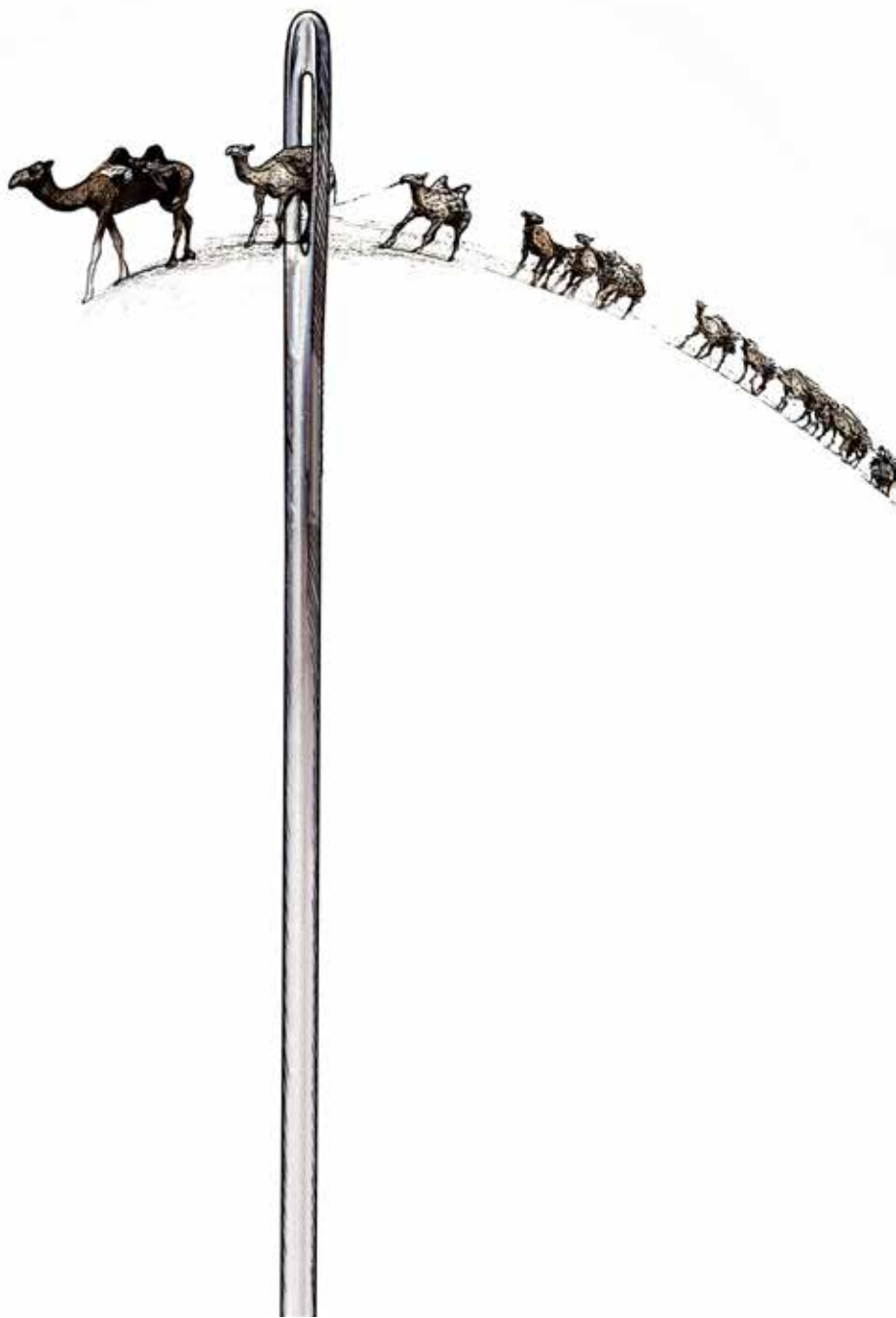




Ж

2014

НЗЖ И ВИМИХ







НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
Л.Н.Стрельникова
Заместитель главного редактора
Е.В.Клещенко
Главный художник
А.В.Астрин

Редакторы и обозреватели

Б.А.Альшуллер,
Л.А.Ашкинази,
В.В.Благутина,
Ю.И.Зварич,
С.М.Комаров,
Н.Л.Резник,
О.В.Рындина

Технические рисунки
Р.Г.Бикмухаметова

Подписано в печать 29.07.2014

Адрес редакции
19991, Москва, Ленинский просп., 29, стр. 8
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 — XXI век» обязательна.

© АНО Центр «НаукаПресс»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
работа Марка Ульриксена. Ученые сету-
ют, что их голоса не слышны высшему
руководству, сколько ни кричи у под-
ножия — наверху тишина. Ну а если на-
чальник и ученый — одно и то же лицо?
Читайте об этом в статье «Когда
ученый правит государством».*

*С точки зрения дикаря
землепашец,
засавающий поле, — идиот.*

Сергей Малицкий

Содержание

Элемент №...

УРАН: ФАКТЫ И ФАКТИКИ. А. Мотыляев 2

Размышления

КОНСТАНТЫ И РЕАКТОР В ОКЛО. А. Вакулка 8

Прогулки по истории химии

НОРРИШ, ПОРТЕР И ВСПЫШКИ СВЕТА. И.А.Леенсон 12

Болезни и лекарства

ХРОНИКИ ГИПЕРТОНИИ. Н.Л.Резник 12

Проблемы и методы науки

ПРАВАЯ, ЛЕВАЯ ГДЕ СТОРОНА? А.С.Ермаков 18

Проблемы и методы науки

О ПОЛЬЗЕ КАПРИЗОВ. Д.А.Жуков 22

Еда по-научному

ГРИБНОЙ СЕЗОН. А.А.Бондарев 26

Что мы съедим

ГУСЕНИЦА НА ТАРЕЛКЕ. Н.Анина 30

Нанофантастика

ЕЩЕ ОДНА ПЕСНЯ ГАМАЮН. Ида Мартин 33

Расследование

ОТЧЕГО ПИВО ПЕННОЕ? С.Анофелес 34

Из писем в редакцию

НА СТАРЫЕ ДРОЖЖИ. П.Данилов 35

Расследование

ШЕРСТИ КЛОК. Н.Л.Резник 37

Тематический поиск

ОПЫТЫ НА ПРИМАТАХ. С.Фролова, Р.Канина, Е.Клещенко 38

Болезни и лекарства

СОБАЧИЙ НОС — ОНКОЛОГ-ДИАГНОСТ. В.А.Чистяков 40

Земля и ее обитатели

ТОВАРИЩИ ПО НЕСЧАСТЬЮ. Н.А.Паравян 41

Страницы истории

КОГДА УЧЕНЫЙ ПРАВИТ ГОСУДАРСТВОМ. В.А.Лучников 42

Радости жизни

КАРТИШКИ И НЕМНОГО НАУКИ. И.А.Леенсон 48

Что мы едим

ГОРОХ. Н.Ручкина 52

Фантастика

СКАРАБЕЙ. Ирина Истратова 54

Радости жизни

УГЛЕВОДОРОДНАЯ ЗВЕЗДА. М.Ю.Корнилов 64

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	10	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
ИНФОРМАЦИЯ	51	ПИШУТ, ЧТО...	62
КНИГИ	61	ПЕРЕПИСКА	64

Уран: факты и фактики

А. Мотыляев

Откуда взялся уран? Скорее всего, он появляется при взрывах сверхновых. Дело в том, что для нуклеосинтеза элементов тяжелее железа должен существовать мощный поток нейтронов, который возникает как раз при взрыве сверхновой. Казалось бы, потом, при конденсации из образованного ею облака новых звездных систем, уран, собравшись в протопланетном облаке и будучи очень тяжелым, должен тонуть в глубинах планет. Но это не так. Уран — радиоактивный элемент, и при распаде он выделяет тепло. Расчет показывает, что если бы уран был равномерно распределен по всей толще планеты хотя бы с той же концентрацией, что и на поверхности, то он выделял бы слишком много тепла. Более того, его поток по мере расходования урана должен ослабевать. Поскольку ничего подобного не наблюдается, геологи считают, что не менее трети урана, а может быть, и весь он сосредоточен в земной коре, где его содержание составляет $2,5 \cdot 10^{-4}\%$. Почему так получилось, не обсуждается.

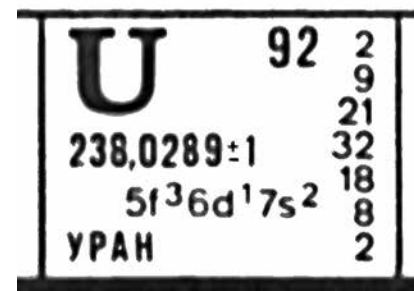
Где добывают уран? Урана на Земле не так уж мало — по распространенности он на 38-м месте. А больше всего этого элемента в осадочных породах — углистых сланцах и фосфоритах: до $8 \cdot 10^{-3}$ и $2,5 \cdot 10^{-2}\%$ соответственно. Всего в земной коре содержится 10^{14} тонн урана, но главная проблема в том, что он весьма рассеян и не образует мощных месторождений. Промышленное значение имеют примерно 15 минералов урана. Это урановая смолка — ее основой служит оксид четырехвалентного урана, урановая слюдка — различные силикаты, фосфаты и более сложные соединения с ванадием или титаном на основе шестивалентного урана.

Что такое лучи Беккереля? После открытия Вольфгангом Рентгеном X-лучей французский физик Антуан-Анри Беккерель заинтересовался свечением солей урана, которое возникает под действием солнечного света. Он хотел понять, нет ли и тут X-лучей. Действительно, они присутствовали — соль засвечивала фотопластинку сквозь черную бумагу. В одном из опытов,

однако, соль не стали освещать, а фотопластинка все равно потемнела. Когда же между солью и фотопластинкой положили металлический предмет, то под ним потемнение было меньше. Стало быть, новые лучи возникали отнюдь не из-за возбуждения урана светом и через металл частично не проходили. Их и назвали поначалу «лучами Беккереля». Впоследствии было обнаружено, что это главным образом альфа-лучи с небольшой добавкой бета-лучей: дело в том, что основные изотопы урана при распаде выбрасывают альфа-частицу, а дочерние продукты испытывают и бета-распад.

Насколько велика радиоактивность урана? У урана нет стабильных изотопов, все они радиоактивные. Самый долгоживущий — уран-238 с периодом полураспада 4,4 млрд. лет. Следующим идет уран-235 — 0,7 млрд. лет. Оба они претерпевают альфа-распад и становятся соответствующими изотопами тория. Уран-238 составляет более 99% всего природного урана. Из-за его огромного периода полураспада радиоактивность этого элемента мала, а кроме того, альфа-частицы не способны преодолеть ороговевший слой кожи на поверхности человеческого тела. Рассказывают, что И.В. Курчатов после работы с ураном просто вытирал руки носовым платком и никакими болезнями, связанными с радиоактивностью, не страдал.

Исследователи не раз обращались к статистике заболеваний рабочих урановых приисков и обрабатывающих комбинатов. Вот, например, недавняя статья канадских и американских специалистов, которые проанализировали данные о здоровье более 17 тысяч рабочих прииска Эльдorado в канадской провинции Саскачеван за 1950—1999 годы («Environmental Research», 2014, 130, 43—50, doi: 10.1016/j.envres.2014.01.002). Они исходили из того, что сильнее всего радиация действует на быстро размножающиеся клетки крови, приводя к соответствующим видам рака. Статистика же показала, что у рабочих прииска заболеваемость различными



видами рака крови меньше, чем в среднем у канадцев. При этом основным источником радиации считается не сам по себе уран, а порождаемый им газообразный радон и продукты его распада, которые могут попасть в организм через легкие.

