсы не как собственность отдельных стран, а как общее достояние человечества и установить международный контроль над их использованием. Потери для стран, владеющих ресурсами, предполагалось компенсировать экономически. Этот доклад отразил тенденции к глобализации мировой экономики.

Примечательно, что Тинберген в своем докладе говорил о необходимости перехода к «гуманистическому социализму». Что он под этим подразумевал, не совсем понятно.

В 1979 году Римский клуб заслушал доклад о проблемах образования. В этом докладе была высказана мысль о том, что образование должно ориентироваться на реальность завтрашнего, а не сегодняшнего дня, но, поскольку эта реальность пока гипотетична, образование не может не быть избыточным. Эта точка зрения коренным образом противоречит популярному в нашей стране взгляду, согласно которому задачей образования является воспитание квалифицированного потребителя, а «перегружать ребенка знаниями» вредно и ненужно. Одной из основных задач системы образования было признано преодоление культурного разрыва между населением разных стран.

Ряд докладов был посвящен проблемам стран третьего мира. В них рассматривались возможные пути экономического развития этих стран и



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

выхода большей части их населения из состояния хронической бедности.

Еще одна важная тема — экология. Деятельность Римского клуба с самого начала способствовала международной активности в области охраны окружающей среды. В 1972 году в Стокгольме состоялась Конференция Организации Объединенных Наций, на которой была принята Программа по окружающей среде. В 1980 году ООН приняла Всемирную стратегию охраны природы — документ, в котором впервые прозвучали слова «sustainable development», не очень удачно переведенные на русский язык как «устойчивое развитие». В 2000 году, после шестилетнего обсуждения, была принята Хартия Земли, поддержанная правительствами многих стран и международными организациями.

В 2012 году Римский клуб заслушал доклад норвежского экономиста Йоргена Рандерса, содержащий прогноз развития мира на ближайшие 40 лет.

Согласно прогнозам Рандерса, США сохраняют высокий уровень жизни, их население вырастет. Несколько худшие, но тоже неплохие перспективы у Европы. Усилится экономическая мощь Китая, численность его населения начнет постепенно снижаться. По оценкам Рандерса, к середине XXI века Китай сумеет обеспечить своему населению уровень жизни, сравнимый с европейским. Уровень жизни населения среднеразвитых стран, в число которых включена и Россия, останется невысоким, хотя для России Рандерс обещает некоторый рост. Слаборазвитые страны встретятся с тяжелыми экономическими проблемами.

Еще более безрадостным делают этот прогноз ожидаемые климатические изменения. Большие опасения возникают из-за глобального потепления, которое связывают с увеличением выброса углекислого газа в результате хозяйственной деятельности. Связано ли это потепление с хозяйственной деятельностью человека или с естественными причинами — об этом все

еще идут споры, так или иначе, оно действительно происходит. Потепление может привести к очень серьезным последствиям, наиболее опасным из которых представляется перестройка системы океанских течений. По некоторым прогнозам, Гольфстрим больше не будет приходить к берегам Европы. Парадоксально, но из-за глобального потепления старушка Европа начнет замерзать, и это положит конец ее благополучию. Некоторые даже ожидают начало нового ледникового периода.

Принятый в 1997 году Киотский протокол установил для разных стран квоты на выброс углекислого газа. Смогут ли эта мера предотвратить глобальное потепление, пока неясно, но даже из самых оптимистичных сценариев следует, что потепление не остановится мгновенно.

На собрании 2017 года, посвященном полувековому юбилею Римского клуба, с концептуальным докладом выступили его нынешние руководители

Эрнст фон Вайцзеккер и Андерс Вийкман. Доклад получил известность под названием «Come On!». (Это многозначное английское выражение здесь имеет два смысла — «да ладно, рассказывай сказки» и «приходи к нам»). В докладе говорится о том, что капиталистическая цивилизация, ориентированная на расширенное воспроизводство и получение прибыли, себя исчерпала. Эта цивилизация сформировалась в условиях «пустого мира» — мира избытка ресурсов и неизведанных территорий. Современный мир — «полный» (термин «The Full World» придумал американский экономист Герман Дэйли). Основным источником дохода стало не производство полезной продукции, а финансовые спекуляции. Доклад подвергает критике многие существующие показатели экономического развития, в частности ВВП. Авторы не без сарказма отмечают, что аварии с разливом нефти увеличивают ВВП, поскольку в ВВП включаются работы по ликвидации последствий аварии.



Андерс Вийкман

При этом сам по себе рост численности населения не столь сильно влияет на экологическое равновесие, как рост

Доклады Римского клуба

- 1972 — «Пределы роста». Деннис Медоуз и др.
 1974/1975 — «Человечество у поворотного пункта». Михайло Месарович, Эдуард Пестель.
 1976 — «Пересмотр международного порядка». Ян Тинберген.
 1977 — «Цели для человечества». Эрвин Ласло и др.
 1978 — «За пределами века расточительства». Денис Гарбор и др.
 1978/1979 — «Энергия: обратный отсчет». Тьерри де Монбриаль.
 1978/1979 — «Нет пределов обучению». Джеймс Боткин, Мади Эльманджра, Мирча Малица.
 1980 — «Вклад микроэлектроники: предварительная оценка информационных технологий». Жуан Рада.
 1980 — «Третий мир: три четверти мира». Морис Гернье.
 1980 — «Путеводители в будущее: к более эффективным обществам». Богдан Гаврилишин.
 1980 — «Диалог о богатстве и благосостоянии: Альтернативный взгляд на формирование мирового капитала». Орио Гиарини.
 1981 — «Императивы сотрудничества Севера и Юга». Жан Сен-Жур.
 1982 — «Микроэлектроника и общество». Гюнтер Фридрихс, Адам Шафф.
 1984 — «Третий мир способен себя прокормить». Рене Лемуар.
 1986 — «Будущее океанов». Элизабет Манн-Боргезе.
 1988 — «Революция босоногих». Бертран Шнайдер.
 1989/1993 — «Пределы определенности». Орио Гиарини и Вальтер Штахель.
 1989 — «За пределами роста». Эдуард Пестель.
 1989 — «Африка, победившая голод». Аклилу Лемма и Пентти Мальяска.
 1991 — «Первая глобальная революция». Александр Кинг и Бертран Шнайдер/
 1994/2001 — «Способность управлять». Йезекел Дрор.
 1995 — «Скандал и позор: бедность и экономическая отсталость». Бертран Шнайдер.
 1995 — «Считаться с природой». Вутер ван Дирен.
 1995/1996/1997/1998 — «Фактор четыре. Затрат — половина, отдача — двойная». Эрнст фон Вайцзеккер, Эмори Ловинс, Л. Гюнтер Ловинс.
 1997/98 — «Пределы социальной стабильности: конфликт и взаимопонимание в плюралистическом обществе. Питер Бергер.
 1996/1998 — «Дилемма занятости и будущее работы». Орио Гиарини и Патрик Лидтке.
 1998 — «Океанический цикл. Использование морей как глобального ресурса». Элизабет Манн-Боргезе.
 1998 — «Сеть: Как изменят нашу жизнь новые медиа». Хуан Луис Себриан.
 2000 — «Человечность побеждает». Мон Рейнхард.
 2002 — «Искусство мыслить связно». Фредерик Вестер.
 2003 — «Двойная спираль обучения и работы». Орио Гиарини и Мирча Малица.
 2004 — «Пределы роста: 30 лет спустя». Деннис Медоуз и др.
 2005 — «Пределы приватизации: как избежать чрезмерности хорошего?». Эрнст фон Вайцзеккер и др.
 2005 — «Будущее людей с ограниченными возможностями в мире». Рафаэль де Лоренцо Гарсия.
 2006 — «Очерк теории роста человечества. Демографическая революция и информационное общество». С. П. Капица.
 2009/10 — «Голубая экономика: 10 лет, 100 инноваций, 100 миллионов рабочих мест». Гюнтер Паули.
 2010 — «Фактор пять: Трансформация глобальной экономики через повышение эффективности использования ресурсов». Эрнст фон Вайцзеккер и др.
 2012 — «Разорение природы. Отрицание планетарных границ». Андерс Вийкман, Йохан Рокстрем.
 2012 — «2052. Глобальный прогноз на ближайшие сорок лет». Йорген Рандерс.
 2014 — «Извлеченные. Как добыча полезных ископаемых грабит планету». Уго Барди.
 2015 — «Изменяя историю, изменяем будущее. Живая экономика для живой Земли». Дэвид Кортен.
 2015 — «На краю: состояние и судьба тропических лесов планеты». Клод Мартин.
 2015 — «Выбирая наше будущее: альтернативы развития». Ашок Кхосла.
 2016 — «Процветание по-новому. Управление экономическим ростом для сокращения безработицы, неравенства и изменений климата». Грэм Макстон, Йорген Рандерс.
 2017 «Come On! Капитализм, близорукость, население и разрушение планеты». Эрнст фон Вайцзеккер, Андерс Вийкман.
- Доклады Римского клуба публиковались как отдельные книги на английском языке. По-видимому, все они были переведены и на русский в качестве изданий «Для служебного пользования». Некоторые (не все) изданы на русском языке.
 См. также: <https://www.clubofrome.org/activities/reports/>

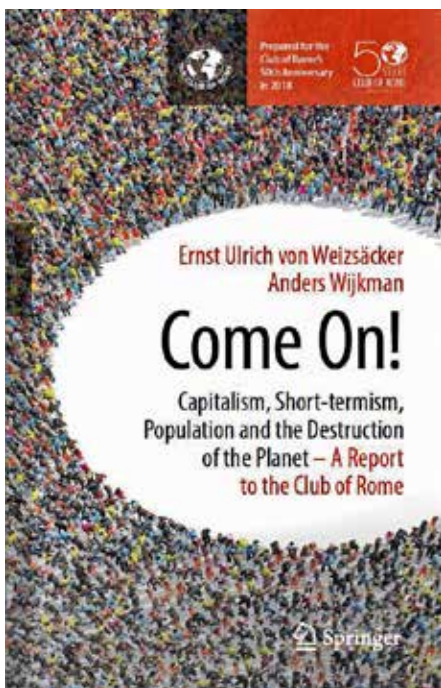


Эрнст Ульрих фон Вайцзеккер

объемов производства и внедрение технологий, которые приносят высокие прибыли, но разрушают окружающую среду.

В докладе подчеркивается комплексный характер надвигающегося кризиса. Он не ограничивается разрушением природы, но включает деградацию общества и его институтов, разрушение морали и культуры. Необходимым условием преодоления кризиса признается построение экономики, ориентированной на удовлетворение нормальных человеческих потребностей.

Авторы доклада предпринимая попытки философского осмысления сложившейся ситуации и говорят о том, что



сегодняшняя реальность требует нового мировоззрения. Это мировоззрение было названо «Новым Просвещением». В нем должны восторжествовать идеи гуманизма, но без антропоцентризма. «Новое Просвещение» должно стать идеологией новой гармоничной общепланетарной цивилизации.

В целом «Come On!» производит неоднозначное впечатление. В нем правильно сформулированы проблемы, стоящие перед современным миром, однако не предлагаются какие-либо реальные пути их решения. Все это напоминает призывы «расширить» и «углубить» (с ударением на втором слоге), которые очень любил один из российских членов Римского клуба. Не может вызвать одобрения и содержащаяся в этом документе эмоциональная критика дарвинизма, связанная с чрезмерным преувеличением его поклонниками благотворности конкуренции. Несколько удивляет и пропаганда ряда спорных научных и философских идей.

Деятельность Римского клуба критикуют противники глобализации и сторонники национального суверенитета. Для них Римский клуб, выступающий за централизованное управление ресурсами Земли, — проводник интересов транснационального капитала, стремящегося установить на Земле свое безраздельное господство. Они не без оснований вспоминают о том грабеже, которым подвергались страны, ставшие колониями или полуколониями.

Что можно сказать по этому поводу? Процессы глобализации и формирования общепланетарной цивилизации носят объективный характер. Поэтому координация активности отдельных стран



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

становится насущной необходимостью. С этой целью создавались такие структуры, как Лига Наций и Организация Объединенных Наций. Но глобализация может протекать по разным сценариям. Главных два: олигархический и демократический. Олигархический сценарий предполагает, что глобальные проблемы будут решаться в интересах узкого круга населения развитых стран и верхушки стран третьего мира. В рамках этой концепции большая часть населения Земли обречена на более или менее быстрое вымирание.

Сомнительно, чтобы огромное население третьего мира устроил такой сценарий. Неизбежным ответом на его реализацию станет беспрецедентная вспышка терроризма, в том числе с использованием средств массового поражения. В таких обстоятельствах о каком-либо устойчивом развитии придется надолго забыть — начнется война всех против всех, где не будет ни фронта, ни тыла, и никакое мировое правительство не сможет сохранить контроль над ситуацией. А если и сможет, то с помощью чрезвычайно жесткой диктатуры, при которой от такого понятия, как «права человека», ничего не останется. После эпохи великих потрясений на Земле в лучшем случае установится социальный строй, подобный существовавшему на планете Торманс из романа Ивана Ефремова «Час Быка». А о том, что будет в худшем случае, страшно и подумать.

Надо отдать справедливость Римскому клубу, его члены никогда не проповедовали олигархический сценарий. Но возможно, он обсуждался за закрытыми дверями на заседаниях другого международного клуба — Бильдербергского. Нужно искать демократические альтернативы, учитывающие интересы широких масс населения и разных регионов Земного шара. Только в этом случае появится шанс перейти к гармоничной Всемирной цивилизации, о которой говорилось в докладе «Come On!». В любом случае предстоят трудные времена. Хочется надеяться, что человечество переживет их достойно.



Конспект по теории и практике дематериализации

Подготовил
С.М. Комаров



Художник О. Домье

Никакой мистики. Дематериализация — это не превращение плотных тел в бесплотные. Это тенденция в мировой экономике, которая проявляется в снижении относительной материало- и энергоемкости как отдельных изделий, так и валового продукта человечества. Например, в США материалоёмкость экономики выросла с 340 г/доллар в 1900 году до 500 г/доллар в 1929-м, далее 40 лет колебалась в этих границах, а с 1970 года стабильно падает, достигнув к 2008-му 290 г/доллар. И такую тенденцию замечают во всем развитом мире. В связи с этим некоторые экономисты преисполнились оптимизма и заняли позицию корнукопианцев (от греческого «корнукопия», означающего «рог изобилия»): научно-технический прогресс даже при исчерпании ресурсов сможет обеспечить высокий уровень жизни и, соответственно, потребления для всего населения планеты, а не только золотого миллиарда, сосредоточенного в развитых странах. Им, однако, оппонируют неомальтузианцы: дематериализация дематериализацией, но нельзя не видеть, что потребление материалов в расчете на душу населения в тех же США выросло за XX век в четыре раза и останавливаться не собирается.

О непростых явлениях, стоящих за понятием дематериализации, подробно рассуждает Вацлав Смил из университета Манитобы (Канада) в книге «Создание современного мира.

Материалы и дематериализация», которую в конце 2017 года издал Фонд образовательных и инфраструктурных проектов Роснано. Председатель правления УК «РОСНАНО» А.Б. Чубайс так написал в предисловии к русскому переводу: «Думаю, эту книгу стоит прочитать всем тем, кто интересуется не только броскими, но и глубинными трендами в современной техносфере, без понимания которых невозможно ни технологическое предпринимательство, ни само строительство инновационной экономики». Подробности читатель может найти в оригинале — это почти 300 страниц насыщенного многочисленными фактами и числами текста, — а ниже следует краткий конспект интересных рассуждений Вацлава Смила, признанного журналом «Foreign Policy» одним из ста самых влиятельных мыслителей современного мира.

Победный ход технологии материалов

Все, что окружает человека, сделано из материалов. Однако, как отмечает Смил, прогресс в их использовании нелинеен и состоит из двух неравных периодов. Долгие тысячелетия человек обходился в основном природными материалами, которые требовали небольшой обработки, — строил дома из бревен или камней и глины, покрывал их соломой, делал ткань из волокон растений. Если же требовалась серьезная

обработка, тогда получались дорогие вещи и в небольшом количестве. Причина была в недостатке энергии, которая нужна для обработки материалов, в том числе и энергии в форме продуктов питания. История знает примеры, когда концентрирование ресурсов страны на несложном по современным меркам деле вроде строительства императорского дворца вызывало такой перерасход этой скудной энергии, что экономика страны приходила в полное расстройство.

Рост производительности сельского хозяйства, использование каменного угля для производства энергии и появление паровых машин резко изменило ситуацию и дало начало новому этапу в использовании материалов: их объем и номенклатура стали расти взрывообразно, причем увеличение потребности в одном материале неизбежно влекло рост потребления другого. Например, для того чтобы увеличивать добычу угля, нужно строить шахты. В них требуется укреплять своды, значит, нужен строительный лес. Так шахтеры дали работу лесорубам. Лес, как и уголь, нужно перевозить, приходится строить дороги, в том числе железные. А это вызывает потребность в дополнительном количестве леса — из него делают шпалы, в химической продукции креозотом пропитывают шпалы для долговечности. Ну и, само собой, нужна сталь для изготовления рельсов. В XIX веке было построено более 770 тысяч километров дорог в разных странах. Поскольку при строительстве одного километра требуется переместить 3000 км³ сыпучих материалов — почвы, песка, гравия, — выходит, что эта стройка вовлекла в переработку колоссальные 2,3 млрд м³. Потребность в стали увеличила объем ее производства в 56 раз всего за 30 лет — с полумиллиона тонн в 1870-м до 28 млн тонн в 1900-м. И почти вся эта сталь пошла на рельсы: с учетом того, что метр рельса весит в среднем 25 кг, на построение дороги даже без учета ремонта понадобилось 20 млн тонн. Сталь нужна была и для мостов, и для постройки большегрузных судов, которые быстро вытеснили деревянные (на каждое судно уходило более 10 тыс тонн стали). Из стали начали делать автомобили, не говоря уж про огромное разнообразие машин и механизмов, в том числе и для выплавки самой стали.

Важным фактором роста потребности в материалах оказалась и изменение стиля жизни вследствие индустриализации: бывшие крестьяне стали рабочими и собрались в городах, пошла стремительная урбанизация, которая потребовала огромных количеств строительных материалов. Вот как Смил иллюстрирует эту идею.