Чем же вреден уран? Он, подобно другим тяжелым металлам, весьма ядовит, может вызывать почечную и печеночную недостаточность. С другой стороны, уран, будучи рассеянным элементом, неизбежно присутствует в воде, почве и, концентрируясь в пищевой цепочке, попадает в организм человека. Разумно предположить, что в процессе эволюции живые существа научились обезвреживать уран в природных концентрациях. Наиболее опасен уран в воде, поэтому ВОЗ установила ограничение: поначалу оно составляло 15 мкг/л, но в 2011 году норматив увеличили до 30 мкг/г. Как правило, урана в воде гораздо меньше: в США в среднем 6,7 мкг/л, в Китае и Франции — 2,2 мкг/л. Но бывают и сильные отклонения. Так в отдельных районах Калифорнии его в сто раз больше, чем по нормативу, — 2,5 мг/л, а в Южной Финляндии доходит и до 7,8 мг/л. Исследователи же пытаются понять, не слишком ли строг норматив ВОЗ, изучая действие урана на животных. Вот типичная работа («BioMed Research International», 2014, ID 181989; doi: 10.1155/2014/181989). Французские ученые девять месяцев поили крыс водой с добавками обедненного урана, причем в относительно большой концентрации — от 0,2 до 120 мг/л. Нижнее значение — это вода вблизи шахты, верхнее же нигде не встречается — максимальная концентрация урана, измеренная в той же Финляндии, составляет 20 мг/л. К удивлению авторов — статья так и называется: «Неожиданное отсутствие заметного влияния урана на физиологические системы...», — уран на здоровье крыс практически не сказался. Животные прекрасно питались, прибавляли в весе как следует, на болезни не жаловались и от рака не умирали. Уран, как ему и положено, откладывался прежде всего в почках и костях и в стократно мень-



Фото: ОАО Росатом, www.rosatom.ru



ЭЛЕМЕНТ №...

Загрузка ТВЭЛа в реактор на четвертом блоке Калининской АЭС

шем количестве — в печени, причем его накопление ожидаемо зависело от содержания в воде. Однако ни к почечной недостаточности, ни даже к заметному появлению каких-либо молекулярных маркеров воспаления это не приводило. Авторы предложили начать пересмотр строгих нормативов ВОЗ. Однако есть один нюанс: воздействие на мозг. В мозгах крыс урана было меньше, чем в печени, но его содержание не зависело от количества в воде. А вот на работе антиоксидантной системы мозга уран сказался: на 20% выросла активность каталазы, на 68—90% — глутатионпероксидазы, активность же супероксиддисмутазы упала независимо от дозы на 50%. Это означает, что уран явно вызывал окислительный стресс в мозгу и организм на него реагировал. Такой эффект — сильное действие урана на мозг при отсутствии его накопления в нем, кстати, равно как и в половых органах, — замечали и раньше. Более того, вода с ураном в концентрации 75—150 мг/л, которой исследователи из университета Небраски поили крыс полгода («Neurotoxicology and Teratology», 2005, 27, 1, 135–144; doi: 10.1016/j.ntt.2004.09.001), сказалась на поведении животных, главным образом самцов, выпущенных в поле: они не так, как контрольные, пересекали линии, привставали на задние лапы и чистили шерстку. Есть данные, что уран приводит и к нарушениям памяти у животных. Изменение поведения коррелировало с уровнем окисления липидов в мозгу. Получается, что крысы от урановой водички делались здоровыми, но глуповатыми. Эти данные нам еще пригодятся при анализе так называемого синдрома Персидского залива (Gulf War Syndrome).

Загрязняет ли уран места разработки сланцевого газа? Это зависит от того,

сколько урана в содержащих газ породах и как он с ними связан. Например, доцент Трейси Бэнк из Университета Буффало исследовала сланцевые породы месторождения Марцелус, протянувшегося с запада штата Нью-Йорк через Пенсильванию и Огайо к Западной Виргинии. Оказалось, что уран химически связан именно с источником углеводов (вспомним, что в родственных углистых сланцах самое высокое содержание урана). Опыты же показали, что используемый при разрыве пласта раствор прекрасно растворяет в себе уран. «Когда уран в составе этих вод окажется на поверхности, он может вызвать загрязнение окрестностей. Радиационного риска это не несет, но уран — ядовитый элемент», — отмечает Трейси Бэнк в пресс-релизе университета от 25 октября 2010 года. Подробных статей о риске загрязнения окружающей среды ураном или торием при добыче сланцевого газа пока не подготовлено.

Зачем нужен уран? Раньше его применяли в качестве пигмента для изготовления керамики и цветного стекла. Теперь же уран — основа атомной энергетики и атомного оружия. При этом используется его уникальное свойство — способность ядра делиться.

Что такое деление ядра? Распад ядра на два неравных больших куска. Именно из-за этого свойства при нуклеосинтезе за счет нейтронного облучения ядра тяжелее урана образуются с большим трудом. Суть явления состоит в следующем. Если соотношение числа нейтронов и протонов в ядре не оптимально, оно становится нестабильным. Обычно такое ядро выбрасывает из себя либо альфа-частицу — два про-

тона и два нейтрона, либо бета-частицу — позитрон, что сопровождается превращением одного из нейтронов в протон. В первом случае получается элемент таблицы Менделеева, отстоящий на две клетки назад, во втором — на одну клетку вперед. Однако ядро урана помимо излучения альфа- и бета-частиц способно делиться — распадаться на ядра двух элементов середины таблицы Менделеева, например бария и криптона, что и делает, получив новый нейтрон. Это явление обнаружили вскоре после открытия радиоактивности, когда физики подвергали новооткрытому излучению все, что придется. Вот как пишет об этом участник событий Отто Фриш («Успехи физических наук», 1968, 96, 4). После открытия бериллиевых лучей — нейтронов — Энрико Ферми облучал ими, в частности, уран, чтобы вызвать бета-распад, — он надеялся за его счет получить следующий, 93-й элемент, ныне названный нептунием. Он-то и обнаружил у облученного урана новый тип радиоактивности, который связал с появлением трансурановых элементов. При этом замедление нейтронов, для чего бериллиевый источник покрывали слоем парафина, увеличивало такую наведенную радиоактивность. Американский радиохимик Аристид фон Гроссе предположил, что одним из этих элементов был протактиний, но ошибся. Зато Отто Ган, работавший тогда в Венском университете и считавший открытый в 1917 году протактиний своим детищем, решил, что обязан узнать, какие элементы при этом получаются. Вместе с Лизой Мейтнер в начале 1938 года Ган предположил на основании результатов опытов, что образуются целые цепочки из радиоактивных элементов, возникающих из-за многократных бета-распадов поглотивших нейтрон ядер урана-238 и его дочерних элементов. Вскоре Лиза Мейтнер была вынуждена бежать в Швецию, опасаясь возможных репрессий со стороны фашистов после аншлюса Австрии. Ган же, продолжив опыты с Фрицем Штрассманом, обнаружил, что среди продуктов был еще и барий, элемент с номером 56, который никоим образом из урана получиться не

мог: все цепочки альфа-распадов урана заканчиваются гораздо более тяжелым свинцом. Исследователи были настолько удивлены полученным результатом, что публиковать его не стали, только писали письма друзьям, в частности Лизе Мейтнер в Гётеборг. Там на Рождество 1938 года ее посетил племянник, Отто Фриш, и, гуляя в окрестностях зимнего города — он на лыжах, тетя пешком, — они обсудили возможности появления барьера при облучении урана вследствие деления ядра (подробнее о Лизе Мейтнер см. «Химию и жизнь», 2013, № 4). Вернувшись в Копенгаген, Фриш буквально на трапе парохода, отбывающего в США, поймал Нильса Бора и сообщил ему об идее деления. Бор, хлопнув себя по лбу, сказал: «О, какие мы были дураки! Мы должны были заметить это раньше». В январе 1939 года вышла статья Фриша и Мейтнер о делении ядер урана под действием нейтронов. К тому времени Отто Фриш уже поставил контрольный опыт, равно как и многие американские группы, получившие сообщение от Бора. Рассказывают, что физики стали расходиться по своим лабораториям прямо во время его доклада 26 января 1939 года в Вашингтоне на ежегодной конференции по теоретической физике, когда ухватили суть идеи. После открытия деления Ган и Штрассман пересмотрели свои опыты и нашли, так же, как и их коллеги, что радиоактивность облученного урана связана не с трансуранами, а с распадом образовавшихся при делении радиоактивных элементов из середины таблицы Менделеева.

Как проходит цепная реакция в уране? Вскоре после того, как была экспериментально доказана возможность деления ядер урана и тория (а других делящихся элементов на Земле в сколько-нибудь значимом количестве нет), работавшие в Принстоне Нильс Бор и Джон Уиллер, а также независимо от них советский физик-теоретик Я.И.Френкель и немцы Зигфрид Флюгге и Готфрид фон Дросте создали теорию деления ядра. Из нее следовали два механизма. Один — связанный с пороговым поглощением быстрых нейтронов. Согласно ему, для инициации деления нейтрон должен обладать довольно большой энергией, более 1 МэВ для ядер основных изотопов — урана-238 и тория-232. При меньшей энергии поглощение нейтрона ураном-238 имеет резонансный характер. Так, нейтрон с энергией 25 эВ имеет в тысячи раз большую площадь сечения захвата, чем с другими энергиями. При этом никакого деления не будет: уран-238 станет ураном-239, который с периодом полураспада 23,54 минуты превратится в нептуний-239, тот, с периодом полураспада 2,33 дня, — в долгоживущий плутоний-239. Торий-232 станет ураном-233.

Второй механизм — беспороговое поглощение нейтрона, ему следует третий более-менее распространенный делящийся изотоп — уран-235 (а равно и отсутствующие в природе плутоний-239 и уран-233): поглотив любой нейтрон, даже медленный, так называемый тепловой, с энергией как

у молекул, участвующих в тепловом движении, — 0,025 эВ, такое ядро разделится. И это очень хорошо: у тепловых нейтронов площадь сечения захвата в четыре раза выше, чем у быстрых, мегаэлектронвольтных. В этом значимость урана-235 для всей последующей истории атомной энергетики: именно он обеспечивает размножение нейтронов в природном уране. После попадания нейтрона ядро урана-235 становится нестабильным и быстро делится на две неравные части. Попутно вылетает несколько (в среднем 2,75) новых нейтронов. Если они попадут в ядра того же урана, то вызовут размножение нейтронов в геометрической прогрессии — пойдет цепная реакция, что приведет к взрыву из-за быстрого выделения огромного количества тепла. Ни уран-238, ни торий-232 так работать не могут: ведь при делении вылетают нейтроны со средней энергией 1—3 МэВ, то есть при наличии энергетического порога в 1 МэВ значительная часть нейтронов заведомо не сможет вызвать реакцию, и размножения не будет. А значит, про эти изотопы следует забыть и придется замедлять нейтроны до тепловой энергии, чтобы они максимально эффективно взаимодействовали с ядрами урана-235. При этом нельзя допустить их резонансного поглощения ураном-238: все-таки в природном уране этот изотоп составляет чуть меньше 99,3% и нейтроны чаще сталкиваются именно с ним, а не с целевым ураном-235. А действуя замедлителем, можно подерживать размножение нейтронов

Синдром Персидского залива

За двадцать с лишним лет, прошедшие после первой иракской кампании США, накопилось немало статистики о влиянии обедненного урана на здоровье, которую заинтересованные стороны толкуют каждая в свою пользу. Причиной дискуссии стал таинственный синдром войны в Персидском заливе, который массово убивает ветеранов этой войны. По данным Асафа Дураковича (см. например «Croatian Medical Journal», 2001, 42, 2, 130—134), от него страдает каждый пятый участник боевых действий со стороны антииракской коалиции, а 23 тысячи умерли в течение десяти лет после ее окончания. Синдром очень странный: хроническая усталость, боли в мышцах и суставах, расстройства психики — в общем, набор симптомов, которые нельзя измерить точными приборами и которые свойственны многим участникам боевых действий. Действительно, как подтверждают другие авторы, он встречается у ветеранов в

несколько раз чаще, чем в среднем у других военнослужащих, не говоря об общей популяции. Этот-то синдром, который поначалу хотели списать на неблагоприятное действие иракских песков (болезнь Аль-Искана) или ядовитый дым от горящих нефтепромыслов, разбомбленных американцами, и пытаются приписать обедненному урану. Потом к делу добавился схожий балканский синдром.

Противники паники указывают, что никакого действия уран оказать не может в принципе ввиду малой радиоактивности. Три тонны пыли, рассеянные по пескам Ирака, — это примерно 1 МБк, а, скажем, угольные электростанции дают каждый год в миллион раз больше — 1,5 ТБк радиоактивных калия-40, урана-238 и тория-232, также в виде аэрозоля, и никто из окрестных жителей на синдром не жалуется. Впрочем, есть группа солдат коалиции, попавших непосредственно в зону обстрела (иракских почему-то никто не обследует). Было несколько случаев, когда американцы били по своим и солдаты были ранены урановыми осколками либо надышались аэрозоля, — таковых оказалось 160 человек. Их обследование показало, что даже спустя восемь лет после войны содержание в крови обедненного урана (его отличают от природного по обеднению 235-м изотопом) может в сто с лишним раз превосходить таковое у тех, кто под обстрел не попал. Особенно высоким оно бывает, если урановые обломки не были извлечены из тела. Однако никаких проблем со здоровьем у тех, кто согласился поучаствовать в различных программах обследо-

на постоянном уровне и взрыва не допустить — управлять цепной реакцией.