«Пожалуй, самым эстетически привлекательным воплощением возросшего спроса на тесаный камень можно назвать модернизацию Парижа, начавшуюся во времена Второй империи (1852—1870). Реорганизация парижских улиц и жилищного фонда под руководством Жоржа Эжена Османа, длившаяся с 1853 по 1870 г., ...и последовавший за ней рост, в результате которого население города практически утроилось с 1850 по 1900 г., привели к возникновению спроса на характерный камень кремового цвета, добываемый в карьерах Сен-Максимен и выбранный, как уже было сказано ранее, Кольбером в XVII веке в качестве замены известняка, добывавшемуся в самом Париже. Осман использовал эти камни в строительстве типовых пятиэтажек с угловыми мансардными крышами; именно такими домами застроены широкие прямые бульвары, также спроектированные по инициативе этого градостроителя. Чтобы оценить расход камня, будем исходить из того, что на каждое из 40 тысяч зданий, построенных в рамках проводимой Османом городской реконструкции, в среднем уходило 350 тонн камня на фундамент и 250 тонн на фасад; таким образом получаем примерно 25 миллионов тонн камня, и эту цифру можно смело удвоить, если учитывать значительные отходы добычи, транспортировки, резки и иных работ с материалом».



ГЛУБОКИЙ ЭКОНОМ

Урбанизация вызвала к жизни и совсем новые производства, например стекольное, — до середины XIX века большие листы стекла делать не умели; способ протяжки слегка застывшего листа между двух асбестовых валиков предложил в 1848 году тот же сэр Генри Бессемер, который позже изобрел конвертер для выплавки стали. Массовое производство сделало сталь дешевым материалом, который возможно применять не только для изготовления механизмов, но и в строительстве. Результат — массовая постройка многоэтажных домов. «Конструкционная сталь, а точнее длинные двутавры, клепаные из небольших кусков, стала основой для возведения небоскребов, позволив отказаться от толстых несущих стен. Здание компании Home Insurance в Чикаго, спроектированное Уильямом Ле Бароном Дженини, завершено в 1885 году и снесенное в 1931 (на его месте построили Филд-Билдинг), было первым высотным (10 этажей, 42 метра) строением, где основной опорой стали стальные колонны и балки, что уменьшило общую массу здания на две трети, позволило увеличить площадь пола и установить большие окна. Пять лет спустя в Нью-Йорке был построен Уорлд-Билдинг — 20-этажный небоскреб высотой 94 метра; и незадолго до начала нового века Генри Грей изобрел универсальный балочный стан, на котором можно было прокатывать длинные двутавры, что существенно упростило изготовление стальных конструкций, так как позволило отказаться от трудоемких заклепочных соединений. Небоскребы нуждались в лифтах — фирма Otis, до сих пор лидирующая на этом рынке, установила свой первый электрический лифт в 1889 году, — а значит, только усиливали спрос на сталь, ведь она была необходима для изготовления лифтового оборудования, кабин и тросов. Стоит отметить и “скрытый” расход стали на производство железобетона» — так рассказывает Смил эту историю.

Появились и неиспользованные ранее металлы. Например, в 1888 году началось промышленное производство алюминия. К 1900 году цена этого металла снизилась в двадцать раз, хоть выплавлено его было всего 8 тыс. тонн. Но к 1943 году годовой выпуск алюминия вырастет уже до 2 млн тонн.

Есть еще один важнейший материал, который начали массово изготавливать в XIX веке и который лег в основу технической цивилизации, — это бумага. Ее промышленное производство начинается с появления в самом начале века огромных машин, в которых идет непрерывное изготовление бумажного листа. Эта деятельность также добавила работы лесорубам, ведь на тонну целлюлозы для получения бумаги нужно в среднем 3,6 кубометра круглого леса. Бумага обеспечила не только массовое книгопечатание, но и вызвала

к жизни такое явление, как ежедневные газеты, сыгравшие немалую роль в политических событиях Нового времени, придала делопроизводству тот вид, в каком мы его знаем, изменила всю промышленность упаковки.

Материалы XX века

Эти тенденции — рост объемов производства уже известных материалов и создание новых — были продолжены и в XX веке. Вот некоторые данные, которые приводит Смил. Мировое производство стали, увеличившись 30-кратно с 1900-го по 2000 год (до почти 850 млн тонн) в 2011 году достигло 1,52 млрд тонн. Всего в течение XX века было произведено почти 31 млрд тонн стали и половина — после 1980 года. В 2010 году мировое производство стекла составило 56 млн тонн с устойчивой тенденцией роста на 4—5% в год. При этом часть стекла перестала выполнять декоративные функции — развилась промышленность прочных стекловолокон, как для наполнения композитов, так и сверхпрозрачных, для изготовления оптических кабелей. В 2010 году выработали около 185 млн тонн целлюлозной массы: для этого потребовалось около 700 млн м³ леса — почти как для пиломатериалов.

Еще одно интересное явление — на планете появились антропные породы, искусственные камни вроде бетона, кирпича, асфальта. Они создают новый ландшафт, образуют на поверхности планеты покрытие, слабопроницаемое для воды, и формируют искусственные скалы. В 2010 году человечество употребило 40 млрд тонн таких пород, львиная их доля — 33 млрд тонн — пришлось на бетон. Как прикидывает Смил, по объему это 17 км³ — примерно 5% от объема горы Фудзияма. То есть такую гору мы используем за два десятилетия. Это, конечно, много, но кажется сущей безделицей, если посмотреть на гавайский вулкан Мауна-Лоа — объем этого вулкана 75 тыс. км³. А вот если посчитать площадь сооружений и мостовых — тех самых непроницаемых покрытий, то окажется, что в 2008 году она была сравнима с территорией Кении: 580 тыс. км², или почти 0,4% всей площади суши планеты

Важнейшим прорывом в XX веке в области конструкционных материалов стали пластмассы, прежде всего самые массовые — полиэтилен, полипропилен и поливинилхлорид. «Среди величайших открытий 50-х годов отмечу, — пишет Смил, — полиимиды (используются в подшипниках и шайбах, а также в качестве устойчивых к тепловому и химическому воздействию материалов в электронике) и поликарбонаты (из них стали делать оптические линзы и окна, позже — покрытие для компакт-дисков); однако самым значимым достижением стал изобретенный Карлом Циглером метод синтеза полиэтилена при обычной температуре и под низким давлением с применением новых металлоорганических катализаторов. После 1960 года появились полисульфон (огнезащитный материал), полибутилен (гибкий полиолефин, используемый при изготовлении труб и пластиковой упаковки), жидкокристаллические полимеры (ароматические полиэфиры, широко используемые в электронике), а также пластмассовые материалы DuPont, продаваемые под широко известными торговыми наименованиями: лайкра (спандекс, используется в производстве спортивной одежды), кевлар (пуленепробиваемый пара-арамид, из которого изготавливаются бронежилеты), огнеупорный номекс (используется в производстве пожарного оборудования и экипировки пилотов) и тайвек (высокоплотный полиэтилен, применяется в качестве водо- и паропроницаемого изоляционного материала для домов). До начала 30-х гг. общемировое производство пластмасс не превышало 50 000 тонн; лишь в 1949 году оно достигло одного миллиона тонн и лишь в 1960 смогло превзойти 6 миллионов тонн. Затем, благодаря доступности углеводородного сырья, мировой объем синтеза возрос на порядок величины: в 1989 году было произведено уже 100 миллионов

тонн, в 2002-м — 200, в 2010-м — 265. Последняя цифра более чем шестикратно превышает мировое производство алюминия и равняется примерно 18% производства стали за тот же год. Но если сравнивать не по массе, а по объему, то пластмасс было произведено даже больше, чем стали: при средней плотности 1 г/см³ их объем составил 265 миллионов кубометров, а объем стали — всего 181 миллион кубометров (средняя плотность 7,8 г/см³)».

В общем, на протяжении XX века выпуск новых материалов вырос на порядки: пластмасс в десятки тысяч раз, алюминия в тысячи, более традиционных — бумаги, стали, меди — в три десятка раз. При этом население увеличилось в 3,8 раза, а валовой продукт человечества — в 20 раз. Выходит, что расход материалов сильно возрос, как в расчете на душу населения, так и на единицу ВВП. О какой же дематериализации можно говорить?

Научно-технический прогресс и расход материалов

Поскольку дематериализация — весьма сложный и противоречивый процесс, лучше не рассуждать о ней, а привести несколько примеров. Первый из них — история металлической баночки для пива. Давным-давно этих баночек не было совсем — пиво разливали в бутылки либо хранили в бочонках. Однако с развитием технологии обработки металлов появилась возможность отказаться от этой тяжелой и не самой надежной тары. Так родилась металлическая баночка. Сначала, в 30-х годах XX века, она была стальной, а стенка ее довольно толстой. Спустя двадцать лет была создана алюминиевая промышленность, и после войны, когда возникла проблема сбыта этого металла, появилась идея сделать тонкостенную алюминиевую банку. Смил пишет так: «Первые алюминиевые банки были введены фирмой Coors в 1959 году; первой компанией, разливавшей свои напитки в них, стала Royal Crown Cola в 1964 году, а в 1967 году к ней присоединились Coca Cola и Pepsi Cola. Через десять лет стальные банки для напитков стали уходить в прошлое, а затем и совсем перестали использоваться: для пива в 1994 году, а для прохладительных напитков с 1996 года, но по-прежнему остались наиболее популярной упаковкой для консервированных фруктов, овощей и мяса. Алюминиевые банки изготавливают из сплавов (содержащих около 5% магния, менее 2% марганца, а также следы железа, кремния и меди), внутри часто покрыты защитной оболочкой и имеют обжимные крышки с металлическими ушками для открывания. Первые алюминиевые банки были необычайно тяжелыми — 85 г; к 1972 году составные банки из двух деталей весили уже меньше 21 г, к 1988 году — меньше 16 г, через десять лет — в среднем 13,6 г, а в 2011-м их вес достиг 12,75 г. Что это значит? Допустим, что в 1980 году (когда было изготовлено 41,6 млрд банок) средний вес банки составил 19 г, а в 2010-м (когда было изготовлено 97,3 млрд банок) уже 13 г. Тогда рост потребления банок в 2,3 раза за три десятилетия сопровождался увеличением массы алюминия лишь на 60%. Чтобы проиллюстрировать эту удельную дематериализацию, отмечу, что если бы все банки, изготовленные в 2010 году, весили столько же, сколько в 1980, то дополнительно потребовалось бы 580 тыс. т алюминия — достаточно, чтобы построить восемь самолетов «Боинг-747». <...> Кроме того, как уже отмечалось в предыдущей главе, алюминиевые банки являются самыми перерабатываемыми контейнерами (да и вообще самым перерабатываемым предметом) — более половины всех банок, производимых ежегодно в США (не важно, как измеряется этот показатель), сегодня приходится на переработанный металл; на энергоёмкость производства банок и его воздействие на окружающую среду удельная дематериализация и переработка влияют совместно. 13 грамм вовсе не предел: в 2012 году один европейский произ-

водитель представил свою последнюю разработку — банку объемом 330 мл (в США выпускаются банки объемом 355 мл, это на 7,5% больше), вес которой всего 9,5 г».

Очень интересным примером служит эволюция мощности двигателя в расчете на единицу его веса, так сказать, показатель эффективности механизма, находящегося в руках человека. Человеку, для того чтобы развивать один ватт мощности, при длительной работе требуется один килограмм живого веса (при кратком усилии эффективность больше — 200 г/Вт). Интересно, что, по оценкам Смита, аналогичная эффективность и у основного тяглового животного — ломовой лошади, специально выведенной для тяжелой работы; только вес лошади под тонну, поэтому она развивает одну лошадиную силу, то есть 745 ватт, а человек — только 60—80 ватт. Первые паровые машины недалеко ушли от битюга — около 600 г/Вт. К середине XIX века их эффективность повысилась до 100 г/Вт. Выполнять работу за человека и лошадь такая машина уже могла, но использовать как двигатель для экипажа ее было нельзя — слишком тяжела, не смогла бы сдвинуть свой вес. Однако к 1890 году Готлиб Даймлер и Вильгельм Майбах представили свой двигатель внутреннего сгорания с революционным показателем 30 г/Вт. Еще немного усилий — и в 1901 году Карл Бенц показывает первый автомобиль «Мерседес» с четырехцилиндровым двигателем, который имел эффективность 8,8 г/Вт. Спустя тридцать лет даже двигатели мощных автомобилей вышли на уровень 5 г/Вт. Сейчас же у легковых машин соотношение веса двигателя к мощности составляет 1—1,5 г/Вт. Но это не предел. Так, эффективность современных турбин самолетов — 0,1 г/Вт, «Аполлонов», которые летали на Луну, — менее 0,001 г/Вт.

Не будь такой дематериализации, человек попросту не смог бы создать привычные нам средства транспорта — двигатели оказывались бы слишком тяжелыми для выполнения возложенных на них задач. Не было бы и нынешнего изобилия электроэнергии, которую вырабатывают тепловые электростанции; во всяком случае, оно потребовало бы гораздо больших расходов. Ведь у современной газовой турбины эффективность 1—2 г/Вт, а массовые паровые машины начала XX века имели более 10 г/Вт; то есть не будь прогресса в материализации и конструировании турбин, на них пошло бы в пять — десять раз больше металла.

А вот как в изложении Смита выглядит процесс дематериализации электронных устройств. «Вес компьютеров обычно сравнивают с весом системы наведения Аполлона-11, которая использовалась для управления и посадки капсулы на Луну в августе 1969 года. Этот компьютер с 2 кБ оперативной памяти весил 32 кг, что пропорционально 16 грамм/байт. В 1981 году первый персональный компьютер IBM имел 16 кБ оперативной памяти и весил 11,3 кг, что пропорционально 0,7 г/Б. В 2011 году мой новый ноутбук Dell Studio при 4 Гб оперативной памяти и весе 3,6 кг имел удельный вес 0,0000009 г/Б. Это означает, что за 42 года, с 1969 по 2012, отношение массы к оперативной памяти снизилось на 7 порядков — такая скорость удельной дематериализации впечатляет. Впрочем, при оценке общего воздействия этой дематериализации следует начать с компьютера IBM 1981 года, поскольку система «Аполлон-11» не была ни коммерческой, ни портативной. Совокупный объем оперативной памяти около 2 миллионов компьютеров, проданных в 1981 году, составил чуть больше 30 Гб, а их совокупная масса — 22 тысячи тонн; спустя 30 лет совокупный объем оперативной памяти более чем 300 миллионов компьютеров, проданных в 2011 году, был порядка 1,2 Эб (10¹⁸ байт), а масса — около 1,2 миллиона тонн: следовательно, совокупный прирост оперативной памяти на 7 порядков (40 миллионов раз) сопровождался увеличением общей массы лишь в 60 раз. <...> Мобильные телефоны — еще более наглядный пример, так как в их развитии впечатляющая удельная дематериализация объединилась с не



менее выдающимися достижениями в качестве связи и общей функциональности. В 1973 году первый мобильный телефон компании Motorola весил 1135 г; в 1984 году первое коммерческое устройство — Motorola DynaTAC 8000 X — весило 900 г; в 1994 году телефоны Nokia по-прежнему весили около 600 г; к 1998 году у компании уже были устройства весом всего 170 г; в 2000 году мобильные телефоны в среднем весили 120 г, а самый легкий из них — всего 96,35 г. С 2005 года средний вес мобильного телефона устанавливается в пределах 110—120 г, ведь, несмотря на то что новые телефоны становятся тоньше (средняя толщина телефона в 2000 году — 22 мм, в 2010 году — 14 мм), их дисплеи увеличиваются: средняя ширина в 2000 году составила 3,75 см, а в 2010 году — уже 7,5 см. Популярны телефоны iPhone компании Apple отражают эти изменения: модель 2007 года с дисплеем шириной 6,2 см весила 135 г, iPhone 5, вышедший в 2012 году с дисплеем шириной 7,6 см, — 112 г. Мариан Тули в 2012 году составил список 16 устройств или функций, замененных приложениями на iPhone: камера, компьютер для общения по электронной почте, радио, стационарный телефон, будильник, газета, фотоальбом, видеомэгантофон, стереомэгантофон, карта, DVD-плеер для фильмов, картотека контактов, телевизор, диктофон и компас. Даже если мы просто сложим массы современных, то есть в основном электронных, версий замененных устройств — часов, будильника, маленького портативного радиоприемника, карманного диктофона и цифровой фотокамеры, каждый из которых весит порядка 100 г, — то получим сумму в 500 г (тогда как мобильный телефон весит чуть больше 100 г); а если более либерально подойти к выбору устройств и складывать массы их механических предшественников из 1950-х, то масса замененных телефоном устройств составит несколько килограммов, что уже говорит об удельной дематериализации на несколько порядков. Запомните это впечатляющее сравнение — я вернусь к нему в предпоследнем разделе последней главы!»

Мнимая дематериализация

На что же намекает Смит последней фразой процитированного фрагмента? А на то, что еще в 1865 году английский экономист Уильям Стенли Джевонс сформулировал следующий парадокс: «**Предположение о том, что экономия топлива эквивалентна снижению его потребления, является заблуждением.** Верно обратное. Как правило, новые экономические режимы ведут к увеличению потребления, в соответствии с принципом, действующим во многих подобных случаях» (жирный шрифт дан в соответствии с оригиналом). Именно на примере предельно эффективных смартфонов этот парадокс прекрасным образом себя проявляет. Вот соответствующий фрагмент из книги Смита:

«Постепенное снижение массы (а следовательно, и стоимости) отдельных продуктов, будь то потребительские товары или мощные двигатели, привело к их более широкому использованию, а также применению в более тяжелых (более мощ-

ных, более крупных, более удобных) машинах. Это неизбежно привело к очень резкому росту спроса на материалы, даже учитывая рост населения и количества компаний. Наиболее очевидный пример такого увеличения в наши дни — мобильные телефоны. Поистине взрывное распространение более чем сгладило их эволюцию от «кирпичей» к тонким (в некоторых случаях тоньше карандаша) конструкциям, а в результате мы получили значительный рост спроса на энергоемкие материалы. Учитывая, что средняя масса мобильного телефона в 1990 году (когда их было около 11 миллионов) составляла 600 г, а в 2011 году (почти 6 миллиардов абонентов) — уже 118 г, совокупная масса мобильных телефонов выросла с менее чем 7 тысяч тонн в 1990 году до более чем 700 тысяч тонн, то есть на два порядка.

Эволюция американских легковых автомобилей и, в частности, их двигателей — еще один хорошо задокументированный пример удельной дематериализации, не сопровождаемой никаким совокупным снижением количества материалов. <...> Вот подробное сравнение ситуации в 1920 и 2010 годах. В 1920 на рынке доминировал Ford Model T с двигателем мощностью 15 кВт (20 л. с.) с низкой компрессией (4,5:1) и массой 230 кг, то есть соотношение массы и мощности составило 15,3 г/Вт. К 2010 году самый популярный легковой автомобиль компании — Ford Fusion — был оборудован двигателем Duratec 25 I-4 мощностью 130 кВт (с высокой компрессией 9,7:1) и массой всего 120 кг, то есть соотношение массы и мощности стало всего 0,92 г/Вт.<...> Впрочем, эти выдающиеся улучшения в среднем отношении массы к мощности бензиновых двигателях сопровождались значительным ростом средней мощности двигателя. <...> Неудивительно, что наблюдается тесная взаимосвязь между средней мощностью и средней массой автомобиля: в 1920-х и 1930-х годах автомобили стали тяжелее, поскольку стали выпускаться с полностью закрытым металлическим корпусом, а их комфортность продолжала расти, что требовало использования более мощных и тяжелых двигателей. <...> Автоматические коробки передач (ими оборудовано около 95% новых американских автомобилей), кондиционеры, сервоприводы для управления окнами и зеркалами, аудиосистемы и лучшая изоляция дополнительно увеличивают массу среднестатистического автомобиля. <...> В период с 1920 по 2011 год вес автомобилей увеличился в 3,4 раза. <...> И хотя в период с 1920 по 2011 год среднее отношение массы автомобиля к его мощности снизилось на 93%, средняя мощность двигателя увеличилась более чем в 11 раз: это увеличение нейтрализовало 75% экономии материала, которая стала возможной благодаря улучшению отношения массы двигателя к его мощности, а остальную четверть экономии перечеркнуло увеличение конечного веса автомобиля более чем в 3 раза... В пересчете на душу населения эти показатели выглядят еще более удручающе, поскольку количество владельцев автомобилей за все эти годы только увеличилось: если в 1920 году было зарегистрировано 8 автомобилей на 100 человек, то в 1950-м это уже 27 автомобилей на 100 человек. После этого нормой стало иметь несколько автомобилей в семье: в 1950 году лишь 3% семей в США имели по два автомобиля, к 1965 году эта цифра достигла 24%, к 2011 году — почти 40%, причем около 20% из них владеют тремя и более машинами, что в общем составляет 80 автомобилей на 100 человек. Таким образом, с 1920 по 2011 год число автомобилей, зарегистрированных на 100 человек, выросло почти в 10 раз, и даже без учета роста населения (с 106 до 308 млн человек), которое при прочих равных привело бы к появлению в три раза большего количества автомобилей, совокупное влияние увеличения мощности, массы и количества автовладельцев привело к увеличению расхода материалов на пассажирские автомобили на душу населения в 2011 году в 35 раз по сравнению с 1920-м».

В примерах со телефонами и автомобилями речь шла об эволюции одного и того же устройства. Но можно найти пример мнимой дематериализации, вызванной радикальной сменной технологией. Речь идет об обороте бумаги для делопроизводства и конструировании. Например, отмечает Смиль, «для Боинга-747, сконструированного в 1965 году и запущенного в производство в 1969-м, требовалось около 75 тысяч чертежей, а это почти 8 т бумаги. Именно поэтому в 70-х гг. компания «Боинг» разработала на базе вычислительных машин CAD-систему, в которой хранилось более миллиона чертежей и которую через более чем 25 лет службы заменили на серверную операционную систему SunSolaris. В 1990-е годы такие самолеты, как Боинг-767 и Аэробус-340, стали наиболее впечатляющими воплощениями технологий CAD. Даже самые ранние системы CAD часто вдвое сокращали время, необходимое для реализации конкретной задачи, а дальнейшее их развитие позволило уменьшить потребности в рабочей силе до 10—20% от первоначального уровня. Не менее важным следствием перехода на автоматизированное проектирование была экономия бумаги: если раньше для исправления целых чертежей требовалось много расчетов и труда, то теперь это лишь несколько кликов мышкой. Например, при проектировании B-29 (Stratofortress — крупнейшего и наиболее сложного американского дальнего бомбардировщика Второй мировой войны) на каждый окончательный чертеж в конечном промышленном образце приходилось более 4000 предварительных, которые просто выбрасывались. CAD же значительно упрощает эксперименты с различными вариантами и правками: программное обеспечение отслеживает изменения по всему проекту и самостоятельно корректирует все нужные чертежи. Когда использование систем CAD стало нормой, они заменили экспериментальные, пробные, предварительные и окончательные чертежи почти во всех отраслях строительства, промышленности и проектирования сетей нематериальными электронными версиями. Менее чем за два поколения в развитых странах произошла практически полная дематериализация проектирования. Конечно, лишь оценив то, от чего мы отказались, мы сможем понять, было ли это дематериализацией или нет, и поэтому я называю этот вид дематериализации «мнимой». Благодаря CAD, в прошлом ушли большие и маленькие листы бумаги, чертежные столы, стулья, инструменты и огромные железные шкафы, в которых все это хранилось, но создание и хранение нематериальных чертежей требует развитой инфраструктуры: современных компьютеров, устройств хранения резервных копий больших массивов данных и коммуникационных сетей, от специализированного программного обеспечения (для разработок которого нужны другие компьютеры) до широких плоских экранов и целых помещений с серверами, необходимыми для обработки Интернет-трафика (глобализация проектирования и использование труда субподрядчиков с других континентов, будь то проектирование мобильных телефонов или самолетов, требующие постоянного обмена предложениями и документацией в мировом масштабе), не говоря уже о значительно более активном использовании электричества и инфраструктуры, необходимого для его бесперебойной подачи (выработка электричества методом сжигания ископаемого топлива или из возобновляемых источников, преобразование тока и его передача по высоковольтным и распределительным сетям к конечным потребителям). Таким образом, даже, казалось бы, яркие примеры дематериализации в действительности представляют собой всего лишь сложную форму замены одних материалов на другие. Распространение CAD позволило сократить вырубку лесов, производство целлюлозы, бумаги и чертежных инструментов, а также мебели для их хранения — но вместе с тем создало дополнительную потребность в сложной (и энергоемкой)

материальной инфраструктуре современного электронного мира, а следовательно, и в материалах, необходимых для бесперебойного энергоснабжения этих систем. Учитывая сложность современных электрических и электронных систем, их активное использование и различные сроки службы (программное обеспечение или интерфейсы заменяются через несколько месяцев, тепловые электростанции работают на протяжении десятилетий), очень трудно придумать метод общей оценки баланса материалов, используемых в работе и эксплуатации таких сложных структур, пришедших на замену бумаге».

Поиск настоящего счастья

Из всех этих выкладок следует, что на самом-то деле человечество вовсе не идет к абсолютному сокращению потребления ресурсов. Сокращение лишь относительное — не будь дематериализации, мы бы лишь расходовали гораздо больше материалов и энергии, и, скорее всего, развитые страны не смогли бы достичь нынешнего уровня комфорта и могущества. Поскольку в бедных странах стремятся к тому же уровню, проблема ограниченности ресурсов имеющейся дематериализацией не решается.

А можно ли в принципе сократить абсолютное потребление? Этому мешают два обстоятельства. Во-первых, современные экономисты обожают экономический рост, который должен быть не мене двух, а лучше трех процентов в год. Спада они так боятся, что даже исключили это слово из лексикона, заменив почти оруэлловским «отрицательным ростом». Очевидно, что идеи какой-нибудь экономики снижающихся оборотов, цивилизации старьевщиков (см. «Химию и жизнь»,...) для них принципиально неприемлемы. Во-вторых, люди издавна действуют в соответствии с русской поговоркой «У кого щи пусты, а у кого жемчуг мелок»: чем выше уровень потребления, тем больше нужно потреблять, чтобы чувствовать себя счастливыми. Не случайно Франция и Германия гораздо менее счастливы, чем, с одной стороны, Филиппины или Руанда, а с другой — Дания, Финляндия, Швеция. У первых потребление материалов на душу населения за 2000-е годы выросло немного, на 5—6%, вторые в принципе бедны, и их уровень потребления несравнимо низок, а вот у третьих рост потребления материалов за тот же срок оценивают двусмысленными числами.

Выходит, что несчастные Франция и Германия оказались в промежуточном положении между недо- и перепотреблением, оттого и несчастны. А значит, попав в петлю потребления, общество уже не может из нее выбраться и для обретения счастья должно потреблять все большими и большими темпами. Или действовать в соответствии с другой поговоркой: «Не жили хорошо, нечего и начинать». Как практически выходить из ситуации, никому не понятно, поэтому приходится вставать на путь не деклараций, а рассуждений.

Смил рассуждает так: «Конечно, в истории было множество примеров обществ, чьи правители держали население в материальной нищете, и это было не самое худшее, что можно было ожидать, ведь голод наносит неисправимо больший урон, чем отсутствие материальных благ. За примерами не нужно идти в далекое прошлое: за последние три поколения самыми тревожными из них стали маоистский Китай (и устроенный Мао голод, от которого в период с 1959 по 1961 год погибло 30 миллионов человек) и продолжающееся сумасшествие в Северной Корее. Однако развитие современных обществ движется в другом направлении. Действительно, государства сегодня существуют в основном для того, чтобы поддерживать экономические, технические и законодательные основы общества и инфраструктуры массового потребления. Даже некогда многочисленные альтернативы, основанные на материальном ограничении или прямом об-



нищании — Советский Союз и коммунистический Китай, — впоследствии с готовностью перешли к более активному потреблению (ключевое различие заключается в том, что в случае с Китаем партия не потеряла свой контроль). Следовательно, крайне маловероятно, что скоро появится крупная экономика, лидеры которой будут обещать своим гражданам все меньше и меньше благ или, по крайней мере, столько благ, сколько есть. Конечно, всегда есть возможность, что личные интересы большого количества хорошо проинформированных индивидов объединятся для подрыва старой парадигмы и что это сильно повлияет на материальное потребление. <...> Умерить и в конечном счете сократить эту глобальную волну массового потребления, вызывая к здравому смыслу — подчеркивая невозможность сохранения существующей экономики, поднимая вопрос влияния растущего потребления на окружающую среду, проповедуя ответственность за сохранение природных ресурсов перед будущими поколениями или расхваливая преимущества этого ограничения в плане безопасности и экономии средств, — это, по-прежнему, сизифов труд... достижение материально необеспеченными 4/5 населения мира даже трети среднего качества жизни в богатых странах требует еще много поколений роста совокупного потребления материалов. Претенциозный прогноз даже показал бы, сколько конкретно поколений будет расти материальное потребление, но разумнее всего сомневаться в этом показателе, поскольку он складывается из сложного взаимодействия динамики роста населения, человеческих желаний и мировоззрения, экономического роста и цен на товары, технического прогресса, международных отношений и изменений в мировой экологии. Именно эти факторы определяют, насколько долго человечество может поддерживать явно неустойчивую «экономическую реку». В настоящий момент еще ничего не предрешиено, и нетрудно представить себе, как рациональное будущее с ограниченным потреблением энергии и уровнем использования материалов, направленным на оптимизацию уровня жизни неизменного или даже медленно снижающегося количества людей, так и бессистемную погоню за энергией и материалами, которая по большей части приводит к безответственному потреблению с огромными потерями, углубляет мировой разрыв между населением с разным уровнем жизни и ослабляет базовые функции биосферы — единственное незаменимое основание любой цивилизации.

Будем надеяться, что человеческая находчивость (применение которой в последние два века достойно восхищения) и приспособляемость (которая, к сожалению, применялась не для предотвращения ожидаемых кризисов, а уже после того, как они наступили) рано или поздно поведут нас по первому пути. Но даже в этом случае изменение использования материалов человечеством будет постепенным и сложным процессом, исход которого нам неизвестен».





Павел Иванович Чичиков, русский предтеча виртуальной экономики

В.Д. Киселев



ПОИСКИ СМЫСЛА

В начале перестройки был популярен такой анекдот. Встречаются два бизнесмена. Один другого спрашивает: «Тебе нужен вагон мармелада?» — «Конечно!» — «А миллион у тебя есть?» — «Есть!» — «Отлично!» Сделка заключена. Дальше оба отправляются на поиски. Один — миллиона, а другой — вагона мармелада. Перед нами типичное оперирование виртуальными ресурсами: обещанием предоставления товара и обещанием его оплаты. В сущности, и мармелад, и миллион рублей превратились из вполне материальных объектов в некие знаки, за монетизацию которых и борются герои рассказа. Из-за него, кстати, этот популярный в начале 90-х годов типаж стали называть «мармеладниками», хотя логичнее были бы их назвать «чичиковцами», ведь суть такого рода предпринимательства — превращение материальных ценностей в знаки с последующей их конвертацией в капитал — аналогична деятельности героя «Мертвых душ».

«...по существующим положениям этого государства, в славе которому нет равного, ревизские души, окончившие жизненное поприще, числятся, однако ж, до подачи новой ревизской сказки наравне с живыми», — констатировал объективную ситуацию Павел Иванович Чичиков. Этот общепризнанный факт лег в основу его отчасти успешной бизнес-модели по конвертации в деньги как легитимных документов на право собственности, так и доверия к нему лично, а также уважения государственных законодательных актов и положений. Однако он опередил свое время на полтора столетия, поскольку действовал в рамках экономической парадигмы будущего, которую вполне можно назвать постмодернистской, когда не важно, кто ты есть на самом деле, главное — как ты выглядишь. В существовавшей же в первой половине девятнадцатого века российской экономической парадигме, разделяемой большинством губернского города, Чичиков, формально чтивший закон, где нет запрета покупать мертвые души, будет признан мошенником, так как нарушает неписаные правила и признание на моральные ценности. Однако герои романа отнюдь не одинаково относятся к предложенному Чичиковым инновационному решению — превратить умерших людей в денежные

знаки. Так, Манилов категорически не принимает нововведения, сохраняет приверженность имеющейся экономической норме, но все-таки уступает соблазну. Коробочка оказывается более гибкой, она видит перспективы модернизации, но понять, что принадлежащие ей души уже стали некими знаками, предназначенными для обмена, еще не готова. Поэтому кузнец, по ее мнению, стоит гораздо больше остальных, ведь знатный был кузнец! Безоговорочно принимает новую экономическую парадигму только Собакевич, для которого Чичиков оказывается гениальным предпринимателем, работающим строго в рамках несовершенного законодательства и заслуживающим поощрения. Что же касается Ноздрева и Плюшкина, то они и в старой экономической парадигме выпадают из нормы, но отнюдь не в сторону инновационных решений.

В чем же суть его инновации? По правилам экономической игры, предложенной государством, между двумя ревизскими сказками проходит примерно 10—12 лет. За это время происходят два встречных процесса: увеличение и снижение численности крестьян в барском поместье. Динамика обеспечивается продажей и покупкой душ, их естественным расширенным воспроизводством, а также смертностью и побегами. Гипотеза, принятая государством, понятна: эти два процесса сбалансированы, сколько прибыло — столько и убыло, налогооблагаемая база для помещика сильно не меняется. В условиях стабильного государства, без кровопролитных войн, социальных потрясений и смертоносных эпидемий такая гипотеза справедлива, но если условия изменились, то помещик начинает нести потери и терпеть убытки, так как размер ежегодной подати за крепостных крестьян в поместье по старой ревизской сказке становится неадекватно высоким. Размер экономии для помещика на податях за проданные Чичикову мертвые души становится за несколько лет существенным. У Чичикова же свой корыстный интерес. Обычно помещик берет ссуду в банке под залог материальных ценностей, тех же душ. Затем эту ссуду возвращает с процентами, а ему возвращают залог. Либо не возвращают ни ссуду, ни залог — если помещик неверно оценил экономическую ситуацию и обанкротился. Бизнес-модель Чичикова иная: получить бесплатно или дешево приобрести мертвые души, а затем их заложить в банк как дорогую собственность, да еще получить бесплатную землю в Херсонской губернии для заселения. Такой залог и возвращать-то не надо, а заселенную виртуальными душами землю удастся сразу же и перепродать.

Казалось бы, мошенничество этой схемы не столь сложно заметить. На что же рассчитывает Чичиков? А на то, что кроме контрактов и договоров, формально фиксирующих сделки и обязательства между партнерами, всегда есть неформальные ценностные факторы, повышающие предсказуемость поведения участников процесса. На взаимном или невзаимном доверии (недоверии) основываются многие социальные явления в любой человеческой культуре. Доверие ускоряет желательные процессы, повышает эффективность взаимного функционирования, увеличивает шансы на успешное конструктивное развитие желаемой деятельности, недоверие — всё замедляет, останавливает и даже разваливает. Торговля обещаниями и доверием в бизнес-практике существует давно и вполне успешно. Купец, ведущий караван в чужие страны, получает чужой товар для выгодного обмена, пообещав владельцу товара изрядный барыш в будущем при условии успешного возвращения обратно. Механизм вполне рабочий и проверенный временем. Да, существуют риски потерь, но они могут быть компенсированы значительными прибылями или страховым возмещением.

Принцип доверия — вполне экономический принцип. Однако в разных парадигмах сам механизм обеспечения доверия может сильно различаться. В той постмодернистской парадигме, в которую вписаны действия Чичикова, верят даже не честно купеческому слову, но соответствию одного, в сущности, виртуального, нарисованного, знака другому. Полу-

чается, как и в случае с упомянутыми мармеладниками, обмен обещаниями: Чичиков обещает заселить пустые земли, а банк ему обещает выдать деньги на такое заселение. В идеальном случае образ обещанного результата одинаково понимают обе стороны. В реальном все сложнее — вполне возможны варианты, когда один из участников сделки говорит: «Я обещал? Когда? При царе Горохе? Ну вы же сами понимаете, что не мог я такую чушь сморозить. Зачем мне вагон мармелада?»

Есть и более сложные варианты. Например, можно заведомо закладывать в обещание внутреннее противоречие. Отрицать соблюдение условий. Раздувать вероятные положительные стороны и преуменьшать гарантированные отрицательные. Пообещать, что когда-нибудь пообещаете что-то очень ценное. Пугать тем, что если у кредитора будет претензия, то расплата вообще не состоится. Пообещать не отбирать то, что уже у кредитора есть. Очень часто предъявлять частично выполненное обязательство как иллюстрацию выполнения итогового результата.