Расчет, проведенный Я.Б.Зельдовичем и Ю.Б.Харитоном в том же судьбоносном 1939 году, показал, что для этого нужно применить замедлитель нейтронов в виде тяжелой воды или графита и обогатить ураном-235 природный уран по меньшей мере в 1,83 раза. Тогда эта идея показалась им чистой фантазией: «Следует отметить, что примерно двойное обогащение тех довольно значительных количеств урана, которые необходимы для осуществления цепного взрыва, <...> представляет собой чрезвычайно громоздкую, близкую к практической невыполнимости задачу». Сейчас эта задача решена, и атомная промышленность серийно выпускает для электростанций уран, обогащенный ураном-235 до 3,5%.

Что такое спонтанное деление ядер?

В 1940 году Г.Н.Флеров и К.А.Петржак обнаружили, что деление урана может происходить спонтанно, без всякого внешнего воздействия, правда, период полураспада гораздо больше, чем при обычном альфа-распаде. Поскольку при таком делении тоже получаются нейтроны, если не дать им улететь из зоны реакции, они-то и послужат инициаторами цепной реакции. Именно это явление используют при создании атомных реакторов.

Зачем нужна атомная энергетика?

Зельдович и Харитон были в числе первых, кто считал экономический эффект атомной энергетики («Успехи



Фото: ОАО Росатом, www.rosatom.ru

Смоленская АЭС

физических наук», 1940, 23, 4). «...В настоящий момент еще нельзя сделать окончательных заключений о возможности или невозможности осуществления в уране ядерной реакции деления с бесконечно разветвляющимися цепями. Если такая реакция осуществима, то автоматически осуществляется регулировка скорости реакции, обеспечивающая спокойное ее протекание, несмотря на огромное количество находящейся в распоряжении экспериментатора энергии. Это обстоятельство исключительно благоприятно для энергетического использования реакции. Приведем поэтому — хотя это и является делением шкуры неубитого медведя — некоторые числа, характеризующие возможности энергетического использования урана. Если процесс деления идет на быстрых нейтронах, следовательно, реакция захватывает основной изотоп урана (U^{238}), то <исходя из соотношения теплотворных способностей и

цен на уголь и уран> стоимость калории из основного изотопа урана оказывается примерно в 4000 раз дешевле, чем из угля (если, конечно, процессы «сжигания» и теплосъема не окажутся в случае урана значительно дороже, чем в случае угля). В случае медленных нейтронов стоимость «урановой» калории (если исходить из вышеприведенных цифр) будет, принимая во внимание, что распространенность изотопа U^{235} равна 0,007, уже лишь в 30 раз дешевле «угольной» калории при прочих равных условиях».

Первую управляемую цепную реакцию провел в 1942 году Энрико Ферми в Чикагском университете, причем управляли реактором вручную — задвигая и выдвигая графитовые стержни при изменении потока нейтронов. Первая электростанция была построена в Обнинске в 1954 году. Помимо выработки энергии первые реакторы работали еще и на производство оружейного плутония.



Авиационный снаряд с урановым сердечником

ваний, замечено не было. Разве что появилось сообщение, что при компьютерных тестах нейрокогнитивных функций отмечено некоторое различие, но при обычных тестах оно исчезло. Кроме того, оказалось, что этот уран и в окружающей среде не накапливается. В этом убедились сербские ученые, которые проверяли последствия бомбардировок южных районов Сербии, — через десять лет после того, как были проведены работы по розыску и изъятию неразбившихся урановых сердечников снарядов, никаких их следов обнаружить не удалось ни в почве, ни в воде, ни в растениях и лишайниках.

Дуракович, впрочем, смотрит на ситуацию по-другому. Он считает, что мы недостаточно знаем о действии малых доз радиации, чтобы быть уверенными в безопасности урана. Например, радиоактивная частица — совсем не то, что атом элемента: попав в организм, она становится долговременным источником излучения, которое вызывает местное воспаление, способное превратиться в злокачественное. Заметить же его

трудно. Армия, проходившая по песку с такими частицами, вполне могла ими надыхаться.

Есть и еще одна попытка привязать уран к синдрому. Коллеги Дураковича, работая в Афганистане в районах боевых действий, например около пещер Тора-Бора, показали, что у местного населения довольно часто встречаются симптомы, аналогичные синдрому войны в Персидском заливе, а в крови повышена концентрация урана. Что, это тоже следы американских бомбардировок? Нет, соотношение изотопов в этом уране оказалось природным, поэтому Дуракович намекает, что любое повышенное содержание урана в крови ведет к синдрому.

Итак, вопрос о связи обедненного урана и синдрома остается открытым. Однако если вспомнить работы французских исследователей, которые поили крыс водой с ураном, проблема может повернуться неожиданной стороной. Действительно, если уран оказывает влияние на мозговую деятельность, это может приводить к сбоям в работе нервной системы и появлению тех неявных признаков, что составляют суть синдрома. Распознать такую хворь сложно, ведь крыса на недомогание не жалуется, а определять антиоксидантную активность и степень окисления липидов в мозгу живого человека трудно. Однако сама по себе эта гипотеза возвращает нас к идее «отбора на дурака» (см. с. 7), только здесь химический стресс — уран в крови — ведет к изменению нервной деятельности уже не в ходе эволюции, а у ныне живущих поколений.



ЭЛЕМЕНТ №...

Как функционирует атомная станция?

Сейчас большинство реакторов работают на медленных нейтронах. Обогащенный уран в виде металла, сплава, например с алюминием, или в виде оксида складывают в длинные цилиндры — тепловыделяющие элементы. Их определенным образом устанавливают в реакторе, а между ними вводят стержни из замедлителя, которые и управляют цепной реакцией. Со временем в тепловыделяющем элементе накапливаются реакторные яды — продукты деления урана, также способные к поглощению нейтронов. Когда концентрация урана-235 падает ниже критической, элемент выводят из эксплуатации. Однако в нем много осколков деления с сильной радиоактивностью, которая уменьшается годами, отчего элементы еще долго выделяют значительное количество тепла. Их выдерживают в охлаждающих бассейнах, а затем либо захоранивают, либо пытаются переработать — извлечь несгоревший уран-235, наработанный плутоний (он шел на изготовление атомных бомб) и другие изотопы, которым можно найти применение. Неиспользуемую часть отправляют в могильники.

В так называемых реакторах на быстрых нейтронах, или реакторах-размножителях, вокруг элементов устанавливают отражатели из урана-238 или тория-232. Они замедляют и отправляют обратно в зону реакции слишком быстрые нейтроны. Замедленные же до резонансных скоростей нейтроны поглощают названные изотопы, превращаясь соответственно в плутоний-239 или уран-233, которые могут служить топливом для атомной станции. Так как быстрые нейтроны плохо реагируют с ураном-235, нужно значительно увеличивать его концентрацию, но это окупается более сильным потоком нейтронов. Несмотря на то что реакторы-размножители считаются будущим атомной энергетики, поскольку дают больше ядерного топлива, чем расходуют, — опыты показали: управлять ими трудно. Сейчас в мире остался лишь один такой реактор — на четвертом энергоблоке Белоярской АЭС.

Как критикуют атомную энергетику? Если не говорить об авариях, то основным пунктом в рассуждениях противников атомной энергетики сегодня стало предложение добавить к расчету ее эффективности затраты по защите окружающей среды после выведения станции из эксплуатации и при работе с топливом. В обоих случаях возникают задачи надежного захоронения радиоактивных отходов, а это расходы, которые несет государство.

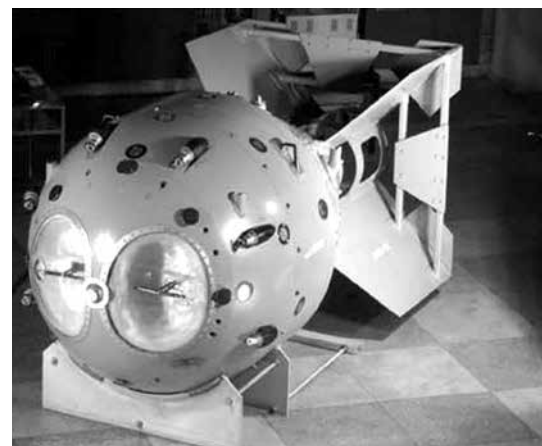
Есть мнение, что если переложить их на себестоимость энергии, то ее экономическая привлекательность пропадет.

Существует оппозиция и среди сторонников атомной энергетики. Ее представители указывают на уникальность урана-235, замены которому нет, потому что альтернативные делящиеся тепловыми нейтронами изотопы — плутоний-239 и уран-233 — из-за периода полураспада в тысячи лет в природе отсутствуют. А получают их как раз вследствие деления урана-235. Если он закончится, исчезнет прекрасный природный источник нейтронов для цепной ядерной реакции. В результате такой расточительности человечество лишится возможности в будущем вовлечь в энергетический цикл торий-232, запасы которого в несколько раз больше, чем урана.

Теоретически для получения потока быстрых нейтронов с мегаэлектронвольтовыми энергиями можно использовать ускорители частиц. Однако если речь идет, например, о межпланетных полетах на атомном двигателе, то реализовать схему с громоздким ускорителем будет очень непросто. Исчерпание урана-235 ставит крест на таких проектах.

Что такое оружейный уран? Это высокообогащенный уран-235. Его критическая масса — она соответствует размеру куска вещества, в котором самопроизвольно идет цепная реакция, — достаточно мала для того, чтобы изготовить боеприпас. Такой уран может служить для изготовления атомной бомбы, а также как взрыватель для термоядерной бомбы.

Какие катастрофы связаны с применением урана? Энергия, запасенная в ядрах делящихся элементов, огромна. Вырвавшись из-под контроля по недосмотру или вследствие умысла, эта энергия способна натворить немало бед. Две самые чудовищные ядерные катастрофы случились 6 и 8 августа 1945 года, когда ВВС США сбросили атомные бомбы на Хиросиму и Нагасаки, в результате чего погибли и пострадали сотни тысяч мирных жителей. Катастрофы меньшего масштаба связаны с авариями на атомных станциях и предприятиях атомного цикла. Первая крупная авария случилась в 1949 году в СССР на комбинате «Маяк» под Челябинском, где нарабатывали плутоний; жидкие радиоактивные отходы попали в речку Течу. В сентябре 1957 года на нем же произошел взрыв с выбросом большого количества радиоактивного вещества. Через одиннадцать дней сгорел британский реактор по наработке плутония в Уиндскейле, облако с продуктами взрыва рассеялось над



Корпус авиационной атомной бомбы из Музея ядерного оружия РФЯЦ-ВНИИЭФ

Западной Европой. В 1979 году сгорел реактор на АЭС Тримейл-Айленд в Пенсильвании. К наиболее масштабным последствиям привели аварии на Чернобыльской АЭС (1986) и АЭС в Фукусиме (2011), когда воздействию радиации подверглись миллионы людей. Первая засорила обширные земли, выбросив в результате взрыва 8 тонн уранового топлива с продуктами распада, которые распространились по Европе. Вторая загрязнила и спустя три года после аварии продолжает загрязнять акваторию Тихого океана в районах рыбных промыслов. Ликвидация последствий этих аварий обошлась весьма дорого, и, если бы разложить эти затраты на стоимость электроэнергии, она бы существенно выросла.

Отдельный вопрос — последствия для здоровья людей. Согласно официальной статистике, многим людям, пережившим бомбардировку или живущим на загрязненной территории, облучение пошло на пользу — у первых более высокая продолжительность жизни, у вторых меньше онкологических заболеваний, а некоторое увеличение смертности специалисты связывают с социальным стрессом. Количество же людей, погибших именно от последствий аварий или в результате их ликвидации, исчисляется сотнями человек. Противники атомных электростанций указывают, что аварии привели к нескольким миллионам преждевременных смертей на европейском континенте, просто они незаметны на статистическом фоне.

Вывод земель из человеческого использования в зонах аварий приводит к интересному результату: они становятся своего рода заповедниками, где растет биоразнообразие. Правда, отдельные животные страдают от болезней, связанных с облучением. Вопрос, как быстро они приспособятся к повышенному фону, остается открытым. Есть также мнение, что по-



Фото: ОАО Росатом, www.rosatom.ru



ЭЛЕМЕНТ №...