Все это — приметы той виртуальной экономике, что сформировалась на границе смены тысячелетий. Вспомним несколько ярких эпизодов конца девяностых, когда становление этой экономики стало очевидным информированному наблюдателю. В нашей стране первым скупщиком мертвых душ, скорее всего, оказался Сорос, который платя по 500 долларов с души сумел собрать полную базу всех мало-мальски значимых ученых, работавших в СССР в то время. Напомним, что организованный им фонд в 1992—1993 годах выплачивал эту сумму каждому, кто принес справку о наличии ученой степени и по крайней мере трех публикаций в рецензируемых журналах; в обстановке краха советской экономики эта сумма казалась колоссальной и действительно была серьезной помощью ученым, внезапно скатившимся на дно общества. Как именно Сорос распорядился этими «мертвыми душами», доподлинно неизвестно, но считается, что они принесли ему несколько миллиардов долларов.

Следующим ярким адептом экономики виртуальных знаков оказался С.П. Мавроди, который даже формой одежды — малиновый пиджак — соответствовал Чичикову с его фраком, брусничным с искрой. Мавроди прямо и честно говорил, что люди меняют денежные знаки на созданные им знаки, ценность которых определяется его словом. Этой честности были лишены деятели российского кабинета министров, которые построили аналогичную пирамиду государственных казначейских обязательств (ГКО). Ценность этим бесценным бумагам придавал сам авторитет государства, который закономерно был утрачен после объявления им в 1998 году дефолта по своим обязательствам.

Не нужно думать, что подобная виртуальная экономика — достояние нашего государства в смутное время. Тогда же, в 90-х, за океаном надулся знаменитый «пузырь дот-ком». Суть его состояла в том, что внезапно начали очень быстро, порой по сто процентов в неделю, расти курсы акций вполне виртуальных компаний, например поисковых порталов. Поскольку адреса этих компаний в Интернете оканчивались на .com (www.yahoo.com, www.lycos.com и прочие), их и стали называть дот-комы. Тогда официально была объявлена совершенно новая, вполне чичиковская гениальная в экономическом плане парадигма. В старой парадигме стоимость акций определялась материальными ценностями, которые принадлежат компании (в случае банкротства их можно продать и разделить средства между акционерами), и теми дивидендами, которые она выплачивает. Новая же утверждала, что не надо обращать внимание на такие мелочи. Пусть у компании имеется пара подержанных компьютеров и миллионные убытки. Зато у нее прекрасные перспективы, о которых рассказывают специально обученные люди — гуру фондового рынка. Так цена акций дот-комов стала не имеющим отношения к экономике знаком — она отражала предствления, сложившиеся в головах людей о перспективах компании, получились своеобразные мертвые души денег.

В лучшие мгновения надувания пузыря капитализация (то есть суммарная цена акций) того же yahoo.com оказывалась сравнима с гигантами реальной экономики с их заводами и сотнями тысяч рабочих мест. А дальше процесс размножения мертвых душ пошел развиваться. Дело в том, что во многих компаниях часть заработной платы стали платить не деньгами, а виртуальными знаками — опционами (то есть правами) на покупку акций компании по фиксированной цене. Эти опционы служат самостоятельным биржевым инструментом — их можно покупать и продавать. Благодаря стремительному росту курса акций, работники с каждой выдачей зарплаты чувствовали себя все богаче и богаче. Продавать такие акции не имеет смысла, тем более что купленные по опциону акции некоторое время продавать запрещено, но их можно-таки превратить в деньги, если взять под их залог кредит, в том числе ипотечный. Ипотечные же агентства, уверенные в надежности залогов и возврате кредитов, выпустили продукт следующего виртуального уровня — свои ипотечные облигации.

Напомним, что в основе всего этого круговорота размножающихся мертвых душ лежала уверенность инвесторов в том, что перспективы дот-комов очень хороши. Неудивительно, что схлопывание пузыря привело к разрушительному кризису 1998—2008 годов. Исчезла ли с ним виртуальная экономика? Ничуть: ее и в 2018-м называют новой экономикой, герои же — поисковик google.com, социальная сеть facebook.com, книжный магазин amazon.com числятся по капитализации среди лидеров мирового фондового рынка, опережая каких-нибудь машиностроителей из General Motors, General Electric, изготовителей ракет и самолетов из Martin-Lockheed или ядерщиков из Westinghaus, продукция которых, собственно, и составляет фундамент нашей цивилизации.

Однако процесс превращения реальности в знаки, начатый Чичиковым, развивается дальше и дошел до самой крови экономики — денег. Если виртуальные производные денежных знаков — акции, опционы, фьючерсы — были мертвыми душами денег, то теперь мир столкнулся уже с темной стороной этих душ, своего рода темной энергией экономики. Так можно охарактеризовать кибервалюты вроде биткойна. Не обладая никакой реальной ценностью, порожденные лишь манипуляциями с числами, они живут по своим, непонятым еще законам, явно не зависящим от законов рынка и, что особенно важно, от воли национальных государств. И это неудивительно. Новые знаки порождают и новые смыслы. Чичиков, превратив мертвые души в знак, предназначенный для обмена на деньги, придал смысл их существованию.

Но и его существование обрело другой смысл. В глазах губернской общественности скупщик мертвых душ превратился в загадочного и в общем-то страшного демиурга, общаться с которым опасно. Точно так же и биткойн придает своему владельцу новый смысл, который вовсе не сводится к чувству зажиточности. Такие проявления виртуальной экономики пугают многих, в том числе сами государства. Но похоже, сейчас они ничего с этими проявлениями сделать не могут; есть подозрения, что причина — пребывание мировой экономики в периоде деструкции, когда государство уже не способно предложить предпринимателям четких и непротиворечивых правил для взаимных экономических игр. Это идеальный период для Павла Ивановича Чичикова, который достоин установки бронзового памятника в международной или российской организации. Но любить мы его не обязаны.



Сансара экономики

На рисунке представлена метафора цикла периодических изменений в экономическом развитии общества, который условно можно разделить на несколько последовательных этапов.

Старая экономическая парадигма (имеет вид плато). Этап длительный и характерен тем, что есть четкая, задокументированная концептуальная модель функционирования экономики. Модель обладает некоторой стройностью, непротиворечивостью и большой объяснительной силой. Государство ясно понимает и декларирует предпринимателям свою стратегию экономического поведения. Положительные и отрицательные санкции по отношению к нарушителям просты и понятны. На завершении этого этапа объяснительная сила несколько снижается, а адептам предлагается мистически верить в правильность концептуальной модели, несмотря на накопление фактов, противоречащих ей. Существующая системообразующая идеология превращается в религию, доказательность знаний заменяется верованиями в набор бездоказательных идеологем и сказочных притч.

Реконструкция — деструкция. Частичный слом мистической концептуальной модели, в частности удаление некоторых (часто паразитных или излишних) связей или элементов в сети системообразующих взаимоотношений и иерархий. Возрастают неопределенность, произвол и непрозрачность во взаимоотношениях государства и предпринимателя. Возможна деструкция, развал и деградация существовавшей ранее экономики. Начало процессов депопуляции и развала государственных образований.



Реформация. Удаление паразитных связей и акторов приводит к высвобождению дополнительной энергии, которая позволяет сделать прорыв на качественно новый уровень в изменившихся условиях. Предприниматели стараются захватить власть над социумом. Во многом им это удается, поскольку они в тактике сильнее, логичней и профессиональнее государства, имеют возможность собрать и накопить существенные ресурсы. Вырабатывается новая концептуальная модель функционирования экономики, где ведущая роль отдана предпринимателям (системообразующим предпринимательским корпорациям) и их экономическим свободам в ущерб социуму и управляющему им государству. При этом усиливаются драматичные процессы депопуляции — ставшие ненужными люди старого социума ускоренно вымирают — и развала государственных образований, вплоть до потери суверенитета и идентичности у больших групп населения.

Контрреформация. Государство, если оно хочет себя сохранить как значимый институт, перехватывает власть у предпринимательских корпораций. Оно вырабатывает новую стратегию и логику своего экономического поведения, корректирует новую концептуальную модель функционирования экономики, делая ее более сбалансированной и социально ориентированной. Вырабатываются новые положительные и отрицательные (вплоть до репрессивных) санкции по отношению к нарушителям новой государственной стратегии. Обновляется идеология.

Новая экономическая парадигма (на рисунке имеет вид плато). Новая идеология, стратегия и логистика приняты большинством социума как основание для своего повседневного экономического поведения.

Человек, который создавал парки

Кандидат биологических наук

Н.В. Вехов



На рубеже XIX и XX веков в России вошло в моду повсеместное увлечение декоративным садоводством. Поместья и усадьбы украсились цветущими травянистыми культурами, высокодекоративными деревьями и кустарниками. В первой же половине XX столетия это занятие из увлечений одиночек превратилось в доходную отрасль народного хозяйства. У истоков этой отрасли стоял мой дед, селекционер и интродуктор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Николай Кузьмич Вехов (1887—1956), основатель крупнейшей в стране опытной станции по выращиванию посадочного материала — Лесостепной опытно-селекционной станции (ЛОСС).

Из Москвы в Казань

Отец будущего ученого, Кузьма Иванович Вехов, происходил из волжских крестьян. К моменту рождения первенца Николая он числился мещанином города Вольска Саратовской губернии, позже семья К.И. Вехова переехала в Саратов, где в 1902 году он уже вступил в саратовское купеческое сословие. В семье Кузьмы Ивановича было трое сыновей — Николай, Иван и Григорий и дочь Евгения. В 15 лет Николай лишился отца, и ему пришлось зарабатывать частными уроками. В 1904 году по окончании реального училища он поступил в Московский сельскохозяйственный институт, но из-за отсутствия средств учился там с перерывом и получил диплом на три года позже положен-

ного. Будучи студентом, каждое лето в каникулы он ездил на землемерные, лесные и лесоустроительные работы, чтобы заработать деньги на учебу в следующем году. На последнем курсе у него определилось лесоводческое пристрастие, и по окончании института молодой специалист Николай Вехов был оставлен на кафедре лесоводства у профессора Н.С. Нестерова, одного из корифеев этого направления. В качестве ассистента (до 1915 года), а затем — помощника заведующего Лесной дачей (так раньше назывались лесничества), он освоил все передовые на то время приемы ухода за лесом, выращивания семян и саженцев в питомниках. Там же, на Лесной даче Московского сельскохозяйственного института, у него накапливался и опыт

*Н.К. Вехов (в центре)
с сотрудниками Станции. 1930-е гг.
Из архива Всеволода Цветкова*



ПОРТРЕТЫ

по культуре выращивания экзотов, созданию живых изгородей и воспитанию лесных культур.

В 1919 году Николай Вехов вместе с женой Еленой и сыном Юрием, родившимся в 1918 году, переехал в Казань, куда был приглашен на работу — преподавателем в Казанский институт сельского хозяйства и лесоводства. Большие испытания выпали на долю молодой семьи, ведь в эти годы в Поволжье разразился невиданный голод, вызванный борьбой большевиков с крестьянством. В Казани у Веховых родилось еще три сына, двое из которых от голода умерли в младенчестве. Выжил лишь мой отец, Владимир.

В Казанском институте сельского хозяйства и лесоводства Н.К. Вехов работал сначала ассистентом на кафедре лесоводства, одновременно заведывая Раифским учебно-опытным лесничеством. В его обязанности входили многомесячные наблюдения за древесными и кустарниковыми породами на Раифской лесной даче, километров в 20 от Казани, где и базировалось учебно-опытное лесничество. Сейчас этот уникальный природный объект входит в состав Волжско-Камского государственного природного заповедника. Там можно увидеть залеженные Н.К. Веховым, его предшественниками и последователями опытные посадки древесных и кустарниковых пород, среди которых немало экзотов. Одну из улиц небольшого поселка Садового, где расположена база заповедника, еще в конце 1940-х годов назвали именем профессора Вехова. В летнее время Николай Кузьмич выезжал сюда на учебную практику со студентами. Там же проходили научно-практические мероприятия для работников лесного хозяйства — курсы по повышению квалификации, занятия по внедрению новой техники для ухода за культурами и лесом, посадки новых культур и т. д.

К 1924 году, когда определилось дальнейшее место службы Николая

Фото автора, за исключением архивных



Цветет скумпия



Береза даурская в дендрарии ЛОСС. Со ствола свисают, словно листья бумаги, фрагменты верхнего слоя коры, поэтому ее относят к группе так называемых бумажных берез"

Кузьмича — Тульская акклиматизационная станция, Вехов уже получил звание доцента. Еще будучи сотрудником Казанского института сельского хозяйства и лесоводства, Николай Кузьмич под-

готовил свою первую научную работу — «Обзор фенологических наблюдений и погоды в Раифской лесной даче»; она вышла в 1928 году.

Станция на горе

В 1924 году по инициативе Н.И. Вавилова, тоже выпускника Московского сельскохозяйственного института (он учился в те же годы, что и Николай Кузьмич, вполне вероятно, что еще студентами они встречались), началась подготовка к созданию нового научного учреждения — Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур. По замыслу Вавилова, новый институт должен был располагать разветвленной сетью опытных станций и опорных пунктов, охватывающих всю территорию страны, все ее природные регионы. В качестве одной из таких станций приглашенный в институт профессор Д.Д. Арцыбашев предложил свое бывшее имение в селе Барсуково Ефремовского уезда Тульской губернии. В начале 1920-х годов Арцыбашев организовал там Тульскую акклиматизационную станцию. Однако она не могла оставаться под руководством «буржуй-профессора», и в конце 1924 —

начале 1925 годов встал вопрос о новом заведующем. Тут-то и вспомнили о Н.К. Вехове, возможно, сыграли свою роль и положительные характеристики от казанских коллег, и мнение Арцыбашева, который уже знал деда по акклиматизационным работам.

В 1925 году статус Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур был одобрен официально, и новое научное учреждение выделилось из Государственного института опытной агрономии, отделом которого было до того. Вехова пригласили на должность старшего научного сотрудника, с одновременным руководством Тульской акклиматизационной станцией. Семейство Николая Кузьмича оказалось в имении Арцыбашева, земли которого входили тогда во владения «гражданин-крестьян села Богородицкого-Локотцы Волынской волости Ефремовского уезда Тульской губернии». С этого года начинается самый плодотворный и трудный период жизни Николая Кузьмича.

К сожалению, сейчас практически невозможно узнать, какой облик имела Станция до 1924 года. В единственном опубликованном отчете Д.Д. Арцыбашева говорится, что при Станции существуют питомник, дендрарий и коллекционные посадки, а число испытанных интродуцентов — примерно 1200. Около трех лет Н.К. Вехов работал одновременно во Всесоюзном институте прикладной ботаники и новых культур и на Станции, которая официально входила в отдел натурализации, плодоводства и огородничества института и подчинялась ее прежнему владельцу, руководителю этого отдела профессору Д.Д. Арцыбашеву. Видимо, в это время научное руководство и тематика работ Станции еще находились под влиянием творческих идей Арцыбашева. В



Гибридная катальпа. Это растение привлекло Н.К. Вехова необычными декоративными свойствами цветков и формами листьев



Н.К. Вехов с женой Еленой Владимировной и сыновьями Юрием и Владимиром. Из архива Н.В. Вехова

1924—1927 годы по прежней традиции сюда все еще поступали семена, саженцы и черенки от ведущих мировых фирм, специализирующихся на выращивании материала для озеленения в промышленном масштабе, от ботанических садов, питомников и лесничеств, известных селекционеров, с которыми у Арцыбашева давно был налажен деловой контакт.

Первый год работы Станции в структуре нового института был тяжелым; она даже не имела «определенного бюджета, ассигнования носили случайный характер». Да и позже, в 1926—1927 годах, институт выделял средства только на оплату содержания «зав. станцией, его помощника, завхоза, садовника, помощника садовника и метеоролога-наблюдателя». А уж содержание «счетовода, старшего рабочего, трех рабочих при лошадях, ночного сторожа и двух лесников» нужно было оплачивать из «операционных средств», то есть из выручки после реализации семян и посадочного материала. Первую лошадь —



Малина душистая

жизненно необходимое транспортное средство — Станция приобрела лишь на рубеже 1926—1927 годов, уплатив за нее 340 рублей.

Станция располагалась в провинциальной глуши, куда вели только проселочные дороги, и все необходимое приходилось завозить. А специфика того уже далекого прошлого — бесконечные государственные и политические «эксперименты» над крестьянами, из которых Станция набирала временных сезонных рабочих: продналоги и продразверстки, борьба с кулаками, попытки превратить людей в безвольные и бездумные винтики, повальная бедность населения... Не говоря уже о бытовых трудностях, нехватке даже самых первоочередных, казалось бы, простых вещей. В одном из отчетов ЛОСС есть такие строчки, относящиеся к 1932 и 1933 году: «Полное отсутствие снабжения дефицитными материалами



Производственный участок по выращиванию привитых роз



ПОРТРЕТЫ

(стеклом, железом, гвоздями, красками, бумагой и проч.)». Для работы на Станции требовались и приборы, и научное оборудование, и то, что сейчас называется оргтехникой, — пишущая машинка, писчая бумага, копирка и многое другое. Все это или большую часть закупали в Москве либо в «уезде» на вырученные от реализации семян и посадочного материала деньги, везли на телегах из тогдашнего уездного центра.

Экзоты под защитой кленов

Поставленные перед Станцией задачи — выведение новых пород для озеленения — требовали создать своего рода банк исходного материала для таких масштабных работ. Необходимо было завершить начатое профессором Арцыбашевым создание дендрария; ведь только здесь, высаженные в природных условиях лесостепей Русской равнины, заморские экзоты позволят сделать заключения, годится тот или иной вид для будущих интродукционных и селекционных работ. Кроме того, предстояло создать «школы» по «воспитанию» саженцев, маточные питомники, расширить площади для травянистых экзотов.

Станция располагалась на продуваемой ветрами возвышенности, в зоне рискованного земледелия, где одним из основных экологических факторов был дефицит осадков, причем круглогодичный. Еще не были испытаны многие привезенные буквально со всего света кустарники и черенки деревьев, опыты по изучению их морозоустойчивости и засуховыносливости только начинались. Были и потери, и ошибки. Летом не хватало воды для полива и орошения, жестокий сухой ветер наносил сильный вред, коллекционные посадки и саженцы попросту «выгорали». Ведрами воду таскали из речки, из Лесных Локотцов. В жару, да еще в гору — много ли так таскаешь. Не легче было и зимой, когда из-за малоснежья уцелевшие взрослые посадки и молодые, еще не окрепшие саженцы страдали от вымерзания; ветер сдувал снег со «станционной горы».

В 1925 году закладывается современный дендрарий — невиданная доселе в



Роза Максимовича



Роза морщинистая, белая разновидность



Роза морщинистая



Роза Юндзилла

стране коллекция привозимых со всего мира растительных экзотов. Но нужно было, чтобы растения-интродуценты прижились. Для этого требовалось сначала структурировать почву на территории будущего дендрария. Ее засеяли овсом, а затем тут же посадили однолетние сеянцы клена ясенелистного; они оказались устойчивы к местным условиям — вынесли дефицит влаги, задерживали снег. Так за несколько лет был образован защитный полог Станции. Одновременно всю территорию станционных земель по периферии обсадили лиственницами, березами и другими древесными породами, создав тем самым надежный «зеленый забор»

Рукотворный лес на границе Станции



для защиты от беспощадных степных ветров. Уже в 1926 году, всего через два года после начала деятельности Н.К. Вехова на Станции, появился и его первый научный труд, где были сформулированы основные задачи и методы работы ЛОСС. В журнале Тульского губкома и губиспокома «Авангард» (№ 7—8) вышла статья Николая Кузьмича «Задачи и методы работ по изучению новых древесных и кустарниковых пород в Тульской акклиматизационной станции».

Одновременно с руководством станцией под Ефремовым в обязанности Николая Кузьмича входило и руководство другим аналогичным учреждением — Братцевской опытной станцией под Москвой (она существовала как отделение по озеленению города при

Братцевской птицеферме; сейчас это известное московское предприятие). Нередки были поездки и в Ленинград, в головной центр, в институт, на многочисленные научные конференции, съезды и семинары, где Н.К. Вехов выступал с докладами о результатах работы. Планы Станции и налаживание индустрии зеленого строительства, в котором ей отводилась роль первой скрипки, требовали еще и ежегодных поездок по стране — для знакомства с опытом работы учреждений подобного профиля, выбора перспективного материала для интродукции и многих других научных вопросов.

Дендрарий растительных экзотов Северного полушария был одним из главных детищ Николая Кузьмича. Сейчас он разросся в настоящий лес, шумящий кронами на степных ветрах. В 1929 году площадь будущего дендрария разбили в стиле английского парка на участки запроектированных насаждений, поляны и дорог и приступили к посадке экзотов под полог. Коллекции Н.К. Вехов разместил по географическому принципу, сгруппировав их в три основных раздела — Европа, Азия и Америка. В первом были выделены области смешанных и хвойных лесов, гор Средней и Южной Европы, во втором — Сибирская лесная



Сорт сирени селекции Н.К. Вехова — «Елена Вехова»



Сорт сирени селекции ЛОСС — «Память о Вехове»



Сорт чубушника селекции Н.К. Вехова
«Академик Комаров»



Сорт чубушника селекции Н.К. Вехова «Помпон»



Сорт чубушника селекции Н.К. Вехова «Снежки»



Сорт чубушника селекции Н.К. Вехова
«Зоя Космодемьянская»



Сорт чубушника селекции ЛОСС «Память о Вехове»

область, области Японско-Китайская, лесов Средней и Передней Азии, Дальнего Востока, в третьем — области Западной и Восточной Северной Америки. Весь дендрарий с восточной стороны был обсажен декоративной живой изгородью из ели обыкновенной. Этой изгороди уже много десятков лет, а она выглядит все такой же молодой, ежегодно дает прирост и весной радует глаз светло-зеленой хвоей.

Экскурсия по дендрарию похожа на небольшое путешествие: общая протяженность аллеи и тропинок достигает почти 4 км, площадь — несколько десятков гектаров. Из 1500 видов и форм деревьев и кустарников дикой флоры многие уже вступили в пору плодоношения. Центральное место в дендрологической коллекции Н.К. Вехова занимают виды и породы, которые почти 80 лет назад начинали интродуцировать в условиях лесостепи, — орехи, пихты, ели, лиственницы, дугласии, туи, березы, дубы, липы, клены, бархаты и многие другие. Это — своего рода золотой запас Станции, генофонд для будущих работ по интродукции и селекции. Сохранил Николай Кузьмич и часть арцыбашевского парка. Сейчас он занимает небольшую площадь, около 3 га; там находятся самые старые посадки древесных и хвойных экзотов.

Одновременно с созданием коллекций древесных и кустарниковых пород на Станции, которые позже служили основой для интродукции и селекции, перспективных объектов для набирающей силу отрасли народного хозяйства, для промышленного озеленения, Николай Кузьмич приступил к разработке способов дешевого и быстрого размножения интродуцентов и получения



массового посадочного материала. Вместе с сотрудниками он организовал многолетние опыты по выявлению особенностей размножения в открытом грунте и под защитой, в парниках, перспективных деревьев и кустарников. Предназначались они для «зеленого строительства» — высадки на газонах и в парках, скверах и садах, создания бордюров и живых изгородей. Многолетние работы увенчались успехом, и уже в 1932 году из печати вышла первая книга Н.К. Вехова — «Вегетативное размножение кустарниковых и древесных растений». Предисловие к ней написал академик Н.И. Вавилов.

Саженцы для столицы

В первое десятилетие существования Станции Н.К. Вехов и его сотрудники решили две главные задачи — выявили объекты, перспективные для озеленения, и разработали способы их массового получения. Станция начала производить и поставлять первый отечественный материал уже в промышленных масштабах. Черенки и саженцы, семена и сеянцы стали поступать для нужд озеленения во многие города Европейской части СССР, а также для украшения главного экспозиционного центра страны — Всесоюзной сельскохозяйственной выставки (ВСХВ, позднее ВДНХ) в Москве.

К началу 1940 года Станция стала развитым научно-производственным предприятием. Можно было с гордостью докладывать коллегам-ботаникам и дендрологам о проделанной грандиозной работе и выдающихся результатах. Масштабы и результаты научных работ действительно впечатляли. И немудрено, что в конце 1930-х годов Станция была повышена в статусе, став Лесостепным опытно-производственным совхозом экзотов декоративно-древесных и цветочных культур (это название сохранялось за Станцией несколько лет, потом ей вернули прежнее имя.

В 1930-х годах Н.К. Вехов широко публикует результаты работы Станции. В 1935 году Николаю Кузьмичу без защиты на ученом совете за работу



Сортовые пионы

«Вегетативное размножение древесных и кустарниковых пород летними черенками» была присвоена степень доктора сельскохозяйственных наук. Это было первым публичным признанием заслуг Н.В. Вехова и Станции. Другим проявлением признания стало многолетнее участие в качестве экспонента на ВСХВ. В то время это было высокой честью. Два участника от Станции, научный руководитель Н.К. Вехов и научный сотрудник П.Н. Вашкулат, демонстрировали достижения в изучении экзотов, их вегетативного размножения и выведения устойчивых форм. Станция была представлена на ВСХВ и живыми экспонатами: около павильонов «Садоводство» и «Поволжье» высадили лучшие декоративные древесные и кустарниковые породы (59 названий) и многолетники (33 вида и сорта). В 1940 году за крупнейшие достижения в опытно-производственной работе Главвыставком присудил совхозу диплом II степени, вручил премию — мотоцикл и 5000 рублей, а Н.К. Вехов был награжден Малой золотой медалью. Павильон «Цветоводство» разместил стенд ученого-лауреата, «отражающий научные работы <...> тов. Вехова, высажены лучшие сорта сирени, туи и других декоративных пород (49 образцов), маточки отводкового размножения. Все лето в павильоне «Цветоводство» выставлялись великолепные цветы в срезке — 39 сортов привлекательных кустарников и 85 многолетников».

Многие километры газонов вдоль дорожек и аллей на ВСХВ, открытых площадок перед павильонами были обсажены поступившим из ЛОСС материалом, а бордюры и живые изгороди

«от Вехова» стали неотъемлемой частью выставочного пейзажа. До войны массовый материал со Станции поступал также для озеленения Центрального парка культуры и отдыха, а голубые ели из ЛОСС, высаженные вдоль Кремлевской стены, стали неотъемлемой частью облика Красной площади. В 1940—1950-х годах посадочный материал со Станции помогал формировать коллекционные фонды столичных ботанических садов — создававшегося на новой территории МГУ на Ленинских (ныне Воробьевых) горах и Главного ботанического сада АН СССР (в Останкино), а также использовался для озеленения многих городов и населенных пунктов Европейской части страны.

Николай Кузьмич проработал на Станции в должности директора до 1933 года, пока она входила в структуру учреждений Всесоюзного института прикладной ботаники и новых культур Наркомзема СССР. А когда Станция была передана в другое ведомство — в систему ВНИАЛМИ (Всесоюзный научно-исследовательский институт агролесомелиорации, ранее ВНИЛАМИ), больше времени стало уходить на финансово-хозяйственные задачи, Николай Кузьмич ушел с поста директора и остался на должности заместителя директора, руководителя всех научных работ ЛОСС. Эту должность он занимал до конца своих дней.

В 1937 году, когда Станция после длительных мытарств и блужданий по всяческому бюрократическим конторам на несколько десятилетий осела в тресте «Госзеленхоз» Министерства коммунального хозяйства РСФСР, перед ней были поставлены новые задачи. Озеленителей страны уже не устраивал набор видов дикой флоры. Задачи индустрии зеленого строительства и творческие

фантазии инженеров-озеленителей требовали новых объектов — с крупными, декоративных окрасок и форм листьями, яркими и пахучими цветами. Нужна была селекция. Для этих целей уже с первых лет существования Станции Николай Кузьмич развернул работу по выведению высокодекоративных и красиво цветущих сортов деревьев и кустарников. Основой для них служили виды дикой флоры с такими важными для дендрологов качествами, как устойчивость к засухам, холодам и т. д., и уже имеющиеся сорта отечественной и зарубежной селекции.

Сирень и чубушник

С конца 1930-х годов Н.К. Вехов и его сотрудники приступили к широкомасштабным работам по промышленному выращиванию гибридов, новых сортов с заданными качествами для нужд озеленения. На Станции, с ее обширными коллекциями диких видов кустарниковых и древесных пород и их культурными сородичами, выведенными коллегами-дендрологами в разных уголках СССР и всего мира, началась разноплановая селекционная работа. В результате там собрали одни из лучших, если не лучшие в стране, коллекции сиреней, барбарисов, чубушников (этот кустарник с белыми душистыми цветами часто неправильно называют «жасмином»), жимолостей, сосен и других пород.

Работы по селекции — а первые ее результаты относятся к 1941 году, когда были выведены и прошли испытания два сорта чубушников, — прервала война. Сотрудников станции эвакуировали, оставив лишь одного сторожа. Н.К. Вехов с семьей отправился сначала в Пензу, а потом в Поволжье, где до 1944 года проработал старшим лесничим Кададинского учебно-опытного хозяйства Саратовского сельскохозяйственного института.

После войны в течение нескольких лет восстанавливали Станцию, и уже крупнейшим и признанным всесоюзным центром она продолжила свое развитие. Еще перед войной Николай Кузьмич перешел на работу во ВНИАЛМИ, где до самой смерти работал старшим научным сотрудником, одновременно являясь руководителем всех научных работ Станции.

В конце 1940 — начале 1950-х годов Вехов основное внимание уделил селекционной работе, начатой в довоенное время. Еще в первое десятилетие на Станции, наблюдая за естественным скрещиванием между разными видами орехов и катальп дикой флоры, Николай Кузьмич вывел и отобрал для нужд озеленения несколько межвидо-



Тополя в дендрарии Станции

вых гибридов с высокодекоративными свойствами и полным ходом развернул выведение новых сортов сирени и чубушников. Более десяти лет, вплоть до его смерти, продолжались эти работы. Часть веховских сиреней и чубушников к середине 1950-х годов уже прошли сортовые испытания и были официально зарегистрированы как сортовые культуры.

Первые сорта чубушников селекции Николая Кузьмича получили имена еще в 1941 году — «Лунный свет» и «Помпон». К послевоенным гибридам чубушников относятся сорта «Комсомолец», «Академик Комаров», «Казбек», «Арктика», «Воздушный десант», «Обелиск», «Снежная буря», «Зоя Космодемьянская», «Эльбрус», «Юннат», «Карлик» и «Гном». После его смерти, когда были завершены государственные сортоиспытания новых высокодекоративных и красивоцветущих кустарников, один из сортов в память об основателе ЛОСС получил имя «Память о Вехове»,



Цветет жимолость козья, или каприфоль

тогда же появились «Балет мотыльков», «Жемчуг», «Необычный», «Снежки», «Салют» и многие другие.

Заслуживает отдельного упоминания и селекционная работа профессора Вехова по сиреням. К 1952 году появилось более десятка новых отечественных сортов селекции ЛОСС. Веховскими тут были белая сирень, названная в честь жены профессора, Елены Владимировны, — «Елена Вехова», некоторые другие. В 1950 — 1960-е годы в коллекции сиреней селекции ЛОСС был не один

десяток сортов — «Русь», «Утро России», «Рассвет», «Нежность», «Память о Вавилове», «Белая ночь», «Космонавт», «Ажурная», «Русская песня» и многие другие. Вместе с десятками сортов французской селекции конца XIX — начала XX столетий и отечественных сиреневодов они составляют золотой коллекционный фонд культурных пород Станции. В 1952 году Николай Кузьмич обобщил свои работы по селекции чубушников, а в 1953 году вышли знаменитые веховские «Сирени». Н.К. Вехов принимал участие в написании и редактировании многотомного издания «Деревья и кустарники СССР».

В последний раз Н.К. Вехов приезжал на Станцию в 1954 году. Во время этого приезда у деда случился приступ тяжелой болезни. Для эвакуации Николая Кузьмича даже вызвали самолет «скорой помощи» и на нем перевезли в Москву. Он долго болел и скончался 6 ноября 1956 года.

Один из его сыновей, Владимир, пошел по стопам отца, закончил кафедру геоботаники биофака МГУ, работал на кафедре высших растений, защитил кандидатскую диссертацию, получил звание доцента. Старший сын Николая Кузьмича, Юрий, стал инженером. Из четверых внуков Н.К. Вехова — двое (дети Владимира) продолжили семейную традицию и стали биологами, а двое других (дети Юрия) пошли по стопам отца, получив инженерные профессии.

Хотя в наши дни в практику отечественного озеленения усиленно внедряют сорта деревьев, кустарников и травянистых декоративных растений иностранного «производства», садоводы и цветоводы-энтузиасты все чаще обращаются к отечественному опыту озеленения, который подразумевает использование преимущественно культиваров российского (советского) ассортимента, как наиболее приспособленных к условиям Средней России. И среди них кустарники «от Вехова», особенно сирени и чубушники, занимают ведущие позиции.



Колючая груша, или Инжир на опунции

Интерес людей к здоровому образу жизни неуклонно растет, а вместе с ним увеличивается спрос на суперпродукты и чудо-лекарства. А спрос должен быть удовлетворен. В Интернете прославляют целебные свойства опунции инжирной: способность исцелять сахарный диабет, нормализовать уровень холестерина в крови, снижать вес. Опунция — идеальный выбор для подобной рекламы, потому что это растение известно очень давно, а изучено еще довольно слабо. Она, возможно, обладает некоторыми полезными свойствами, и, пока ситуация не прояснилась, все предполагаемые преимущества можно объявить действительно существующими. Оснований для ажиотажа нет, и все же опунция, безусловно, заслуживает внимания.

Инжирная опунция *Opuntia ficus-indica* — многолетний кактус из рода *Opuntia*, который включает более 150 видов, и некоторые из них съедобны. Центр происхождения опунции находится, по-видимому, в Мексике. Люди едят опунцию около двенадцати тысяч лет и примерно девять тысяч лет выращивают специально. Это многолетнее растение, его стебли расчленены на плоские побеги-подушечки. Молодые подушечки съедобны, однако опунцию выращивают в основном ради овальных мясистых плодов. Они бывают бледно-зелеными, желтыми, оранжевыми, красными или пурпурными, в зависимости от количества пигмента бета-лаина, который в них содержится. Вес одного плода может достигать 200 граммов. Поскольку формой и цветом плоды напоминают грушу, опунцию нередко так и называют — колючей грушей. Как и положено грушам, плоды опунции сладкие, хотя есть и сорта с малым содержанием сахаров.

И плоды, и молодые побеги сочные и мясистые. В жаркой засушливой местности они дают людям пищу и влагу, а животным — корм. Надо только колючки удалить. Поэтому индейцы доколумбовой Америки опунцию ценили. На языке науатль растение называется «нопаль», а его плоды — «ночтли». Фактически это священное растение. У ацтеков была легенда о том, что, когда их предки скитались по долине Мехико, они увидели орла, сидящего на опунции и терзающего змею. Люди сочли это явление знаком свыше и заложили на этом месте город Теночтитлан. С тех пор опунция стала национальным символом и по сей день красуется на мексиканском гербе.

На европейцев опунция произвела впечатление. Бернардино де Саагун (1500—1590), испанский миссионер, работавший в Мексике в XVI веке, в своей знаменитой «Общей истории о делах Новой Испании» описывает опунцию так: «Уродливое дерево, ствол укрыт листьями, а ветви растут из них. Листья широкие и крупные, в них много сока, и они липкие, есть шипы на самих листьях. Плод, растущий на этих деревьях, называется фи́га; они хороши для еды». Почему фи́га? Вероятно, потому, что плод опунции, подобно фи́ге (она же смовка и инжир), содержит до 300 мелких семян. Сладкий, с множеством косточек — чем не смовковница?



Поэтому растение называют также инжирной опунцией и индийской фигой. Колумб ведь поначалу думал, что в Индию приплыл.

Возможно, именно Колумб в 1493 году привез кактус в Испанию. Затем опунция расселилась по Средиземноморскому побережью Европы и Северной Африки, а оттуда — по другим засушливым областям планеты, в некоторые азиатские страны и даже в Австралию. Опунция переносит кратковременные морозы до -10°C. В Америке урожаем собирают в апреле — августе, в Средиземноморском бассейне — с ноября по декабрь.

Особенной питательностью плоды опунции не отличаются. На 85% они состоят из воды, на 15% — из сахаров, в основном глюкозы и фруктозы, а белка в них меньше 1%. Плоды не пахнут, но мякоть очень сладкая. Калорийность индийских фиг — около 50 ккал на 100 г, что сравнимо с питательностью абрикосов, апельсинов и груш. Пищевых волокон немного, 14% суточной нормы, витамина С — 23%, магния — 21%. Об остальных компонентах не стоит и говорить. Некоторые авторы сообщают об относительно высоком содержании кальция, натрия и фосфора, однако концентрация этих элементов, по-видимому, зависит от места выращивания, климата и сорта. Пищевой ценности плодам и побегам инжирной опунции добавляют витамины, многочисленные фенольные соединения и некоторые аминокислоты, в частности таурин.