Ампулы с изотопами, выделенными из облученного материала в НИИЯР ОАО Росатом

следствием хронического облучения оказывается «отбор на дурака» (см. «Химию и жизнь», 2010, № 5): еще на стадии эмбриона выживают более примитивные организмы. В частности, применительно к людям это должно приводить к снижению умственных способностей у поколения, родившегося на загрязненных территориях вскоре после аварии.

Что такое обедненный уран? Это уран-238, оставшийся после выделения из него урана-235. Объемы отхода производства оружейного урана и тепловыделяющих элементов велики — в одних США скопилось 600 тысяч тонн гексафторида такого урана (о проблемах с ним см. «Химию и жизнь», 2008, № 5). Содержание урана-235 в нем — 0,2%. Эти отходы надо либо хранить до лучших времен, когда будут созданы реакторы на быстрых нейтронах и появится возможность переработки урана-238 в плутоний, либо как-то использовать.

Применение ему нашли. Уран, как и другие переходные элементы, используют в качестве катализатора. Например, авторы статьи в «ACS Nano» от 30 июня 2014 года пишут, что катализатор из урана или тория с графеном для восстановления кислорода и перекиси водорода «имеет огромный потенциал для применения в энергетике». Поскольку плотность урана высока, он служит в качестве балласта для судов и противовесов для самолетов. Годится этот металл и для радиационной защиты в медицинских приборах с источниками излучения.

Какое оружие можно делать из обедненного урана? Пули и сердечники для бронебойных снарядов. Расчет здесь такой. Чем тяжелее снаряд, тем выше его кинетическая энергия. Но чем больше размер снаряда, тем менее концентрирован его удар. Значит, нужны тяжелые металлы, обладающие

высокой плотностью. Пули делают из свинца (уральские охотники одно время использовали и самородную платину, пока не поняли, что это драгоценный металл), сердечники же снарядов — из вольфрамового сплава. Защитники природы указывают, что свинец загрязняет почву в местах боевых действий или охоты и лучше бы заменить его на что-то менее вредное, например на тот же вольфрам. Но вольфрам недешев, а сходный с ним по плотности уран — вот он, вредный отход. При этом допустимое загрязнение почвы и воды ураном примерно в два раза больше, чем для свинца. Так получается потому, что слабой радиоактивностью обедненного урана (а она еще и на 40% меньше, чем у природного) пренебрегают и учитывают действительно опасный химический фактор: уран, как мы помним, ядовит. В то же время его плотность в 1,7 раза больше, чем у свинца, а значит, размер урановых пуль можно уменьшить в два раза; уран гораздо более тугоплавкий и твердый, чем свинец, — при выстреле он меньше испаряется, а при ударе в цель дает меньше микрочастиц. В общем, урановая пуля меньше загрязняет окружающую среду, чем свинцовая, правда, достоверно о таком использовании урана неизвестно.

Зато известно, что пластины из обедненного урана применяют для укрепления брони американских танков (этому способствуют его высокие плотность и температура плавления), а также вместо вольфрамового сплава в сердечниках для бронебойных снарядов. Урановый сердечник хорош еще и тем, что уран пирофорен: его горячие мелкие частицы, образовавшиеся при ударе о броню, вспыхивают и поджигают все вокруг. Оба применения считаются радиационно безопасными. Так, расчет показал, что, даже просидев безвылазно год в танке с урановой броней, загруженном урановым бо-

екомплект, экипаж получит лишь четверть допустимой дозы. А чтобы получить годовую допустимую дозу, надо на 250 часов прикрутить к поверхности кожи такой боеприпас.

Снаряды с урановыми сердечниками — к 30-мм авиационным пушкам или к артиллерийским подкалиберным — применяли американцы в недавних войнах, начав с иракской кампании 1991 года. В тот год они высыпали на иракские бронетанковые части в Кувейте и при их отступлении 300 тонн обедненного урана, из них 250 тонн, или 780 тысяч выстрелов, пришлось на авиационные пушки. В Боснии и Герцеговине при бомбежках армии непризнанной Республики Сербской было истрачено 2,75 тонны урана, а при обстрелах югославской армии в крае Косово и Метохия — 8,5 тонн, или 31 тысяча выстрелов. Поскольку ВОЗ к тому времени озаботилась последствиями применения урана, был проведен мониторинг. Он показал, что один залп состоял примерно из 300 выстрелов, из которых 80% содержало обедненный уран. В цели попадало 10%, а 82% ложилось в пределах 100 метров от них. Остальные рассеивались в пределах 1,85 км. Снаряд, попавший в танк, сгорал и превращался в аэрозоль, легкие цели вроде бронетранспортеров урановый снаряд прошивал насквозь. Таким образом, в урановую пыль в Ираке могло превратиться от силы полторы тонны снарядов. По оценкам же специалистов американского стратегического исследовательского центра «RAND Corporation», в аэрозоль превратилось больше, от 10 до 35% использованного урана. Борец с урановыми боеприпасами хорват Асаф Дуракович, работавший во множестве организаций от эр-риядского Госпиталя короля Фейсала до вашингтонского Уранового медицинского исследовательского центра, считает, что только в Южном Ираке в 1991 году образовалось 3—6 тонн субмикронных частиц урана, которые рассеялись по обширному району, то есть урановое загрязнение там сопоставимо с чернымбыльским.



Константы и реактор в Окло

Оказалось, что в создании реакторов деления человек был не новатором, а невольным имитатором природы.

Джордж Козн

Мысль о том, что многие достижения человеческого гения — это подражание природным явлениям, которые вызывают у пытливого ума желание понять их и воспроизвести, не нова. Однако предположить, что даже у атомного реактора есть природный аналог, трудно. Тем не менее некое его подобие было на Земле, и вполне возможно, что древние реакторы имелись на других планетах. А началась эта история в семидесятые годы XX века.

Распад ядра

Можно сказать, что атомная энергетика родилась после того, как в 1939 году Я.Б.Зельдович и Ю.Б.Харитон рассчитали условие для прохождения цепной ядерной реакции в уране. Из этого расчета следовало: или необходимо использовать более эффективный замедлитель нейтронов, чем обычная вода, или требуется почти двукратное обогащение природного урана изотопом U-235. Механизм реакции такой. Ядро урана-235, поглотив нейтрон, делится, высвобождая несколько нейтронов, которые, в свою очередь, приводят к распаду других ядер урана-235 с выделением новых нейтронов. Замедлитель же не позволяет расходоваться этим нейтронам на некие паразитные реакции. Так число нейтронов возрастает в геометрической прогрессии, приводя к возникновению цепной реакции. На основе этого принципа впоследствии были созданы атомный реактор и атомная бомба.

Сейчас природный уран на 0,72% состоит из изотопа U-235, а остальное — уран-238 и совсем немного урана-234. В данном случае процентное содержание урана-235 подразумевает простое отношение количества атомов урана-235 к общему числу всех атомов урана в каком-либо образце природного происхождения. Это соотношение очень стабильно: оно различается лишь в третьем знаке после запятой и не только в разных породах на Земле, но даже в метеоритном и лунном веществе. Однако всегда ли так было? Нет, ведь уран — радиоактивный элемент, и одни изотопы исчезают раньше, чем другие. В частности, у урана-235 период полураспада на порядок ниже, чем у основного изотопа — урана-238. Поэтому в древности содержание первого было больше.

В 1956 году Пол Кадзуо Курода, который тогда работал в Арканзасском универ-

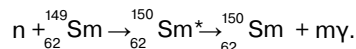
ситете, задался вопросом о ядерной стабильности минералов урана. Из его расчета получилось, что приблизительно миллиард лет назад степень обогащения урановой руды (настуран U_3O_8 , урановая смолка или смесь оксидов урана от UO_2 до U_3O_8) ураном-235 была как раз такой, как надо для цепной ядерной реакции. В своей следующей статье Курода показал, что в древних месторождениях урана в присутствии воды, способной служить замедлителем нейтронов, действительно могла возникнуть самопроизвольная ядерная реакция, протекающая подобно контролируемой реакции в реакторе атомных станций, то есть с равновесием между рождающимися и поглощенными нейтронами. Кроме H_2O , эффективными замедлителями служат тяжелая вода D_2O , графит С, аморфный бор В и особенно бериллий Ве. Однако очень трудно представить себе что-либо из этого списка в смеси с урановой рудой в природе, поэтому Курода и рассмотрел именно воду. Вот так возник вопрос о существовании древнего природного ядерного реактора, вырабатывающего тепло. До 1972 года на него не смог бы ответить ни один ученый, несмотря на тщетные поиски, проводимые физиками СССР и США.

Урановая пропажа

В 1972 году физик Анри Бузигу, работавший в Комиссариате по атомной энергии Франции, при анализе урановой руды, привезенной из Габона, обнаружил аномально низкое содержание изотопа урана-235: 0,717% вместо 0,720%. Кажется, что разница небольшая. Но природный уран не может содержать даже на тысячную долю меньше урана-235. Проанализировав еще 350 проб руды из Окло, обнаружили также, что разница в изотопном содержании урана-235 не была постоянной и менялась от образца к образцу: минимальным было значение 0,29%. Это могло означать не просто аномалию природной концентрации изотопа, а настоящую пропажу расщепляющегося материала! Забили тревогу: в целом из доставленных 700 тонн урановой руды пропало 200 килограммов урана-235. Куда же он подевался?

Оказалось, его украли не люди, а природа в результате самопроизвольного деления. Можно сказать, что минералы играли роль ядерного горючего, в котором

постепенно выгорал уран-235. Свидетельством того, что никто его не воровал, было изменение соотношения изотопов других элементов. Например, очень сильно упало содержание самария-149: в природных соединениях самария оно составляет приблизительно 14%, а в зоне реактора в Окло всего 0,2%. Следующее уравнение показывает, как именно расходовался самарий-149:



При этом изотопное содержание самария-150 превышало норму примерно в 1300 раз! Похожая картина наблюдается и для многих других изотопов. Их всех объединяет легкость поглощения нейтронов ядрами. Таковы, например, европий-151, гадолиний-155 и гадолиний-157. Соответственно, изотопный анализ проб из реакционных зон Окло показывает аномальное снижение концентраций этих изотопов, а содержание европия-152, гадолиния-156 и гадолиния-158, напротив, аномально повышено.

Уже упомянутый Пол Курода в своих работах описал условия, в которых такая самопроизвольная реакция возможна. Первое условие Куроды — размер образца урановой руды. Он должен быть больше свободного пробега дочернего нейтрона (точнее, теплового нейтрона, который образуется после замедления быстрого нейтрона, вылетевшего из разделившегося ядра), чтобы тот, прежде чем вылететь из образца, успел расщепить другое ядро урана-235. Это позволит реакции продолжаться и продолжаться вплоть до исчерпания запаса урана-235. Второе условие — степень обогащения ураном-235, которая должна быть достаточной для поддержания реакции. Проще говоря, чтобы нейтронам было во что попадать, надо как можно плотнее упаковать ядра урана-235. К тому же концентрация самого урана в руде должна находиться на уровне 10—20%.

Есть еще одно условие, связанное с присутствием замедлителя в зоне реакции. Необходимы большие количества воды для преобразования быстрых нейтронов в тепловые. Изучение месторождения в Окло показало, что все эти условия были естественным образом соблюдены. Исследование содержания аргона, стронция и свинца позволило установить датировку: накопление урана в районе Окло началось приблизительно 2 миллиарда лет назад и продолжалось около 500 миллионов лет. Так образовались 17 отдельных реакционных зон, в которых и был естественным образом запущен процесс горения урана-235.

Постоянство мира

Это уникальное природное явление может улучшить наше понимание окружающего мира на фундаментальном

уровне. В 1935 году астрофизик и математик Эдуард Милн, будучи профессором Оксфордского университета, задал очень интересный вопрос: постоянны ли на самом деле фундаментальные константы? Физики-теоретики с энтузиазмом подхватили идею. Поль Дирак предположил, что гравитационная постоянная G уменьшается со скоростью, обратно пропорциональной времени существования Вселенной. Георгий Гамов рассуждал об изменении постоянной тонкой структуры α , а Фримен Дайсон экспериментировал с β -распадом и оценил, что скорость ее изменения не больше, чем $2 \cdot 10^{-14}$ величины в год. В 1976 году Ю.В.Петров и его аспирант А.И.Шляхтер, работая в Петербургском институте ядерной физики имени Б.П.Константинова, предложили использовать реактор в Окло как точный инструмент для измерения скорости изменения фундаментальных констант.

Для физика важно точно представлять, какие константы или постоянные являются фундаментальными, а какие нет и почему вообще их называют постоянными, если существует вероятность их изменения со временем. В число фундаментальных констант входят, например, постоянная Планка h , гравитационная постоянная G , элементарный электрический заряд e , скорость света в вакууме c , постоянная Больцмана k и многие другие. Все они представляют собой нечто большее, чем просто математическая величина вроде косинуса девяноста градусов. Например, универсальная газовая постоянная R — произведение постоянной Больцмана k на число Авогадро N_A . Следовательно, универсальная газовая постоянная — хоть и постоянная, но, возможно, не совсем фундаментальная. А постоянная Больцмана и число Авогадро не могут быть получены из каких-либо других постоянных. Так что фундаментальность состоит вовсе не в неизменности абсолютного значения величины, а в ее физическом смысле. Если константа входит в уравнение некоторой модели, описывающей какой-либо закон природы, то такую величину или коэффициент в принципе можно назвать фундаментальной константой. С другой стороны, данный вопрос имеет несколько неопределенный характер, поскольку количество так называемых атомных и ядерных констант уже превысило общее количество всех остальных постоянных. Ситуация напоминает проблему элементарных частиц: появляются все новые и новые, казалось бы, элементарные частицы и конца этому пока не видно. Впрочем, физиков интересует сама возможность изменения констант со временем.

Предложенный Шляхтером и Петровым метод определения постоянности констант основан на поглощении тепловых нейтронов такими осколками деления урана-235, как, например, самарий-149. Расстояние между энергетическими уровнями в ядре такого поглотителя зависит от

величин постоянной тонкой структуры α . Эта постоянная, по сути, характеризует силы электромагнитного взаимодействия и определяется как $e^2/2\epsilon_0\hbar c$ (в СИ), а ввел ее в 1916 году Арнольд Зоммерфельд для описания тонкой структуры атомных спектров, откуда и соответствующее название. Благодаря комбинации некоторых параметров ядра самария-149 настроены на очень эффективное поглощение тепловых нейтронов, и если бы постоянная тонкой структуры изменилась, то эффективный поглотитель перестал бы быть эффективным, что кардинальным образом повлияло бы на содержание целого спектра как осколков деления урана, так и других изотопов, поглощающих тепловые нейтроны.

Однако исследования реактора в Окло, а именно, так называемой активной зоны 2 не дало никаких оснований предполагать, чтобы приблизительно 2 миллиарда лет назад постоянная тонкой структуры имела другое значение. Последующие исследования реактора в Окло показали, что постоянная тонкой структуры не могла меняться со скоростью больше, чем $3 \cdot 10^{-17}$ величины в год. Это меньше, чем следует из наблюдения спектров квазаров, которые дают оценку: не более $5 \cdot 10^{-16}$ величины в год. Последние уточнения были проведены в 2010 году с помощью «Очень большого телескопа» Европейской Южной обсерватории в чилийской пустыне Атакама. Проверив 154 квазара и сравнив результаты с предыдущими измерениями, полученными в 2003 году Обсерваторией Кека (пик горы Муанакеа, Гавайи), Джон Уэбб и соавторы установили любопытный факт: постоянная тонкой структуры, измеренная на Гавайях, уменьшается со временем, а измеренная в Чили — растет. Иными словами, измерения со стороны Северного полушария дают диаметрально противоположный результат по отношению к результатам с Южного полушария. Более того, было установлено, что результат измерения постоянной тонкой структуры не только качественно зависит от полушария, с которого производилось измерение, но и количественно варьирует по всему небосводу.

Это очень серьезный результат, позволяющий предположить, что физическая картина мира различается в разных точках Вселенной, то есть введенный Альбертом Эйнштейном космологический принцип, согласно которому сдвиг в пространстве и во времени не должен приводить к изменению протекания физических процессов, оказывается под угрозой. Пока что далеко не весь ученый мир так категоричен в оценках результатов Уэбба и соавторов. Многие относятся к ним скептически и говорят о необходимости многократной проверки данных и проведении новых измерений. Сами авторы также достаточно сдержанно высказываются насчет результатов измерений и соглашаются с тем, что



РАЗМЫШЛЕНИЯ

исследования необходимо продолжать.

Итак, история природного реактора в Окло состоит из сплошных случайностей и, в общем, напоминает детектив. Удивительно, что не было найдено других природных реакторов, похожих на реактор в Окло. Но может, их еще просто не обнаружили? Возможно, такие реакторы существуют не только на Земле?

В 2011 году были представлены результаты поиска природного ядерного палеореактора на Марсе. Автор доклада — американский исследователь, профессор Джон Бранденбург из компании «Orbital Technologies Corp.». Он утверждает, что большой природный ядерный реактор функционировал в западном полушарии Марса, в северном Ацидальском море. Его горение началось примерно миллиард лет назад. Ученый также утверждает, что в случае с Марсом работа природного реактора закончилась взрывом, на это указывает большое разнобразие радиогенных элементов на поверхности и в атмосфере Марса. Так это или нет, достоверно неизвестно, но предпосылки для существования природных ядерных реакторов за пределами Земли существуют. В свою очередь, более подробное изучение земного реактора позволит нам лучше понять окружающий мир, который, возможно, более переменчив, чем мы думаем. Точка в понимании постоянства констант еще не поставлена, а период полураспада самария-149 был уточнен, и в связи с этим датировки геологического возраста реактора изменились. Да и история с результатами измерений на Гавайском и Чилийском телескопах пока далека от завершения. Так что — продолжение следует.

Что можно почитать о реакторе в ОКЛО

А.Ю.Шуколюков. Уран. Природный ядерный реактор. «Химия и жизнь», 1980, 6, 20—24.

P.K.Kuroda. On the Nuclear Physical Stability of the Uranium Minerals. «Journal of Chemical Physics», 1956, 25, 781—782; 1295—1296.

R.Bodu, H.Bouzigues, N.Morin, J.P.Pfiffelmann. On the Existence of Anomalous Isotopic Abundances in Uranium from Gabon (на французском языке). «Comptes Rendus de l'Academie des Sciences», 1972, D 275, 1731—1732/

А.Вакулка

Не надо нервничать

Из-за стресса у нейронов префронтальной коры снижается число синапсов.

Агентство
«NewsWise»,
16 июня 2014 года.

Гормон кортизол участвует в развитии реакции организма на стресс, например способствует тому, что глюкоза откладывается в печени и перестает расходоваться в мышцах, — сохраняются энергетические ресурсы организма. Известно, однако, что вырабатываемые при хроническом стрессе чрезмерные дозы кортизола оказывают разрушительными.

Как выяснили исследователи из университета Айовы во главе с доцентом Джейсоном Рэдди, постоянно повышенное содержание кортизола сокращает число синапсов в префронтальной коре головного мозга. А именно она, в частности, отвечает за кратковременную память. Поэтому у людей, часто подвергающихся стрессу, к старости память начинает отказывать. В этом биологи убедились, проведя опыты на крысах, у которых есть схожий гормон. Они ставили перед животными задачу запомнить путь в лабиринте, и оказалось, что старые крысы с повышенным содержанием гормона делали это хуже, чем их менее тревожные собратья, — 65 и 80% удачных случаев соответственно. Вскрытие же показало, что число синапсов у первой группы было на 20% меньше. Отсюда мораль: хоть и доказано, что нервные клетки восстанавливаются, беречь нервы все равно надо.

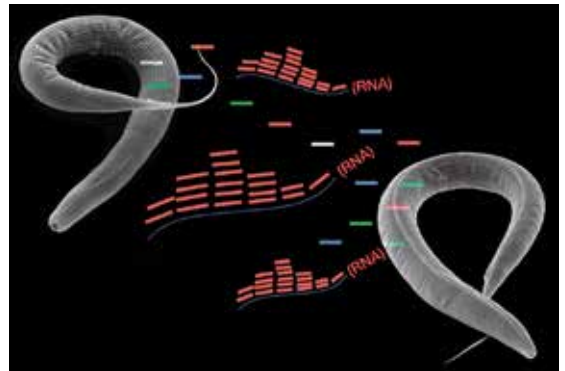
Память по наследству

Черви передают память о голоде трем поколениям потомков.

«Cell», 2014, 158, 2,
277—287, doi: 10.1016/
j.cell.2014.06.020

Память предков — казалось бы, нечто из арсенала мистиков и шарлатанов. Всем известно, что по наследству передается лишь генетическая информация, а жизненный опыт каждая особь приобретает сама. Однако на периферии научной литературы время от времени появляются данные о том, что потомки каким-то образом узнают о событиях, случившихся в жизни родителей. Даже у людей отмечен «феномен голландского голода» — дети и внуки женщин, переживших лишения в концлагерях, сильнее, чем в норме, страдали от расстройств обмена веществ. Потом оказалось, что жирные крысы дают склонное к полноте потомство. Затем нематоды умудрились передавать потомкам устойчивость к вирусам. И вот доктор Оливер Хобарт из Медицинского центра Колумбийского университета (США) с коллегами из Израиля решил поставить контрольный эксперимент. Он морил голодом нематод, а затем исследовал их и их потомков. Оказалось, что в ответ на голод нематоды синтезируют специфические малые РНК, которых нет у сытых червей. И эти же самые РНК прослеживались у потомков как минимум до третьего поколения. Такие молекулы не участвуют напрямую в синтезе белков, однако способны регулировать их синтез. Профессор Хобарт предполагает, что малые РНК легко передаются потомству с половыми клетками.

Малые РНК вполне могут быть каналом передачи информации о физиологическом статусе следующим поколениям наряду с метилированием ДНК. Приспособительное значение этого феномена понятно: если среда бедна питательными веществами, потомству лучше заранее подготовиться к встрече с голодным миром.



Против тромба

Стент, покрытый витамином С, может оказаться более безопасным.

«Langmuir», 2014, 30,
21, 6237—6249; doi:
10.1021/la501448h

При атеросклерозе просвет артерии сужается, что ведет к ишемической болезни. Медики придумали лечение: вставить в артерию стент — ажурную трубочку из металла. Она придаст сосуду жесткость, и просвет расширится. Материаловеды немало поработали над такими конструкциями. Например, в МИСиСе были созданы стенты из нитинола — сплава с эффектом памяти формы, которые очень удобно вводить в артерию в сложенном виде, а по достижении намеченного участка стент раскрывался. Однако вскоре после создания технологии выяснилось, что это не панацея: стент может начать зарастать за счет развития гладких мышц и просвет снова закроется. Тогда стали их покрывать препаратами, которые, медленно выделяясь, препятствовали развитию мышц. Это помогло, но заодно стали плохо расти клетки эпителия; такой стент ими не обрастает и иногда провоцирует образование тромба. От проблем со стентами страдает несколько десятков тысяч пациентов в год.

Исследователи из университета Южной Дакоты во главе с Еагаппанатом Тхируппатхи решили добавить в композицию еще и витамин С. Проведя предварительные опыты, они убедились, что такая добавка способствует развитию клеток эпителия, а мышечным клеткам расти не дает. Опыты показали также, что витамин С, заключенный в полимерную матрицу из биоразлагаемого полилактата, хорошо ложится на поверхность стента из кобальт-хромового сплава, а затем медленно выделяется из нее с неизменной скоростью в течение суток. Видимо, когда эта технология будет одобрена, безопасность стентов увеличится.