Семена опунции обычно глотают вместе с мякотью, но есть и бессемянные сорта. Сердцевина семян съедобна, содержит жирные кислоты и жирорастворимые витамины. На вкус семена напоминают шоколад или тмин, их используют как приправу.

В странах, откуда опунция родом, предпочитают свежие плоды. Брать и есть их следует с осторожностью: плоды и стебли покрыты мелкими колючками, которые оставляют болезненные уколы. Впрочем, есть сорта без колючек, селекционеры над этим работают. Свежие плоды хранятся не более четырех недель. Их засахаривают, делают из них сок или джем. Молодые побеги часто едят как зеленые овощи в салатах, супах и супах, их жарят на гриле и в масле, делают из них напитки и десерты. Де Саагун писал, что нопаль «съедобен сырым, вареным в котелке. Только немного его можно съесть».

Большая часть сведений о лекарственных свойствах растения почерпнута из традиционной медицины. Все тот же Бернардино де Саагун отмечал, что сок опунции дают пить женщинам, которые никак не могут родить из-за поперечного положения плода, а порошок из высушенного корня прикладывают на место перелома. В Америке традиционно считают, что кора опунции тонизирует и способствует выведению мочи, плоды освежают и бодрят, молодые побеги и млечный сок вяжут. Экстракты используют для лечения диабета, нормализации уровня холестерина в крови и оздоровления иммунной системы. Экстрактами полисахаридов лечат раны и защищают печень от токсинов. Опунция, как сладкий продукт, полезна для мозга, в то же время она, несмотря на сладость, нормализует уровень глюкозы в крови. По мнению некоторых специалистов, этому



способствуют пищевые волокна: пектин, лигнин, целлюлоза и гемицеллюлоза. На самом деле волокон в сыром кактусе не более 3,5%. В китайской народной медицине опунцию тоже успели взять в оборот. Это обезболивающее, противовоспалительное средство и противоядие от змеиных укусов.

Научные данные о пользе опунции немногочисленные и зачастую косвенные. Значительная их часть получена на клеточных культурах, а влияние отдельного вещества на культуру клеток не равнозначно действию целого продукта на человека. Среди соединений, достойных внимания, исследователи опунции выдвигают на первое место флавоноиды: кемпферол, кверцетин и их производные, нарциссин, эридиол, пигменты беталаины. Все эти вещества — антиоксиданты, то есть (теоретически) защищают липиды и ДНК от окислительных повреждений. В разных частях растения обнаружены десятки полифенольных соединений, идентифицированы пока 23.

Содержание полифенолов существенно снижается после варки опунции. Обжаривание, приготовление на гриле или в микроволновке увеличивает содержание флавоноидов и фенольных кислот более чем в три раза, а количество растворимых и нерастворимых волокон возрастает до 5 г/100 г продукта.

Немногочисленные эксперименты на лабораторных мышах и крысах позволяют предположить, что соединения опунции могут помочь при сахарном диабете второго типа и ожирении, неалкогольном ожирении печени, ревматизме, церебральной ишемии, злокачественных опухолях, вирусных и бактериальных инфекциях, защищают слизистую оболочку желудка и кишечника от образования язвы.

Клинических испытаний совсем мало. Согласно их результатам, экстракт и порошок опунции инжирной снижают содержание липидов и глюкозы в крови и ослабляют синдромы алкогольного отравления: тошноту и сухость во рту.

О побочных эффектах препаратов из опунции практически ничего не известно, однако в Интернете можно прочесть, что они вызывают аллергию и противопоказаны при беременности и грудном вскармливании. В то же время другие сайты прославляют целебные свойства опунции: способность излечивать сахарный диабет, респираторные инфекционные заболевания, атеросклероз, диарею и боль в горле, снижать уровень холестерина в крови. И разумеется, она помогает похудеть. Среди побочных эффектов называют умеренную диарею, тошноту, активную работу кишечника, вздутие живота и головные боли.

Такие выводы, мягко говоря, преждевременны. У ученых есть основания интересоваться опунцией, но ее еще исследовать и исследовать. Безусловно, это ценная культура, поскольку ее легко разводить (кактус хорошо размножается отводками) и она растет там, где другие культуры не выживают. Будущее инжирной опунции зависит от способности селекционеров получить сорта с крупными плодами без семян и от того, выйдет ли опунция за пределы нынешних этнических рынков. На нее возлагают большие надежды в связи с предстоящими климатическими изменениями. Многих она прокормит, но скольких исцелит — пока неизвестно.

Н. Ручкина



Художник Е. Станикова

Соседи

Жаклин де Гё

Молодой инженер Александр Диттель приехал в Москву в начале марта 1926 года. Казанский вокзал ошеломил его величиною зала, шумом, сутолокой. Граждане торопились во все стороны с узлами и чемоданами. Заполoshная баба с внушительным задом истошно орала: «Митя-я-я! Митя-я-я-я! Да ихе ж ты, ирод, шоб ты сдох!» Носильщик в длинном холщовом переднике чуть не сбил зазевавшегося провинциала с ног своей тележкой, равнодушно выкрикнув положенное «побереги-и-ись!». Диттель еле успел отскочить в сторону. Никто ни на кого не обращал внимания. Сразу почувствовалось насмешливое пренебрежение огромного города к приезжему нестоличному человеку.

Обогнув стоящую у самой двери живописную группу то ли хивинцев, то ли бухарцев, Диттель вышел на Каланчевскую площадь. Оттепельный ветер пах паровозным дымом и жареными пирожками. Бодро звенели трамваи. Над стоящим напротив Северным вокзалом висело облако таких очертаний, что сконфузился бы даже Рубенс. Цыганка с бубном заступила инженеру дорогу, засверкала глазами и зубами: «Ай, молодой, красивый, неженатый, позолоти ручку, всю правду скажу!» Диттель шархнул в сторону, крепче ухватил чемодан и почти бегом пустился по заплыванной мостовой к ближайшему извозчику.

В большом здании на Чистопрудном никто не знал толком, куда приезжий спец должен идти и в какой кабинет обращаться. Он скитался по этажам и коридорам чуть ли не час, пока не набрел наконец на нужный отдел. Полный мужчина в косоворотке, едва взглянув на поданный ему документ, тут же набросился с упреками:

— Что же вы, дорогой товарищ, так задержались! У меня разнарядка на вас уже три дня лежит! Вас на службе ждут!

Инженер начал сбивчиво объяснять причины задержки, но тут на столе задребезжал телефон. Схватив трубку, полный ловко подsunул ее под ухо и зажал плечом:

— Да, я слушаю! А, легок на помине — только что с Пал Иванычем о тебе говорили! Ну, что? — Руки его при этом проворно перебрали лежавшие в папке на столе бумаги и выхватили из стопки длинный лист казенного вида. Почти не глядя, полный чиркнул подпись, приложил печать и протянул лист Диттелю, указывая при этом другою рукою на дверь и продолжая говорить. — Что значит «без всяких оснований», если ему ответили, что штат укомплектован?!

Слегка потерявшись, Диттель спросил, разглядывая бумагу:

— И куда мне с этим теперь?

Полный на секунду прикрыл трубку ладонью, бросил раздраженно:

— В жилфонд! — И снова занялся собеседником. — Что?! Да не мог Духновский такого сказать! Его газетой не испугаешь, он сам фельетоны пишет!

Диттель вышел из кабинета, аккуратно прикрыв за собой дверь.

Дом, в который его направили из жилфонда, выглядел внушительно и солидно. Подъезд все еще хранил следы старорежимного барского лоска — лестница с витыми



ФАНТАСТИКА

перилами, высокие потолки. Пахло, впрочем, совершенно по-пролетарски — кислыми щами, подгоревшей кашей, бельевым щелоком и сапожной ваксой. «Ай да дом, — думал Диттель, поднимаясь по грязноватым мраморным ступеням и оглядывая стены, украшенные поверху лепными гирляндами с лентами и купидонами. — Серьезный дом...»

Председатель жилтоварищества, плотный невысокий человек лет тридцати, с розовыми, как у молочного поросенка, щеками и вполне подходящими к ним белесыми бровями и ресницами, внимательно изучил документы приезжего и полученный в жилфонде ордер.

— Из Пензы, значит... А вы, товарищ, партийный? — спросил он вдруг.

— Нет, — настороженно ответил Диттель и на всякий случай добавил: — Пока.

Председатель положил ордер на стол, побарабанил пальцами.

— Однако... Где я должен брать свободную площадь?

Инженер ощутил некоторое волнение.

— Но ведь комната мне положена как специалисту. Там же написано... — Он вспомнил только что виденные мраморные ступени, полированные перила, купидонов с гирляндами и добавил как можно тверже: — Я буду жаловаться.

Председатель, сощурился и без того маленькие, цвета бутылочного стекла глазки, внимательно осмотрел стоявшего перед ним человека. Диттель выдержал взгляд. Самый главный в доме жилтоварищ снова покосился на бумагу, вздохнул, сказал неодобрительно:

— Да, не та нынче молодежь. Мы, помнится, идеалами дышали, жизни за революцию не жалели. А нынешние только права свои знают и чуть что — сразу жаловаться... Будет вам комната.

На четвертом этаже на нужной инженеру двери висела начищенная медная табличка: «Присяжный поверенный Д.В. Тихонов», а над ней — криво приколотый кусок картона с крупной чернильной надписью: «К Пустоцветовой звонить два раза!!!»

Где-то в недрах квартиры патефон наигрывал фокстрот. Диттель нажал на кнопку звонка. В квартире что-то упало, громыхнуло и затихло. Музыка продолжала играть. Диттель подождал, но больше так ничего и не произошло. Тогда он позвонил дважды.

Мелодия резко оборвалась. Послышались быстрые шаркающие шаги, придушенный кошачий вопль и женский крик: «Да брысь же ты!» После чего дверь наконец открылась, и Диттель увидел перед собой девушку весьма яркой наружности — густые всклокоченные красно-рыжие кудри, наведенный помадой наглый рот, удлиненные карандашом распутные глаза. Девушка упорно пыталась запахнуть на пышном теле расшитый журавлями и пагодами шелковый халат, а тот, наоборот, все норовил распахнуться. Не прекращая борьбы с халатом, девушка осмотрела незнакомца так же оценивающе, как давеча председатель, и спросила с усмешкой:

— Вы, гражданин, вообще к кому?

Диттель, слегка ослепленный, не нашел ничего лучше, как сразу брякнуть:

— Из жилтоварищества направили. Ваш новый сосед. Вот ордер.

Девушка сделала попытку захлопнуть дверь, но инженер успел метнуться вперед и не дал ей этого сделать.

— Пустите дверь! Я закричу! — шипела девушка.

— Кричите, — пыхтел молодой специалист, медленно отходя от нее в прихожую. — Имею право. Ордер — это, между прочим, документ!

Нащупав точку опоры, он уперся ногой в косяк и сделал последний отчаянный рывок. Девушка не устояла на ногах и повалилась на почти скрытую под всякою рухлядью вешалку. Халат ее при этом совершенно распахнулся. Инженер поспешно отвел глаза.

— Что здесь происходит, Адель? — послышался сзади густой и звонкий, прямо-таки оперный бас, от звуков которого с вешалки упала шляпа-котелок. Откуда-то немедленно выскочил серый кот и яростно погнался вдоль коридора. Девушка Адель резко выпрямилась.

Диттель обернулся к обладателю прекрасного баса и оторопел от неожиданности. В дверях стояла очень старая, очень величественная и очень худая дама. В облике ее преобладали вертикальные линии — длинные морщины вдоль впалых щек, свисавшая с плеча до самого пояса горжетка с унылой лисьей мордой, сильно зауженное к низу платье до пят и тонкая мужская трость.

— Нас уплотнили! — трагическим голосом провозгласила девушка и добавила чрезвычайно выразительно. — Подлец!

— Позвольте! — запротестовал задетый за живое Диттель. — Зачем же сразу подлец?! Вы ведь меня даже не знаете! Я вполне еще могу оказаться порядочным человеком!

Девушка вместо ответа негодуя всхлинула, груди ее при этом бодро подпрыгнули чуть ли не к подбородку, и унеслась по коридору вслед за котом.

— Это она не о вас, — туманно объяснила дама, разглядывая Диттеля в лорнет. — Позвольте представиться: Клотильда Георгиевна Тихонова, вдова присяжного поверенного Дмитрия Васильевича Тихонова. С кем имею честь?

— Диттель Александр Карлович, — представился в ответ подселенец. — Инженер.

— Ну, вот и славно, — невозмутимо кивнула старуха. — Инженер это славно. Могло быть и хуже. В семнадцатую квартиру вон недавно скорняка подселили. Теперь каждый божий день с утра до ночи граждане с заказами приходят, а в ванной комнате шкурки развешаны, причем прислуга из номера пять уверяет, что он их дубит в женской моче и якобы даже скупает ее у местных пролетарок по копейке за осьмуху. Да вы проходите, Александр Карлович, что же на пороге-то стоять. У вас мебель есть какая-нибудь?

— Нет, — ответил Диттель, чувствуя себя довольно глупо. — Я только этим утром приехал из Пензы.

— Из Пензы, — задумчиво прогудела дама. — Скажите на милость. Ни разу там не бывала. Что ж, раз мебели пока нет, тогда я вас в кабинете покойного мужа на диване устрою. Хотите чаю?

Старуха оказалась особой умной, насмешливой, иногда язвительной, но вовсе не злой. Через неделю Диттель разобрался, что уплотняться должна была не она, а пышнотелая дева Пустоцветова. Но та упорно отказывалась освободить для нового жильца одну из занимаемых ею комнат, презрительно фыркала и, наконец, издевательски

посоветовала сообщить председателю. Усмешка у нее при этом была самая мефистофельская.

— Черт знает что, — пожаловался в тот же вечер инженер старухе. — Ну не драться же мне с ней. Все-таки дама. Но и вас стеснять тоже дальше не годится.

Клотильда Георгиевна, не выпуская из прокуренных зубов мундштука и не отрывая глаз от пасьянса, пробасила небрежно:

— Да вы бы поговорили, в самом деле, с Тютякиным. Его пассив, пусть сам и разбирается.

— Пассив?

— Бывшая, голубчик, бывшая. Это ведь он ей помог в этот дом вселиться. А потом что-то у них там произошло, любовь разладилась, и он сюда больше не ходит. Так что поговорите. Хуже не будет.

Подумав, Диттель и в самом деле позвонил Тютякину со службы. Председатель жилтоварищества долго сопел в трубку, потом неохотно пообещал «утрасти». Помня усмешку Адели, инженер не очень-то рассчитывал на его помощь. Однако вечером комната действительно оказалась свободной. На пыльном полу, на месте стоявшей раньше мебели, темнели чистые прямоугольники. С подоконника изумленно тарачился кот. За стеной истерически рыдала Адель, патефон наяривал шимми.

Можно было начинать обживать на новом месте по настоящему.

Утром в воскресенье Диттель проснулся, когда на часах стрелки показывали всего лишь без четверти восемь. Во дворе вразнобой голосили молочница, лудильщик и зеленщик, за стеной Адель орала на перевернувшего пудреницу кота, в дверь негромко, но настойчиво стучали.

Инженер вскочил, наспех натянул брюки и распахнул дверь.

— Доброе утро, — невозмутимо произнесла старуха. — А у меня к вам, Александр Карлович, просьба. Не взглянете ли на машинку, что когда-то муж мой покойный в дом принес? Вы ведь в этом разбираетесь.

— Да-да, конечно. Где она? В ваших комнатах?

— Нет, я ее на дворе, в сарае держу.

«Машинка» оказалась не похожа ни на один виденный до этого инженером механизм. Он осмотрел ее со всех сторон, но так и не смог определить, для чего могла бы быть предназначена эта штука. Наконец решил не ломать больше голову и спросить саму Тихонову.

— Не знаю, — флегматично пробасила та. — Она к нам случайно попала. Муж как-то выступал поверенным в тяжбе о наследстве. Тяжбу-то его сторона выиграла, только вот наследство оказалось копеечным, даже на оплату издержек не хватило. Он у наследников из имущества и взыскал. А в девятнадцатом году во время обыска солдатик сдуру ткнул штыком вот сюда, в самую сердцевину. С тех пор и не работает.

— В девятнадцатом, значит... — кивнул Диттель, сосредоточенно вглядываясь в повреждение. — А что искали-то, золото?

— Нет, голубчик, золото еще за год до этого забрали, сразу после октябрьского переворота. А в ту осень господа товарищи шпионов денкинских ловить изволили, — хмуро и неохотно пояснила старуха и тут же свернула разговор на прежнюю тему. — Как полагаете, Александр Карлович, можно это починить, чтобы снова ток по проводам побежал да вот это вот колесико закрутилось? Возьметесь наладить? Я бы вам так была благодарна, так благодарна — сами понимаете, вещь хоть и бесполезная, а все же память о муже... — Тихонова говорила и смотрела с таким наигранным

простодушием, что Диттель понял — вся история о тяжбе чистой выдумка, но правды старуха все равно не скажет. И прекратил расспросы.

— Постараюсь, Клотильда Георгиевна.

Через четыре часа непонятный механизм ожил: колесико крутилось, по проводам исправно бежал ток. Однако смысл и цель работы странного устройства оставались по-прежнему загадкой. Диттель выключил «машинку», запер сарай и отправился домой обрадовать соседку.

Раскаты скандала обрушились на него сразу, как только он вошел в парадное. Визг, крики и вопли неслись сверху и гремели в лестничных пролетах, десятикратно усиленные эхом. На площадке первого этажа стояла, задрав голову, неумытого вида баба с поварешкой в руках и слушала чужую перебранку с тем выражением сугубого эстетического наслаждения, с каким ценитель слушает увертюру в Миланском оперном театре. Инженер, глядя на нее, тоже замедлил шаг, прислушался — и ему показалось, что в мешанине звуков отчетливо прозвучало истеричное контральто Пустоцветовой.

Добравшись до квартиры, инженер увидел на площадке не только свою соседку, но и председателя жилтоварищества Тютякина, на которого насканивал незнакомый человек, ужасно похожий на жившего у Диттеля в детстве галчонка — такой же маленький, чернявый, взъерошенный, худой и хриплый.