Неэффективная корова

Говядина наносит самый большой ущерб окружающей среде

«Proceedings of the
National Academy
of Sciences», 21
июля 2014 года;
doi: 10.1073/
pnas.1402183111

Наступление на говядину продолжается. Вслед за обвинениями в слишком высоком вкладе создаваемого коровами метана в глобальное потепление израильские и американские ученые из Института Вейцмана и Йельского университета посчитали общий вред экосистемам, связанный с необходимостью содержать пастбища, удобрять их, поливать, поить-кормить животных, утилизировать их отходы. При этом впервые были учтены климатические различия. Так, в засушливых районах содержание животных требует огромной площади пастбища, но зато на килограмм мяса идет меньше воды — эти луга не орошают. По результатам исследований была построена формула вреда, приходящегося на одну калорию мяса. Расчет по ней дал неожиданно огромное различие: коровы в десять раз менее эффективны, чем свиньи и птицы! Говядина требует в 28 раз больше площади пастбища, в 11 раз больше воды для орошения, выделяет в 5 раз больше метана, потребляет в 6 раз больше азота, чем дают аналогичные расчеты, скажем, для яиц или мяса птицы. А вот свинина, мясо птицы и яйца оказались примерно одинаковыми. Видимо, потому, что и птиц, и свиней давно уже кормят комбикормом и на пастбищах не пасут, чего нельзя сделать с коровой. Кстати, поскольку вся указанная неэффективность ложится и на молочных коров, молоко по экологическому следу находится на уровне свинины и яиц. А до сих пор считалось, что оно гораздо дешевле

**Ядовитые
брызги**

Свинцовая пуля, попав в цель, дает много осколков, а медная — нет

«PLOS ONE», 16 июля 2014 года; doi: 10.1371/journal.pone.0102015

Чтобы выяснить, насколько опасна свинцовая пуля — а за год охотники разбрасывают по лесам и лугам несколько тонн свинца! — исследователи из Аахенского университета и еще двух немецких организаций поставили опыты с разными пулями. Ими стреляли по специальной объемной мишени, а потом изучали оставленный в ней след пули, в том числе с помощью томографии.

Она-то и показала, что свинцовая пуля, в отличие от экологически чистых, сделанных из сплава на основе меди, оставляет на своем пути множество мельчайших частиц. Чем опасны свинцовые частицы? Тем, что их может съесть животное или насекомое, а даже мельчайшие частицы этого металла в организме нежелательны: в Евросоюзе вообще есть мечта построить полностью бессвинцовый мир. Накапливаясь по мере движения по пищевой цепи, свинцовые частицы представляют собой основную опасность для высших хищников. И для стоящего на вершине эволюции человека, само собой.

В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

**Бесполезное
лекарство?**

Парацетамол помогает при болях в пояснице не лучше, чем плацебо

«The Lancet», 24 июля 2014 года, doi: 10.1016/S0140-6736(14)60805-9

Казалось бы, вопрос, обезболивает ли обезболивающее, даже возникать не должен. Однако именно об этом задумались сотрудники Сиднейского университета во главе с доктором Кристофером Уильямсом. Они провели исследование с участием добровольцев, у которых заболела поясница. Всего их было 1652 человека со средним возрастом 45 лет. Одним из них давали парацетамол по три раза в день, другим — плацебо. К своему удивлению, исследователи убедились, что с парацетамолом боль отпускала в среднем на 17-й день, а с плацебо — на день раньше, то есть парацетамол в исцелении не участвовал. В то же время восстановление здоровья происходило быстрее, чем при некоторых других исследованиях.

«В связи с этим стоит задуматься: может быть, те советы, что мы давали пациентам, и слова поддержки играют ничуть не меньшую роль, нежели прием препаратов?» — размышляет доктор Уильямс. А его коллеги отмечают, что поднятая им тема крайне актуальна и необходимы дополнительные опыты для подтверждения этого удивительного результата

В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

**Экономный
излучатель**

Создан излучатель когерентного света, расходующий в сотни раз меньше энергии, чем лазер.

«Physical Review Letters», 2014, 112, 236802; doi: 10.1103/PhysRevLett.112.236802

Слово «лазер» — аббревиатура Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, то есть «усиление света за счет стимулированной эмиссии излучения». Накачка энергией рабочего тела лазера создает инверсную заселенность энергетических уровней электронами: в состояниях с высокой энергией их оказывается больше, чем с низкой. Новый квант накачивающего света вызывает лавину падения электронов с излучением когерентных квантов. Если бы лазер не нужно было накачивать, энергия, затрачиваемая на излучение, была бы гораздо меньше.

В 1996 году физики обнаружили, что так может вести себя излучатель на поляритронах. Эти квазичастицы представляют собой объединение фотона с возбуждением кристаллической решетки, а теоретически их существование предсказал член-корреспондент АН УССР К.В.Толпыго. Поляритроны могут конденсироваться в одном квантовом состоянии, покидая которое, спонтанно излучают когерентный свет, но им не нужна инверсная заселенность уровней, а значит, и накачка.

Сначала поляритронные излучатели требовали низкой температуры либо использования лазера для создания первичных поляритронов. И вот группа исследователей из Мичиганского университета во главе с Паллабом Бхаттачарьей впервые сделала излучатель, работающий при комнатной температуре и возбуждаемый электричеством. Для этого они создали структуру из прозрачного кристалла нитрида галлия с небольшим выступом, который обложили зеркалами, избавившись от необходимости пропускать сквозь них возбуждающий ток, как это пробовали раньше: теперь он шел сквозь основной кристалл. Из такой оптической ловушки свет и выходит, причем сила тока для его возбуждения составляет всего 169 А/см². (В обычном лазере на нитриде галлия она не меньше 44 кА/см².) Свет получается ультрафиолетовым, а мощность его — миллионные доли ватта. Считается, что такой излучатель пригодится для фотонных микросхем будущего.

В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

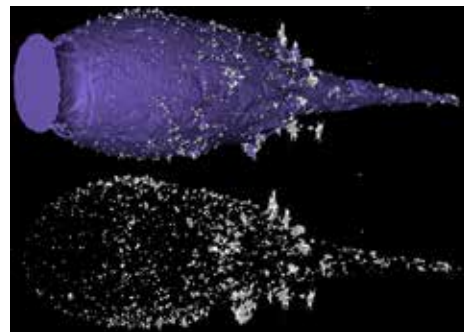
Сила Казимира

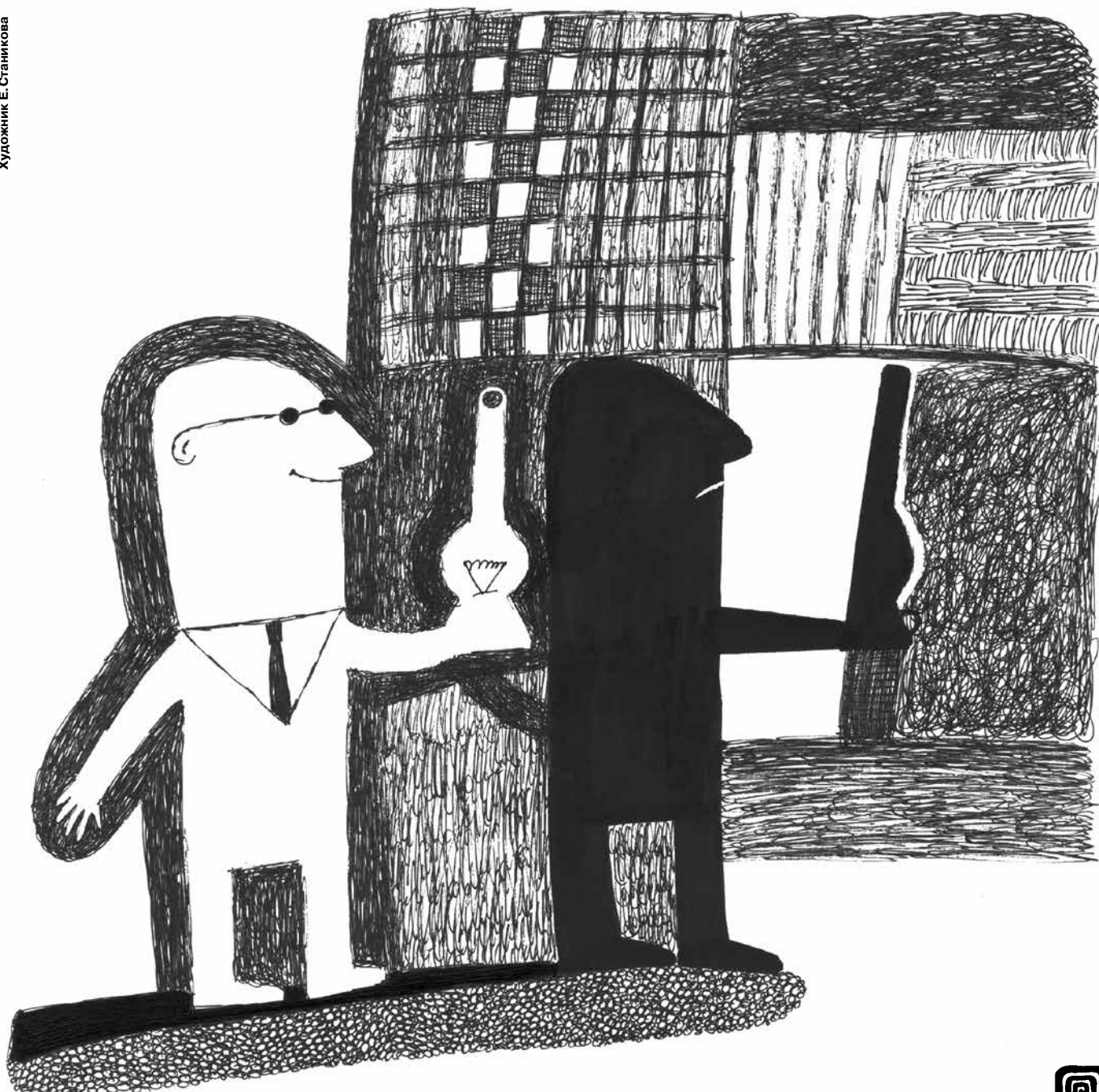
Расчеты показали, как усилить эффект квантовых флуктуаций

Агентство «AlphaGalileo», 22 июля 2014 года

В вакууме постоянно рождаются и пропадают флуктуации — виртуальные фотоны. В частности, на этом основан эффект Казимира: две большие пластины в вакууме будут притягиваться тем сильнее, чем меньше между ними расстояние, — на них давят возникающие снаружи квантовые флуктуации, а изнутри противопоставить нечего, там помещаются только фотоны избранных длин волн, полностью укладывающихся в зазор. Схожий эффект может проявляться в системе из двух атомов. Если один из них породит фотон, который тут же поглотится вторым, закону сохранения энергии ничего не грозит, но состояние вакуума изменится, и возникнет притяжение.

Конечно, сила его очень мала, тем более что фотоны излучаются во всех направлениях. Но вот Эфраим Шахмун, Гершон Курицки и Игорь Мазец из иерусалимского Института Вейцмана и Венского технологического университета провели расчет и выяснили, что такую силу можно увеличить в тысячи раз. Более того, удастся изменить закон взаимодействия: если обычно такая сила спадает пропорционально седьмой степени расстояния, то в придуманной ими системе — третьей, что несколько проще заметить. Секрет же в том, что атомы должны располагаться очень близко к линейному или пластинчатому проводнику: в этом случае виртуальные фотоны полетят только в одну сторону. Удастся ли извлечь из этого какую-то выгоду, покажет будущее. Чем-то это напоминает добычу энергии из вакуума, которой так страстно увлекаются энтузиасты тайного знания...





Норриш, Портер и вспышки света

Одна из главных задач науки — расширить пределы наблюдаемого и измеряемого. Малые расстояния и массы доступны микроскопам и микровесам, а малые времена? Без электронных приборов и кисточки археолога нам доступна область от 0,05 с (время реакции глаза) до $2 \cdot 10^9$ секунд (время жизни человека). Но важнейшие процессы в химии происходят за милли-, микро- и наносекунды.

Свет производит химическое действие — обесцвечивает красители, разлагает соли серебра. Молекула поглотила свет, стала реакционно-способной, и началась реакция. Если свет, который инициировал реакцию, быстро «выключить», то можно, зондируя после этого реакционную среду короткими же, но маломощными импульсами, наблюдать спектры продуктов реакции и измерить зависимость их концентрации от времени. Быстрое выключение нужно для того, чтобы сигнал от мощного источника не забил зондирующие сигналы. Быстрое «выключение» можно получить, если весь импульс света будет коротким.

В 1947 году на заседании Фарадеевского общества было сказано, что с помощью прямых физических методов измерения нельзя провести точные измерения за миллисекунду. Прошло несколько лет, и Фарадеевское общество провело заседание «Изучение быстрых реакций», посвященное новым методам, в том числе созданному Манфредом Эйгеном (см. предыдущий номер). В 1950 году Роналд Норриш и Джордж Портер создали метод импульсного фотолиза, и все трое получили в 1967 году Нобелевскую премию по химии.