— Это устаревший, собственнический взгляд на женщину! Вы, товарищ, постыдились бы высказывать такое перед лицом! И воздержались бы в дальнейшем, да-да! Отрывка феодализма!

— Вот уж именно что воздержались бы, — возразил Тютякин. — Сначала надо разъяснить, кто вы сами такой и какого чорта приперлись на подведомственную нашему товариществу жилую площадь. А то если каждый начнет отрывками ругаться...

— Негодяй! — пронзительно выкрикнула вдруг Адель. — Подлец!

— Ду-у-уня! — укоризненно выдохнул Тютякин, немедленно отводя взгляд от чернявого и устремляя его на бывшую зазнобу. — Ну чем же я тебе негодяй? Я же не с глупостями, я хоть сейчас расписаться! А за то, что было раньше, Дунь, не надо зла держать. Погорячился, с кем не бывает...

— Погорячился?! — Пустоцветова натужно расхохоталась. — Ах-х-х ах-ха! Нет, вы слышали! Он погорячился! А кто у меня патефон с этажеркой забрать хотел? Кто коровой ревнивой ругался? Кто склянку духов на кота вылил? — Тут она заметила Диттеля, набрала в грудь побольше воздуха и заголосила так, что в парадном задребезжали оконные стекла. — Кто ко-о-о-омнату отнял?! — И вдруг резко оборвала крик и сказала почти спокойно. — Нет уж. Расписывайтесь со своими зубными техниками. Она же красавица, слов нет, только на птичьем рынке и выставлять — куриная шея, воронья нога. Как раз вам в пару. А мы больше не нуждаемся. У нас и без вас найдется, с кем расписаться. — Она резко повернулась, схватила свою тщедушную добычу за локоть, втолкнула в квартиру и захлопнула за собой дверь.

Тютякин снял фуражку, вытер вспотевший лоб и сказал, обращаясь к голозадому лепному купидону: «Ну и что, что зубной техник? Чем плохо? Приличная женщина, трудящаяся, не нэпманша какая-нибудь. А кот ваш, между прочим, вообще приبلудный. Да и ухажеры ничем не лучше». — И, неодобрительно взглянув на инженера, меланхолично затопал вниз по лестнице.

Старуха встретила новость о починке механизма с признательностью и подарила Диттелю за труды коробку с

книгами. Книжки оказались редкими — справочники и монографии по физике и механике, а также несколько сочинений известных оккультистов о переселении душ. Диттель неожиданному подарку очень обрадовался, хотя ему и показалось странным, что покойный присяжный поверенный изучал на досуге столь далекие от его профессии труды.

На следующий вечер инженер после работы отправился в кино и домой возвращался поздно. Проходя по двору, заметил пробивавшийся из сарая свет. Посмотрел вверх, на окна своей квартиры — у Тихоновой было темно. Подошел поближе к сараю, прислушался. За дверью знакомый бас говорил необычно тихо, почти шепотом:

— Видишь? То-то же. Потерпи еще немного. Немного осталось.

«С кем это она?» — удивленно подумал Диттель.

Подслушивать дальше было неловко — во дворе в любую минуту мог появиться кто-нибудь из жильцов. Диттель поспешил домой и стал, не зажигая света, следить за сараем из-за портьера. Ждать пришлось недолго. Минут через десять дверь сарая приоткрылась, оттуда вышмыгнул кот и быстро юркнул за помойный бак. Чуть погодя вышла и Клотильда Георгиевна, аккуратно задвинула засов и не торопясь направилась к парадному.

— Фу ты, — пробормотал инженер, немедленно теряя интерес к подслушанному разговору. — А я-то думал...

В прихожей загремел замок, хлопнула входная дверь, и Клотильда Георгиевна размеренной походкой прошла в кухню.

За стеной заворочались, зазвенели пружинами кровати, послышался недовольный голос Адели: «Вот же черти носят... то один, то вторая... Послал бог соседей. Ни днем, ни ночью покоя нет». — «Цветочек мой, не расстраивайтесь, — хрипло зашептал другой голос, мужской, в котором Диттель сразу узнал чернявого поклонника Адели. — Как только мы распишемся, этому безобразию сразу же придет конец. Это говорю вам я, Владилена Прогрессов!»

«Вот так так! — с изумлением подумал Диттель. — Он уже тут с ней! Так и правда скоро переедет. До чего же пронирующий мозгляк!»

«Да надо бы их на место-то поставить, — зевая, согласилась Адель. — Совсем обнаглели. Особенно старуха. Одна три комнаты занимает. Буржуйская вдова, бело-гвардейская мать, а форсу, как у жены наркома. Контра недобитая».

Примерно через неделю старуха снова постучала в дверь комнаты Диттеля.

— Александр Карлович, вы дома? Надо бы машинку мою со двора в квартиру поднять. Не откажите в помощи...

Спустившись в сарай, инженер первым делом обратил внимание на стоявшие в углу клетки. Они, кажется, были там и раньше, но пустые. А сейчас в одной сидела курица, в другой — кролик. Что-то странное померещилось в них инженеру, что-то неправильное. Он озадаченно застыл посреди сарая, пытаясь понять, что же выглядит не так.

— Ну что же вы, голубчик? — нетерпеливо спросила Клотильда Георгиевна.

Диттель подхватил аппарат и понес его в дом. И только на лестнице, пытаясь под тяжестью «машинки», сообразил наконец, чем поразили его сидевшие в клетках зверушки: курица разевала клюв, словно пыталась укутить лежавшую перед ней морковку, а кролик старательно тыкался носом в лежавшее в его миске пшено.

Однако Диттель не успел ни обдумать увиденное, ни расспросить об этом Тихонову. Стоило им зайти в квартиру, как слух резанул торжествующий крик Адели:

— Вот они! Не иначе, опять награбленное тащат! Ворье! Говорю же вам, товарищи, это она у жениха моего часы наградные украла, больше никому! Год уже в квартире этой не живу, а мучаюсь — то ложка пропадет, то полфунта чая!

Кроме Адели, в прихожей находились Прогрессов, председатель жилтоварищества Тютякин и два милиционера. Со всех сторон на инженера смотрели осуждающие глаза.

— Бандитка, — продолжала обличать старуху Адель, — как есть бандитка! Весь дом знает, что она в Гражданскую белого офицера у себя прятала! Только офицерик-то, как за ним пришли, в окно сиганул, словно бешеный кот, и об мостовую насмерть разбился! Вот она теперь этого чистоплюя в свои делишки и втянула...

— Что же вы так, — с притворным сочувствием заметил Диттелю герой-любовник, победительно оглядывая его и старуху и выпячивая хилую грудь. — Гражданка Тихонова, понятное дело, закоренелый классовый враг, ее уже не перевоспитаешь, но вы-то... эх, молодой человек. Новое поколение, а поддерживаете старый режим.

— Ну как же, — неожиданно зло встрял в разговор председатель. — Он же у нас специалист. Им в партию вступать необязательно, им и так жилплощадь дают. А я как взглянул, сразу понял — чуждый элемент. Потому что поколение, товарищ потерпевший, дело пятое. На происхождение смотреть надо. А тут же за версту видно, что гражданин тоже из этих... из гимназистов. — Он сплюнул прямо на пол и повернулся к милиционерам. — Приступайте к обыску, товарищи.

— Это они из-за квартиры, — тихо сказал Диттель, глядя из окна кабинета Тихоновой во двор, где председатель Тютякин, разводя руками, объяснял что-то милиционерам.

— Да это и младенцу понятно, голубчик! — хмыкнула стоявшая рядом старуха, жадно втягивая через мундштук папиросный дым. — Непонятно другое: почему они ничего не нашли? Куда девались эти самые часы? Ведь не настолько же глуп мерзавец Прогрессов. Должен был понимать, что сначала надо подкинуть улики, а потом уж вопить: «Караул!»

За спиной громко мяукнул кот. Инженер и старуха обернулись. Кот стоял в дверях, как-то совсем не по-кошачьи прислонившись к косяку. Вид у него был надменный и словно бы даже насмешливый. Тихонова вдруг рассмеялась.

— Ах ты шельмец, — нежно пробасила она. — Прибрал, значит?! Ну и прохвост...

Кот фыркнул, сверкнул глазами, пересек комнату. Вспрыгнул на массивный письменный стол, на котором Диттель только что установил принесенный из сарая механизм, ударил по нему передней лапой и мяукнул еще раз — нетерпеливо и требовательно.

— Что это с ним? — спросил изумленный Диттель.

Старуха, продолжая загадочно улыбаться, пожалала плечами:

— Голодный, наверное. Молока просит.

Кот покосился на нее так выразительно, что инженер наконец решился:

— Клотильда Георгиевна, у вас от меня какие-то секреты?

— Ну что вы, голубчик, — замахала папиросой старуха. — С чего вы взяли?

— Вижу. — Диттель кивнул в сторону письменного стола. — Машина эта таинственная, сумасшедшая курица, которая ведет себя как кролик, ненормальный кролик с куриными повадками. Белогвардеец-самоубийца. Монографии, оккультизм, переселение душ... А главное — кот!

— При чем тут кот?! — вскинулась Тихонова.

— Пока не знаю, — серьезно ответил Диттель, — но, по-моему, очень даже при чем! Клотильда Георгиевна, не

поймите меня превратно — я уважаю чужие тайны и не стал бы настаивать, если бы не этот внезапный обыск. Но вы же видите — мы оба в опасности. По-моему, мы должны доверять и помогать друг другу. Иначе эти двое нас сожрут. Объясните же наконец, что это за механизм и как он к вам попал?

В прихожей хлопнула дверь — из квартиры кто-то вышел. Инженер и старуха снова посмотрели в окно. Тютякин стоял посреди двора, утирая лоб и глядя вслед уходящим милиционерам. Вскоре из парадного выбежала Адель и направилась прямо к нему.

— А Прогрессов-то из дома так и не уходил... — задумчиво проговорила Тихонова, наблюдая за девицей и председателем. — Значит, и сейчас в квартире сидит. Один... — Она вдруг резко, словно решившись на что-то, схватила кота со стола, повернулась к Диттелю. — Александр Карлович, вы правы, мне действительно нужна ваша помощь! Но, голубчик, у нас совершенно нет времени! Нужно действовать быстро, пока Адель не вернулась и они не придумали, как состряпать новый донос! Поэтому, если можете, просто поверьте и помогите без всяких объяснений!

На короткий миг Диттель засомневался было, но старуха и кот смотрели на него так умоляюще...

— Хорошо. Что я должен сделать?

Никогда еще Диттель не соединял провода так быстро. Когда работа была закончена, он убедился, что Адель по-прежнему оживленно беседует во дворе с бывшим возлюбленным, и вышел в коридор, неся в руках телефонный аппарат и трубку от него. Перед тем как прикрыть дверь кабинета, Диттель обернулся и еще раз посмотрел на Тихонову. Старуха стояла возле непонятной машины, плотно прижимая другую телефонную трубку к макушке кота.

— Товарищ Прогрессов! — позвал инженер. — Вас к телефону!

В другом конце коридора открылась дверь, высунулась взлохмаченная чернявая голова.

— У вас есть телефон? — удивленно спросил Прогрессов. — Не знал.

— Он в апартаментах Клотильды Георгиевны.

— Непорядок. Телефон должен принадлежать всем. Ну, давайте же сюда, чего вы там стоите?

Диттель пожал плечами:

— Шнур короткий, не достает. Придется вам ко мне подойти. И трубочку к уху прижимайте поплотнее, плохо слышно...

Сознание потеряли оба — и кот, и человек. Первым пришел в себя человек, заботливо уложенный Диттелем на кушетку. Он открыл глаза, уперся взглядом в давно не беленый потолок, поднял вверх руку — и застыл, созерцая собственные растопыренные пальцы. Старуха поспешно сунула бесчувственного кота инженеру, нависла над лежащим, тревожно заглядывая ему в лицо. Узнавание вспыхнуло в его глазах:

— Ма... — начал было он, но Клотильда тут же запечатала ему рот ладонью.

— Молчи! Молчи, молчи, молчи! Господи воля твоя, неужели получилось?!

Ответа не последовало, так как в следующую секунду в кабинете покойного Дмитрия Тихонова начался форменный бедлам. Истошно заорал очнувшийся кот, взвыл от боли инженер, которому мохнатый паршивец впился в руки и когтями, и зубами, запричитала кинувшаяся на помощь Клотильда Георгиевна. Только лежавший на кушетке не принял участия в общей свалке — он осторожно встал, побалансировал немножко, обретая равновесие, и нетвердой

походкой отправился в комнату Адели. И вовремя — через несколько минут в замке входной двери загромыхали ключи.

Лишь только Пустоцветова вошла в квартиру, кот бросился ей навстречу с душераздирающим мявом. Бежать он пытался на задних лапах, но, разумеется, не удержался, упал, покотился по полу. Адель в изумлении попятилась — и тут из комнат вышел ее любовник и устроил дичайшую сцену ревности. После получасового скандала он от души пнул совсем ошалевшего кота и ушел, забрав свои вещи. Как потом выяснилось, навсегда. Диттель никаких объяснений от Клотильды Георгиевны так и не получил, однако на одной из отданных ему старухой монографий обнаружилась размашистая дарственная надпись: «Моему дорогому сыну

Вениамину Дмитриевичу Тихонову за блестящие успехи в учебе и усердие к наукам. Любящая мать К.Г. Тихонова».

Вскоре Диттель узнал от Клотильды Георгиевны, что Прогрессов каким-то образом устроился на ответственную должность в МОПР и взял ее к себе делопроизводителем. А еще через год Прогрессова послали за границу, и он добился, чтобы и Клотильда Георгиевна поехала с ним. В СССР они не вернулись, и что случилось с ними дальше, Диттель так никогда и не узнал. Он и сам вскоре уехал из Москвы — получил предложение возглавить новый завод в Зауралье.

Адель в конце концов все же вышла замуж за Тютякина. Кот жил у них до самой своей смерти.



!!! ПОДПИСКА !!!

Если вы по какой-то причине не сумели подписаться на почте, это можно сделать в редакции.

Есть три способа

Зайти на наш сайт www.hij.ru, в раздел «Купить/подписаться», выбрать вид подписки, заполнить форму с адресом доставки и фамилией получателя журнала, а затем оплатить либо банковской картой через шлюз Сбербанка (выбрать верхнюю кнопку), либо электронными деньгами через сервис OnPay (выбрать нижнюю кнопку). При оплате картой зарубежного банка нужно выбирать сервис OnPay – Сбербанк такие платежи не пропускает.

Если у вас есть карта Сбербанка, то вы можете зайти в Сбербанк-Онлайн и выполнить платеж на наш счет. Реквизиты – ниже, однако, скорее всего, вам понадобится только наш ИНН: 7701325151. Аналогично, можно оплатить картой любого банка, войдя в соответствующую систему мобильного банка. После оплаты, нужно обязательно прислать нам по электронной почте redaktor@hij.ru сообщение с датой оплаты, адресом доставки, фамилией подписчика, месяцем начала подписки. Если вы платите не за себя, это хорошо бы отметить, чтобы нам было проще идентифицировать платеж.

Если у вас нет доступа к Сети и нет электронной почты, нужно придти в Сбербанк с нашими реквизитами и сделать платеж с помощью операционистки. В этом случае нужно попросить ее указать в назначении платежа не адрес прописки и фамилию плательщика, но адрес и фамилию подписчика. И хорошо бы через месяц позвонить нам, уточнить, правильно ли оформлена подписка. Почему через месяц? Потому что сведения из бухгалтерии поступают в отдел подписки в районе 25 числа каждого месяца.

Стоимость подписки на второе полугодие 2018 года

Бумажная версия с доставкой простым письмом по территории РФ: 1260 рублей

Электронная версия: 360 рублей.

Пополняемый архив журнала с 1965 года по настоящее время с дистрибутивом на флеш-карте: 1600 рублей (1300 при самостоятельном скачивании с нашего сайта).

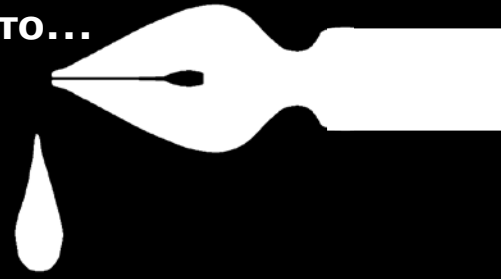
Если вы хотите облагодетельствовать нашим журналом какую-то библиотеку, не отказывайте себе в удовольствии – это можно сделать на сайте biblio.planeta.ru

Справки по телефону (495) 722-09-46 (с 11 до 18, вторник-четверг) или по электронной почте redaktor@hij.ru.

Реквизиты:

Получатель платежа: АНО Центр «НаукаПресс»,
ИНН/КПП 7701325151/770101001 Банк: ПАО «Сбербанк», г.Москва,
Номер счета: № 40703810938000000848, к/с 30101810400000000225, БИК 044525225
Назначение платежа: подписка на журнал «Химия и жизнь—XXI век»





Художник Эрол Эздемир

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Азотный парадокс редиски

В конце лета, после того как собран урожай чеснока-огурцов-кабачков-помидоров, освободившиеся грядки засевают так называемыми сидератами. Считается, что они улучшают структуру почвы, защищают от сорняков и вообще служат зелеными удобрениями — перекопав грядку поздней осенью, и всю зиму и весну листочки будут гнить, давая перегной. Отдельные горячие головы даже утверждают, что такие зеленые удобрения обогащают почву азотом. Это утверждение не раз вызывало удивление у тех, кто помнит хоть немного школьный учебник по биологии, где сказано, что обогащать почву азотом могут лишь бактерии, живущие в клубеньках корней гороха и прочих бобовых, а также, если брать садовые культуры, облепихи. Как овес, рожь, редька или горчица (а именно они служат сидератами) могут давать больше азота, чем они извлекли из почвы, — непонятно.

Действительность же оказывается еще печальнее, в чем убедились американские почвоведы из Висконсинского университета во главе с Меттом Руарком (агентство «NewsWise», 30 мая 2018 года). А изучали они поле, где сидератом служила редиска.