Еще в 20-х годах Норриш изучал кинетику реакций, в 1946 году, используя источники непрерывного излучения максимально доступной тогда мощности (дуговую лампу 10 кВт), он пытался с помощью спектральных методов измерить концентрации промежуточных соединений в некоторых фотохимических реакциях. Но зафиксировать спектр поглощения не удалось: реакционная способность промежуточных соединений была велика, концентрация — очень мала. В конце 40-х годов Норриш и Джордж Портер начали использовать импульсную лампу и довели ее мощность до 0,6 ГВт (то есть 600 МВт). Как было сказано при вручении Нобелевской премии, это больше суммарной мощности, потребляемой Стокгольмом зимой и вечером, когда лампы уже зажигаются, а заводы еще работают. Лампа потребляла эту мощность не более миллионной доли секунды, но успевала активировать значительную часть молекул. Они расщеплялись с образованием свободных радикалов, а те можно было изучать спектральными методами. Однако радикалы исчезают очень быстро, так что методы их регистрации должны быть еще быстрее.

Используя электрический разряд с энергией 10 кДж, ученые обнаружили, что очень короткие вспышки света способны разложить NO_2 , Cl_2 , $\text{CH}_2=\text{C}=\text{O}$, ацетон и диацетил. После вспышки и фотодиссоциации должны образоваться свободные радикалы или атомы, и Портер их обнаружил. Вот что он рассказал об этом в своей нобелевской лекции. «Сейчас кажется совершенно очевидным использование после некоторой задержки во времени второй вспышки, с помощью которой регистрируется спектр поглощения короткоживущих частиц. В первом нашем приборе задержка между двумя вспышками осуществлялась с помощью вращающегося сектора с двумя переключающими контактами на окружности. По мере уменьшения длительности вспышки мы были вынуждены перейти к чисто электронному способу задержки. Однако и прибор с механической задержкой замечательно работал в течение

нескольких лет, и с его помощью мы впервые получили спектры поглощения многих промежуточных частиц, а также смогли изучить их кинетику».

Используя вторую, менее интенсивную вспышку через определенные интервалы времени после первой, Портер смог наблюдать полную диссоциацию хлора по исчезновению спектра поглощения молекул Cl_2 и их последующее появление через несколько миллисекунд по мере рекомбинации атомов. Первым изученным свободным двухатомным радикалом стал ClO , полученный импульсным фотолизом смеси кислорода и хлора. До этого никто не подозревал, что в этой смеси может идти фотохимическая реакция. После вспышки света система возвращается в исходное состояние за несколько миллисекунд, поэтому обычный эксперимент скажет, что реакций нет и не было.

Анализ спектра короткоживущей частицы позволяет получить данные о ее структуре и энергии. Норриш и Портер детально изучили реакцию рекомбинации атомов иода, в результате эта реакция исследована лучше, чем, вероятно, любая другая реакция в газовой фазе. Скорость реакции снижается с повышением температуры, формально она имеет отрицательную энергию активации в уравнении Аррениуса. Этот факт объясняется следующей схемой: $\text{I} + \text{M} \rightleftharpoons \text{IM}$, $\text{IM} + \text{I} \rightarrow \text{I}_2 + \text{M}$, где M — так называемое третье тело, любая частица, уносящая избыток энергии сталкивающихся атомов (иначе встретившиеся атомы иода сразу же разлетятся, как бильярдные шары). С повышением температуры равновесие первой реакции быстро сдвигается влево, так что вся реакция в целом замедляется. Чем эффективнее третье тело уносит энергию, тем более отрицательной получается энергия активации. Когда третьей частицей были молекулы иода, константа скорости рекомбинации становилась в тысячу раз больше, чем в случае гелия, а энергия активации равнялась 18,5 кДж/моль. Затем исследователи начали изучать более сложные молекулы, они зарегистрировали бензильный, анилиновый и феноксильный радикалы. К середине 60-х годов было идентифицировано несколько сотен радикалов. А метод импульсного фотолиза стал обычным в химической лаборатории.

Свою нобелевскую лекцию Портер закончил образным сравнением. «Первая установка импульсного фотолиза, — сказал он, — давала временное разрешение, измеряемое миллисекундами. Последующие успешно работали в микросекундной области, а сейчас уже возможен наносекундный импульсный фотолиз. Это очень короткий времен-



ПРОГУЛКИ ПО ИСТОРИИ ХИМИИ

ной интервал. Если проводить опыты каждую наносекунду, то результатов, полученных в течение нескольких секунд, будет достаточно, чтобы заполнить все книги и журналы в мире. Прогресс в методах исследования, например распространение химических экспериментов на область очень коротких времен, значительно увеличивает число вопросов, которые мы можем поставить природе, и число опытов, которые следует провести. Решить какую-либо проблему — значит создать новые. Новое знание немедленно обнаруживает новые области непознанного и необходимость проведения новых исследований. Но по крайней мере, в случае быстрых реакций такие эксперименты не занимают много времени».

В заключение коротко о персонажах. Роналд Джордж Рейфорд Норриш родился в 1897 году в Кембридже. В 1916 году был призван в армию, воевал во Франции, попал в плен, в 1919 году вернулся в Кембридж и поступил в университет. В 1925 году стал сотрудником университета, в 1937 году — профессором на химическом факультете Кембриджского университета. Джордж Портер был на 23 года моложе своего учителя. Учился в Лидском университете, с 1945 года — в аспирантуре у Норриша, изучает струевым методом свободные радикалы. Через год, когда возникает идея использовать короткие световые импульсы, он собирает установку и вместе с Норришем занимается исследованием свободных радикалов. Сотрудничество Портера и Норриша продолжалось до 1954 года. Последующие работы Портера посвящены приложению метода импульсного фотолиза к разнообразным проблемам физики, химии и биологии. Он внес также вклад в разработку других методов, прежде всего метода радикальных ловушек и метода матричной стабилизации. В 1960 году он был избран членом Королевского общества, а в январе 1972 года возведен в рыцарское достоинство. Скончался Норриш в 1978 году, Портер — уже в нашем веке, в 2002 году.

И.А.Леенсон



Хроники гипертонии



Кандидат
биологических наук

Н.Л.Резник

Значительная часть жителей планеты страдает повышенным артериальным давлением. Такое состояние организма называется артериальной гипертензией. Если она принимает хроническую форму и давление стабильно держится на уровне от 140/90 мм рт. ст. и выше, человеку ставят диагноз «гипертония». Это одно из самых распространенных заболеваний, им страдают 20—30% взрослого населения, в том числе 50—65% людей старше 65 лет. Специалистам известно много факторов, способствующих развитию гипертонической болезни, в том числе наследственная предрасположенность, курение, постоянные стрессы, пересоленная пища, а также хроническое воспаление. Связь хронического воспаления и повышенного давления привлекла пристальное внимание медиков, и данные, полученные ими за последнее десятилетие, позволяют рассматривать гипертонию как иммунную болезнь и в то же время нежелательный побочный эффект человеческого долголетия и альтруизма.

Начнем с воспаления

Стандартный отклик организма на рану или инфекцию — реакция острого воспаления. Клетки поврежденной ткани выделяют воспалительные цитокины, под влиянием которых капилляры наполняются кровью, проницаемость их стенок возрастает, и в пораженное место устремляются клетки врожденного (неспецифического) иммунитета. Их немного, это различные фагоциты, дендритные клетки и естественные киллеры. У каждого типа клеток свои функции, но, в общем, их задача заключается в том, чтобы уничтожить любой инфекционный агент, а также привлечь и активировать лимфоциты, которые обеспечивают специфический иммунный ответ. Для этого клетки врожденного иммунитета выделяют различные факторы, стимулирующие воспаление и приманивающие лимфоциты, и убийственные для бактерий молекулы, в том числе активные формы кислорода. Врожденный иммунный ответ длится

два-три дня, столько, сколько нужно лимфоцитам, чтобы начать размножаться и вырабатывать специфические антитела.

За развитие специфического иммунного ответа отвечают два типа специализированных лимфоцитов: Т-клетки и В-клетки. Т-клетки, в свою очередь, подразделяются на несколько групп, которые отличаются набором синтезируемых белков и, следовательно, функциями. Одна группа поддерживает воспаление, а другая его подавляет. Баланс между разными типами Т-клеток регулирует силу и длительность воспалительной реакции. Активный специфический иммунный ответ длится недели три-четыре. Численность участвующих в нем лимфоцитов достигает максимума на 12—14-й дни, а затем идет на убыль. Спрашивается, почему воспалительная реакция продолжается именно столько? По мнению профессора госпиталя при Университете Регенсбурга (Германия) Райнера Штрауба, ее длительность определяют обменные процессы: в период острого воспаления организм тратит больше энергии и воды, чем получает («Journal of Molecular Medicine», 2012, 90, 523—534, doi: 10.1007/s00109-012-0861-8).

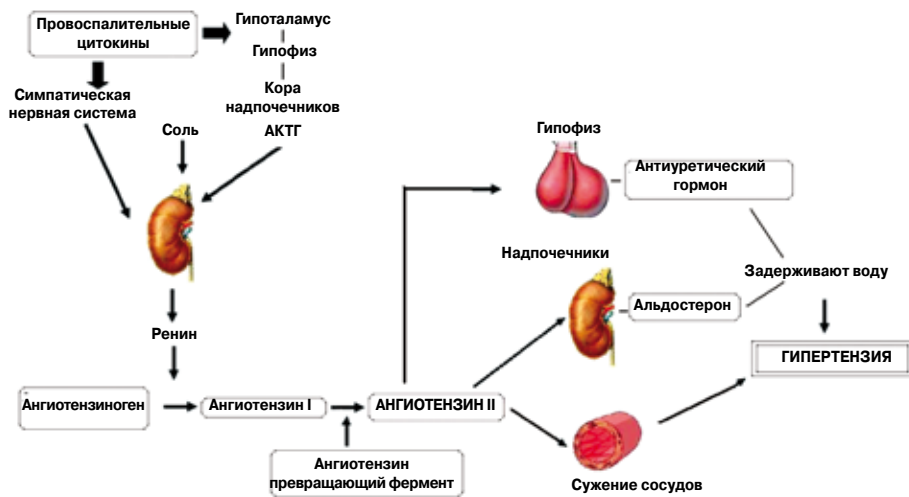
Для поддержания иммунной системы в рабочем состоянии даже здоровому существу нужно много энергии. Эти потребности значительно возрастают во время болезни, когда клетки иммунной системы активно делятся, двигаются, синтезируют множество белков. Человеческий организм в обычных условиях потребляет в среднем 7000 кДж в день, из которых на долю иммунной системы приходится 1600 кДж. Ее затраты сопоставимы с энергопотреблением нервной системы — 2000 кДж. После небольшой операции человеку нужно уже 11 000 кДж, при множественном переломе костей до 13 000, при сепсисе — 15 000. (Для сравнения: гонщик «Тур де Франс» сжигает 30 000 кДж.) Необходимую энергию можно получить с пищей, но всасывающая способность нашего кишечника ограничена и не позволяет воспринимать более 20 000 кДж в день. К тому же в период острого воспаления человек (и живот-

ное) обычно не хочет есть. Возможно, потеря аппетита — отголосок древней поведенческой программы, которая не позволяла больному животному бродить по окрестностям в поисках пищи и подвергать себя опасности. Лучше отлежаться в спокойном месте.

В такой ситуации остается полагаться на внутренние ресурсы. Профессор Штрауб подсчитал, что в теле современного человека около 12 кг триглицеридов, запасенных в жировой ткани. Из них можно извлечь 500 000 кДж. В печени 150 г гликогена (2500 кДж), в мышечной ткани 300 г гликогена и 6—7 кг мышечного белка, соответственно 5 000 и 50 000 кДж. Существуют механизмы, которые в случае воспаления обеспечивают усиленное энергоснабжение иммунной системы. Внутренних запасов энергии хватит на 28—43 дня женщинам и на 31—41 день мужчинам *Homo sapiens*. Если человек так плох, что не может о себе позаботиться, а покормить его некому, по истечении этого срока он погибнет от истощения. Наши далекие предки умирали быстрее: человек умелый *H. habilis*, живший 1,9—1,6 млн. лет назад весил около 35 кг и проболел бы 21—22 дня. Возможно, именно поэтому реакции специфического иммунитета длятся всего четыре недели: они не превышают срока «больничного листа», выданного природой.

Воспаленный организм не только тратит много энергии, он еще и воду теряет. Потери особенно велики, когда воспалена поверхность кожи, дыхательных путей, желудочно-кишечного или мочеполового тракта. С одного квадратного сантиметра ожога или раны в день испаряется около 0,35 мл. Больные часто и обильно потеют, взрослый человек с высокой температурой выделяет в час до 0,5 мл пота на кг веса, а после операции теряет до 1 мл/кг/час. Человек весом 80 кг потеряет за сутки 1820 мл.