Часть мифов, связанных с сидератами, подтвердилась. Длинные корни редиски изрядно взрыхляли почву и создавали каналы, по которым корни высаженных позже растений забирались глубже и находили больше воды. Плотная посадка (урожай-то редиски не нужен) обеспечила защиту и от сорняков, и от выветривания. Но вот с азотом вышла промашка. Редис прекрасно убирал из почвы нитраты, однако общее содержание азота и после превращения его ботвы в перегной оказывалось меньше исходного. То есть чем-чем, а удобрением редис (и, видимо, родственные ему редька с горчицей) никак служить не может. С чем это связано — исследователям непонятно, и они, как принято в таких случаях, уповают на дальнейшие исследования механизма распада листьев редиски (удивительно, что за полтора столетия научного земледелия никто такие опыты поставить не удосужился). Практикам же они рекомендуют засевать поля смесью редиски и злаков вроде овса или ржи — считается, что они-то при перегнивании азот в почву возвращают полностью.

С.Анофелес

...по экватору спутника Сатурна Япета проходит кольцевая ледяная горная гряда, средняя высота которой позволяет предположить, что во время ее образования период вращения Япета был в 166 раз меньше современного («Астрономический вестник», 2018, 52, 2, 136—141)...

...17 мая началось извержение одного из самых наблюдаемых вулканов мира — Килауэа на Гавайях («Nature», 2018, 557, 477, doi: 10.1038/d41586-018-05206-w)...

...падение астероида 66 млн лет назад уничтожило не только динозавров, но и большинство птиц, за исключением видов, не обитающих на деревьях («Current Biology», 2018, doi: 10.1016/j.cub.2018.04.062)...

...в результате эманации из почв содержание трития в снежном покрове в местах проведения подземных ядерных взрывов в семь с лишним раз превышает фоновые значения («Радиационная биология. Радиоэкология», 2018, 58, 2, 174—182)...

...для успешного управления объектами с помощью интерфейса мозг-компьютер необходимо взаимное обучение компьютера и пользователя, что авторы гипотезы и подтвердили победой на Кибатлоне (www.cybathlon.ethz.ch, PLoS Biology», 2018, 16(5): e2003787, doi: 10.1371/journal.pbio.2003787)...

...агрессия и невнимательность родных, пережитые в детстве, влияют на содержание специфических регуляторных микроРНК в сперме взрослых мужчин («Translational Psychiatry», 2018, 8, 101, doi: 10.1038/s41398-018-0146-2)...

...впервые показана новая физиологическая роль окситоцина — при гипергидратации у крыс возрастает секреция окситоцина нейрогипофизом, что приводит к более быстрому выделению воды почкой («Доклады Академии наук», 2018, 479, 6, 712—715)...

...в микробиоме нью-йоркских мышей содержатся болезнетворные бактерии, такие как *Shigella*, *Salmonella*, *Clostridium difficile*, вызывающая диарею кишечная палочка (mBio, 2018, 9:e00624-18, doi: 10.1128/mBio.00624-18)...

...даже однократное лишение сна в течение суток способствует накоплению

в клетках мозга бета-амилоидов, ассоциированных с болезнью Альцгеймера («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2018, 115, 17, 4483—4488, doi: 10.1073/pnas.1721694115)...

...создан биосенсор для диагностики кишечного кровотечения; капсула содержит бактерии, которые реагируют флуоресценцией на присутствие гема в окружающей среде, и подает сигнал на внешнее устройство («Science», 2018, 360, 6391, 915—918, doi: 10.1126/science.aas9315)...

...статическое электричество, возникающее при трении частей тела пчел-сигнальщиц об опорный субстрат, используется для коммуникации; в частности, колебания заряженного тела пчелы с частотой около 14 Гц позволяют опознать ее в слабоосвещенном гнезде («Биофизика», 2018, 63, 3, 561—566)...

...проведено экспериментальное моделирование биоминерализации платины микроскопическими грибами, выделенными из бурогоугольного месторождения («Геохимия», 2018, 5, 461—473)...

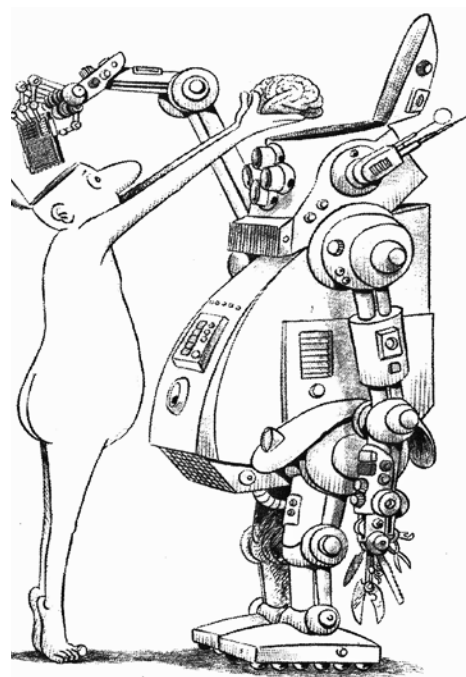
...штамм *Alcaligenes faecalis* 2 способен к утилизации акриламида и акриловой кислоты как единственных источников углерода и энергии, при этом рост бактерий начинается только после полной трансформации акриламида в акриловую кислоту («Прикладная биохимия и микробиология», 2018, 54, 2, 158—164)...

...структура почвенных и эпифитных дрожжевых комплексов вблизи городских теплотрасс отличается большим видовым разнообразием по сравнению с фоновой почвой («Почвоведение», 2018, 4, 486—492)...

...первичный водный экстракт биомассы жука-чернотелки *Alphitobius diaperinus* благотворно сказывается на состоянии здоровья крыс, у которых искусственно вызвали симптомы, напоминающие раннюю стадию болезни Паркинсона («Нейрохимия», 2018, 35, 1, 77—87)...

...запах людей, инфицированных малярийным плазмодием, более привлекателен для комаров («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2018, 201721610; doi: 10.1073/pnas.1721610115)...

Художник Марко Де Ангелес



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Задача для робота-автомобиля

У робота-автомобиля есть несколько преимуществ. С одной стороны, он дарит свободное время людям, которые подолгу ездят на личном транспорте: поручив вождение автопилоту, можно спокойно читать, думать или работать на компьютере. С другой стороны, возникает экономия как людских ресурсов, так и парковочных мест в городе — робот-автомобиль трудится без простоев, разве что на зарядку батарей. Более того, надежная система таких роботов способна практически вытеснить личный автомобиль из обращения.

Однако с роботами не все ладно, и главная проблема связана с безопасностью. Случившиеся в первой половине 2018 года аварии с участием роботов, которые еще только проходят испытания, показали, что вера в их зоркие глаза и железные нервы была чрезмерной, а неучет трех законов роботехники Айзека Азимова — серьезное упущение конструкторов. В конце концов, именно с нарушением этих законов связано первое убийство велосипедистки роботом компании «Тесла»: робот ее заметил, однако не счел нужными останавливаться. А ведь сказано у классика, что робот не должен допустить нанесения вреда человеку. И это еще не проявились риски, связанные со злонамеренными кибератаками на мозги роботов. Последствия же могут быть печальны — от проведения кровавых терактов до полноценных диверсий вроде блокирования автомобильного движения в городе.

Поскольку невозможно создать технику, застрахованную от любых несчастных случаев, интересно выяснить, какой уровень риска общество сочтет приемлемым. Ответ на этот вопрос искала группа китайских исследователей во главе с Лю Пэном из Тяньцзиньского университета. Они опрашивали жителей своего города, предлагая оценить различные уровни аварийности по шкале «неприемлемо», «терпимо» и «приемлемо» (агентство «NewsWise», 30 мая 2018 года). Сейчас смертность на дорогах мира составляет 17 человек на 100 тысяч жителей. Так вот, оказалось, что от роботов люди ожидают существенного ее снижения — в 350 раз! То есть примерно до одной жертвы на миллион человек. Это соответствует уровню опасности поездов или самолетов.

В принципе сторонники роботов-автомобилей не раз утверждали, что роботы не совершат человеческих ошибок, которые приводят к 95% дорожных происшествий. Однако вряд ли они предполагали, что общество предъявит столь суровые требования к их любимцам. Зато теперь изготовители и законодатели знают, на что им нужно ориентироваться при доведении до совершенства автомобилей будущего, да и прочей движущейся робототехники.

А. Мотыляев



Фуа гра футурис вульгарис

Универсальная кухонная машина УКМ-207 «Красноярск» проста в обращении и представляет собой кибернетический автомат, рассчитанный на шестнадцать сменных программ. УКМ-207 объединяет в себе механизм для переработки сырья и полуфабрикатов с механизмом мойки и сушки столовой посуды. УКМ-207 способна готовить одновременно два обеда из трех блюд, в том числе на первое — супы и борщи разные, бульоны, окрошки...

А. и Б. Стругацкие. Полдень. XXII век

С.К. БУСЫГИНУ, Санкт-Петербург: *Олеорезин капсикум — вытяжка жгучего перца, состоящая из смол и жгучих веществ капсаициноидов, используется в качестве раздражителя, в том числе в оружии для личной самообороны.*

Д.А. ВОРОБЬЕВОЙ, Москва: *«Гидрогенные связи» — это замечательно; авторша бьюти-блога пыталась сказать, что кислотный праймер для ногтей содержит метакриловую кислоту, которая образует водородные связи с кератином ногтевой пластинки и ковалентные — с акриловым лаком.*

С.В. БЕЛЫХ, Самара: *И пенициллины, и цефалоспорины вполне можно называть бета-лактамами антибиотиками, и те, и другие содержат бета-лактамный цикл.*

Л.М. КУЗНЕЦОВОЙ, Санкт-Петербург: *Кофейные зерна сортируют по тяжести с помощью вибрации и по размеру с помощью сит; наиболее качественными считаются крупные зерна, извлеченные из самых спелых ягод; окончательную сортировку по цвету для получения элитных сортов производят вручную.*

Н.Г. РЫБНИКОВУ, Екатеринбург: *Копал — это смола некоторых видов деревьев из Старого и Нового Света, используется как благовоние; имитацией янтаря служит так называемый ископаемый копал, он же тропический янтарь, копалин или копалит, — частично минерализованный копал.*

В.С. ЯКОВЛЕВОЙ, Казань: *Если в вашей ультразвуковой ванночке нельзя чистить украшения с камнями, имеющими твердость ниже 4 по шкале Мооса, значит, бирюзу вроде бы можно, ее твердость 5—6; тем не менее коллективный разум Интернета не советует этого делать, и, если украшение вам дорого, лучше воспользоваться традиционными методами.*

Ж.А. ПОПОВОЙ, Новосибирск: *Плавленный сыр не может не содержать добавленных солей, таких, например, как цитрат натрия, — эти соли повышают рН сырной смеси, способствуют декальцинированию мицелл казеина и переводу белков молока в растворимую форму; ничего вредного в цитрате натрия нет.*

Г.А., электронная почта: *Вы правы, антарктидий (когда его откроют) не сможет получить символ Ag, как это утверждают «Актуальные новости» в сообщении от 24 мая 2018 года: этот символ давно занят серебром, антарктидий же предлагают обозначать Aq.*

Как хорошо, проголодавшись, решать свои проблемы таким вот образом: «Штурман подошел к окну Линии Доставки, набрал шифр наугад и с любопытством стал ждать, что получится. Над окном вспыхнула зеленая лампа: заказ исполнен. Штурман с некоторой опаской сдвинул крышку. На дне просторного кубического ящика стояла картонная тарелка. Штурман взял ее и поставил на стол. На тарелке лежали два крепеньких малосольных огурца». Эту деталь Мира Полудня Стругацкие додумали очень просто — отталкиваясь от встроенных мусоропроводов в элитных московских квартирах и всеобщего общепита. Но вот что делать там, куда Линия Доставки не дотягивается? А идти в общепит не хочется... Как героям их рассказа «Скатерть-самобранка» (1961) из того же цикла. Приходится добывать и осваивать кибернетический автомат из эпиграфа. С не совсем предсказуемым результатом.

«В ящике лежала пачка каких-то тонких листов, красных, испещренных белыми пятнами. От листов поднимался смрад.

— Что это? — растерянно спросил Женя и взял верхний лист двумя руками, и лист сломался у него в руках, и куски упали на пол, дребезжа, как консервная жестянка.

— Прелестный гуляш, — сказала Шейла. — Гремящий гуляш. Пятая стихия».

Рискнем предположить, что спустя более полувека после написания этого текста героев гораздо лучше поймут многочисленные обладатели хлебопечек, мультиварок, жарочных плит и посудомоечных машин, блендеров и соковыжималок, чем его читатели-современники. Впрочем, они были в фантастике не одиноки. Героиня рассказа Роберта Шекли «Минимум необходимого» (1955) «ошиблась делением на шкале Походного районного аппарата, и бифштекс вышел пережаренным, картошка недоваренной, а яблочный пирог так и остался незамороженным».

Увы, вместе с обильным и вкусным питанием приходит и одно из его самых неприятных последствий — лишний вес.

Первым (как и во многом другом) БАД для снижения, а точнее, потери веса предложил классик фантастики Герберт Джордж Уэллс. В рассказе «Правда о Пайкрафте» (1903) герой, которому надоело обжорство его соклубника Пайкрафта, предлагает ему воспользоваться рецептом своей прабабушки-индуски для потери веса — с поразительными результатами. Пайкрафт лишился веса, он вынужден сидеть дома, спать на потолке, а спускаться, снимая с полок в качестве балласта тома Британской энциклопедии. Но увы, вес исчез, а масса-то осталась. И герой, на свою беду блистательно решив проблему потери веса — свинцовыми подштанниками, приземлив «облако в штанах» — Пайкрафта, снова вынужден терпеть в своем — английском! — клубе неугомимого обжору.

А вот в рассказе американца Рэя Эллиса «Укуси себя за локоть, Глория Маршалл!» (1980) главный герой-биохимик настолько устаёт следовать всяческим диетам (Глория Маршалл — актриса и создательница модных диет и даже целой сети салонов для похудения в 70—80-е годы прошлого века), что изобретает средство, которое сажает на диету весь мир. Причем, судя по деталям создания этого средства, автор — знающий биохимик, а идея заставить человеческий организм не воспринимать лишнюю еду (а с нею ее калории) как еду, возможно, уже кем-то разрабатывается.

Впрочем, будущее отнюдь не для всех приготовило сочные стейки. В романе Фредерика Пола и Сирила Корнблата «Торговцы космосом» (1953) на перенаселенной Земле в ходу соевые котлеты, а натуральное мясо получают из разморозенных мамонтов.

Неудивительно, что в поисках новых источников белка люди отправляются в экспедиции уже не столько в пространстве, сколько во времени. В рассказе поляка Анджея Чеховского «Времена трехдюймовых бифштексов» (1965) ученые вывозят из мелового периода динозавров на мясо. Правда, вкус продукта оказывается не слишком подходящим для гурманов, но бифштексы из заглавия все же получаются.

Идея добывать ценный белок из динозавров посещает и пришельцев из космоса в юношеском рассказе Айзека Азимова «Легкая добыча» (1939). Путешествен-



ХИМИКИ И ЛИРИКИ

ник из нашего времени наблюдает заготовку доминирующего на планете вида биологических ресурсов — процесс, по всей видимости повлекший за собой скорое истощение охотничьих угодий. Тут можно вспомнить пробитый пулей череп динозавра из повести Ивана Ефремова 1948 года «Звездные корабли». Впрочем, надо отдать ему должное, советский палеонтолог был далек от того, чтобы обвинять пришельцев в вымирании динозавров. А у Айзенка человек вспоминает, что в так называемые цивилизованные времена он сам является весьма распространенным биологическим ресурсом и источником ценного животного белка...

Мясозаготовки во времени — это увлекательная экзотика. А вот получать то же самое синтетическим путем — идея вполне рабочая, фантасты отдавали ей дань с очень давних времен. Кстати, чем не повод изменить весь ритуал застолья?

Хьюго Гернсбек в своем эпохальном романе «Ральф 124С41+» (1911) так описал поход героев в ресторан: «Они уселись за стол со сложной системой кнопок, выдвигаемых планок и рычажков, смонтированных на серебряных щитах. Такой щит имелся для каждого клиента. Со щита свисала гибкая трубка, к которой нужно было прикрепить мундштук, находящийся в дезинфицирующем растворе в сосуде, укрепленном на доске.

Меню было выгравировано на ней же, и нужно было водить по нему передвижной стрелкой, останавливая ее против названий выбранных блюд. Затем серебряный мундштук вставлялся в рот и нажималась красная кнопка. Заказанная жидкая пища начинала течь в рот в количестве и со скоростью, регулируемые этой же красной кнопкой. Чтобы добавить соли, перцу или иных приправ, вообще придать пище желательный вкус, достаточно было нажать соответствующие кнопки. Особая кнопка регулировала температуру пищи.

Мясные, овощные и другие блюда подавались в разжиженном виде, искусное приготовление придавало им исключительно приятный вкус. Когда переходили от одного блюда к другому, гибкий шланг прополаскивался горячей водой вместе с мунд-

штуком, однако вода из него не вытекала. Отверстие мундштука герметически закрывалось на время промывки и вновь открывалось по окончании этой операции.

Во время еды люди сидели, откинувшись на спинку удобных кресел. Не было нужды в вилках и ножах, которыми пользовались в минувшие века. Прием пищи превратился в удовольствие». Да уж...

Неоднократно возникали в начале XX века идеи совсем отказаться от пищи. С. Бельский в романе «Под кометой» (1910), почти одновременно с Гернсбеком описывая общество будущего (с массой курьезных и пророческих деталей), провозглашал: «Теперь мы питаемся пилюлями, в которых сконцентрировано все необходимое для поддержания жизни. Четыре или пять пилюль утром, до десятка днем и две или три вечером составляют всю пищу взрослого человека. Фабрики, химические лаборатории и заводы, на которых машины приводятся в движение силой морского прилива и солнечной теплотой, заменили хлебные поля, сады и скот древних».

Как тут не вспомнить замечательное «Молекулярное кафе» Ильи Варшавского! «Люля сказала, что ей больше нравится еда, синтезированная из светлой нефти, чем из темной». И 360 блюд из меню, предлагаемых роботом, вероятно, понравились бы героям тоже. Как и блюда, синтезируемые по их желаниям. «А вечером вдруг Люля расплакалась. Она сказала, что синтетическая пища это гадость, что она ненавидит кибернетику и хочет жить на лоне природы, ходить пешком, доить козу и пить настоящее молоко с вкусным ржаным хлебом». И эти чувства более чем понятны современным потребителям не совсем натурального молока и странного творожного продукта, колбас с пониженным содержанием мяса и тортов на не сливочном масле. Мы, в конце концов, живем в будущем. В XXI веке, который так и остался будущим для такого числа настоящих хороших фантастов...

**Владимир Борисов,
Александр Лукашин**