Вода требуется и для биохимических реакций экстренного энергообеспечения иммунной системы. Превращение молекулы гликогена в глюкозу стоит двух молекул воды, расщепление триглицерида до жирных кислот — трех молекул, а для полной деградации мышечных белков нужно столько молекул,



1 **Воспаление запускает каскад реакций, вызывающих сужение сосудов, задержку воды в организме и повышение давления**

сколько аминокислот в пептиде. Так, для полного расщепления молекулы мио-зина необходимо 473 молекулы воды. Воспаленные ткани образуют лактат, который поступает в кровь и в печени превращается в глюкозу с участием пяти молекул воды. Пролиферация В- и Т-лимфоцитов и распространение нейтрофилов требуют немереного количества воды, которую предоставляют печень, мышцы, жировая ткань и лимфоидные органы. Организм может образовывать воду при деградации глюкозы, аминокислот и свободных жирных кислот в цикле Кребса и в процессе окислительного фосфорилирования, но этого недостаточно: вода теряется быстрее, чем образуется. И если больному некому подать пресловутый стакан воды, ему грозит обезвоживание. Чтобы этого не произошло и чтобы иммунная система могла без помех завершить свою миссию, в организме на время острого воспаления включается система задержки воды.

Провоспалительные цитокины посылают сигналы в симпатический отдел центральной нервной системы и действуют на ось «гипоталамус — гипофиз — надпочечники». Надпочечники в ответ выделяют адренокортикотропный гормон (АКТГ). АКТГ, регуляция симпатических нервов, а также избыток ионов натрия, возникающий при нехватке воды, влияют на особые клетки, расположенные вдоль стенок артериол, ведущих в почечные клубочки. Эти клетки вырабатывают протеазу ренин, который поступает в кровоток и запускает каскад биохимических реакций, в результате чего образуется фермент ангиотензин II. У ангиотензина много функций. В частности, он сужает со- суды; стимулирует выделение из коры

надпочечников гормона альдостерона, повышающего способность тканей удерживать воду; влияет на гипофиз, синтезирующий антидиуретический гормон.

Все эти события приводят к повыше- нию давления, причем не только из-за сужения сосудов, которое вызывает ангиотензин II. Вода, задержавшаяся в тканях, переходит из межклеточной жидкости в кровь, а увеличение объема крови увеличивает сердечный выброс и, как следствие, артериальное давление. Гипертензия, вызванная задержкой воды, длится недолго, поэтому не вре- дит больному. Зато система удержания воды и перераспределения энергии по- зволяет организму преодолеть острый период воспаления. Поскольку она поддерживает клетки иммунной си- стемы в активном состоянии, факторы, удерживающие воду и повышающие давление, в том числе ангиотензин II, можно считать провоспалительными.

А как же хроники?

Процессы перераспределения энергии и задержки воды связаны друг с дру- гом, гены, которые их контролируют, прошли длительный отбор. (Судя по тому, что воспалительные реакции при- сущи многим позвоночным, в том числе птицам, хрящевым и костистым рыбам, они возникли по меньшей мере 400 млн. лет назад). В результате появил- ся сложный механизм, позволяющий эффективно поддержать и пережить острое воспаление. Свои гены потом- кам передавали только те, кто успевал выздороветь.

По мнению Райнера Штрауба, ста- новление этой системы проходило без учета хронического воспаления. Хроники были неконкурентоспособны в том су- ровом мире. Не исключено, что они не попали под действие отбора, поскольку хроническое воспаление — возрастной

недуг, а люди тогда до преклонных лет не доживали. Некоторые хронические заболевания, такие, как болезнь Крона — воспаление, поражающее главным образом желудочно-кишечный тракт, появились всего 100—200 лет назад и не успели стать точкой приложения отбора.

Хроническое воспаление нередко возникает в результате генетической предрасположенности. Значит, ответ- ственные за него гены все же прошли отбор, скорее всего, потому, что да- вали определенные преимущества в молодом возрасте. Например, один из вариантов гена человеческого лейко- цитарного антигена HLA DR4 (DRB1*04) представляет собой классический фактор риска развития ревматоидного артрита, но защищает от геморрагиче- ской лихорадки Денге. Мутация в гене CTLA4, повышающая риск развития многих аутоиммунных заболеваний, существенно снижает риск заразиться вирусом гепатита В и патогенной бак- терией *Helicobacter pylori* — возбу- дителем язвенной болезни.

Персонаж повести братьев Стру- гацких «Понедельник начинается в субботу» профессор Выбегалло гово- рил, что «ежели человека не кормить, не поить, не лечить, то он, эта, будет, значить, несчастлив и даже, может, помрет». Теперь человека кормят, поят и лечат, он живет долго и подолгу болеет. Альтруизм и прогресс меди- цины позволяют ему стать хроником. При старении активированные клетки воспаления разбросаны по разным тканям, при хроническом заболевании они собраны в определенном месте, например в суставе или на участке аор- ты. Но в любом случае концентрация воспалительных цитокинов, которые при этом выделяются, в пять — десять раз превышает норму. Естественно, организм реагирует на это повышение, но, поскольку специальной системы выживания при хроническом воспа- лении эволюция не предусмотрела, он включает те защитные механизмы, которые задействованы при остром воспалении: перераспределение энер- гии и задержка воды. Эти средства, рассчитанные на краткое применение, при длительном использовании опасны и могут стать причиной заболевания.

При хроническом воспалении, в от- личие от острого, вода не теряется через воспаленные поверхности и компенсировать ее потери не нужно. Однако у пожилых людей и пациентов, страдающих хроническими воспаления- ми, уровень ангиотензина II повышен и организм удерживает воду — анализы крови это подтверждают. В результате водный обмен нарушен, сосуды сужены и давление высокое, причем постоянно,



потому что система поддержки воспаления продолжает работать, работать и работать.

Начнем с гипертонии

Хроническое воспаление и артериальная гипертония — близнецы-сестры. Связь между ними обусловлена не только постоянным напряжением в системах энерго- и водоснабжения иммунных клеток, но и деятельностью самих этих клеток. Ее исход зависит от баланса между разными типами Т-лимфоцитов. Этим взаимоотношениям посвящено много экспериментальных работ, выполненных на животных (см., например, обзор в «High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention», 2014, doi: 10.1007/s40292-014-0040-9).

Вернемся к факторам, повышающим давление: ангиотензину II, соли и активным формам кислорода. Все они непосредственно действуют на сосуды и почки и активируют симпатическую составляющую центральной нервной системы, что также вызывает сужение сосудов. В результате почки удерживают ионы натрия и жидкость, сосуды сужаются, давление возрастает, однако не очень сильно, и составляет около 135 мм. рт. ст. Возникает состояние, называемое прегипертензией. Но повышенное давление стимулирует образование «неоантигенов», вызывающих иммунную реакцию. Точная их природа до сих пор неизвестна. Скорее всего, это собственные молекулы организма, окисленные, расщепленные, модифицированные в результате присоединения других молекул, в общем, измененные до неузнаваемости. При повышенном давлении клетки сосудов синтезируют стрессовый белок HSP70, возможно, он и играет роль антигена. А там, где появляются антигены, начинается иммунная реакция. Сначала сосудистые стенки и почки атакуют клетки врожденного иммунитета. Бел-

2
Повышенное артериальное давление стимулирует образование «неоантигенов». «Неоантигены» вызывают иммунный ответ, который усиливает гипертонию

ки, которые они выделяют, вызывают разрастание клеток гладкой мускулатуры и утолщение сосудистой стенки (ремоделирование), что приводит к нарушению ее функции. Вслед за макрофагами в очаге воспаления появляются Т-лимфоциты. Насколько интенсивным будет воспаление, зависит от соотношения между разными типами Т-клеток: эффекторами Th и регуляторами Treg, а его, в свою очередь, определяют интерлейкины, синтезируемые клетками воспаленной ткани. Функции Treg заключаются в поддержании гомеостаза сосудов, он вырабатывает противовоспалительные белки. Активированные Th проникают в сосуды и почки, вызывая воспаление, дисфункцию сосудистой оболочки, дальнейшее сужение сосудов и задержку соли и воды, то есть тяжелую гипертонию.

Избыток Th усиливает не только гипертонию, но и воспалительный ответ. Эти клетки синтезируют провоспалительные белки и стимулируют симпатическую нервную систему, которая регулирует силу иммунного ответа, а также образование ангиотензина II. Он, как мы помним, и сосуды сужает, и воспаление стимулирует. Так что активированные Т-клетки продолжают накапливаться в тканях, воспаление усиливается, а вместе с ним и дисфункция сосудов.

Похоже, что гипертония, вызванная ангиотензином II, без эффекторных клеток вообще не разовьется и они «дирижируют» всем воспалительным ответом. У животных гипертония сопровождается усиленной циркуляцией Th. Если они почему-то отсутствуют, например экспериментаторы намеренно истощают популяцию Т-клеток, клетки

врожденного иммунитета не проникают в сосуды. Поскольку дифференцировка Т-лимфоцитов и их последующие функции зависят от определенных цитокинов (интерлейкинов и других факторов), должна существовать генетическая предрасположенность к гипертонии, связанная с последовательностями, которые кодируют цитокины. Уже известны примеры. Так, у крыс, склонных к гипертонии, наблюдается дисфункция клеток Treg: они синтезируют мало транскрипционного фактора Foxp3 и совсем не производят медиаторы иммуносупрессии TGF- β и ИЛ-10, поэтому воспалительные реакции у этих грызунов протекают очень активно.

В нескольких экспериментах на животных введение Treg компенсировало повреждение сосудов, вызванное ангиотензином II. Некоторые исследователи полагают, что нарушение баланса Treg может быть основной причиной дисфункции сосудов, разрыва атеросклеротической бляшки и инфаркта миокарда.

Интересно, что некоторые болезни, подавляющие иммунитет, снижают риск развития гипертонии. Так, ВИЧ подавляет эффекторные Т-клетки, при этом частота гипертонии среди больных СПИДом понижена по сравнению с общей частотой заболевания в популяции.

Эти данные поддерживают гипотезу, согласно которой развитием гипертонии, спровоцированной ангиотензином II, управляют иммунные клетки. Исследователи полагают, что создание новых эффективных противовоспалительных препаратов позволит справиться с сердечно-сосудистыми заболеваниями. С другой стороны, все не так однозначно, поскольку некоторые противовоспалительные или иммуносупрессивные лекарства, в том числе нестероидные противовоспалительные препараты и циклоспорин, вызывают у людей гипертонию. Но ученые работают и, возможно, скоро научатся лечить гипертоническую болезнь и уж точно будут знать о ней больше, чем сейчас.



Правая, левая где сторона?

Кандидат биологических наук

А.С.Ермаков

Посвящается памяти моего друга и коллеги Джонатана Стивенса (1979—2013), замечательного человека и ученого, так мало прожившего, но так много успевшего сделать

Симметрия и асимметрия нашего тела

В животном мире существуют разные формы симметрии (рис. 1). Есть группы животных со сферической симметрией (например, вольвокс), радиальной (гидроидные полипы или морские звезды), хиральной (брюхоногие моллюски), билатеральной,



1
Вольвокс — колония жгутиковых одноклеточных водорослей — обладает сферической симметрией. У морской звезды — необычная для царства животных лучевая симметрия. Большинство подвижных организмов имеют двустороннюю симметрию, но особняком среди них стоят брюхоногие моллюски, часть тела которых закручена спиралью

или двусторонней, симметрией (ею обладают многие группы животных, например плоские и кольчатые черви).

С точки зрения биологической систематики человек относится к царству животных и принадлежит к отряду приматов класса млекопитающих типа хордовых. У людей по две руки и две ноги, два глаза, два уха... — и все наши парные органы представляют собой как бы зеркальное отражение друг друга относительно средней линии. Это говорит о том, что человек, как и прочие млекопитающие, обладает двусторонней симметрией. Однако если рассмотреть наше внутреннее строение, то выяснится, что мы асимметричны — сердце у нас с левой стороны (что свидетельствует об асимметрии сердечно-сосудистой системы), асимметрична



пищеварительная система — желудок у нас слева, а печень справа. Асимметрично устроена и дыхательная система: легкие человека имеют три доли с правой стороны и две доли с левой.

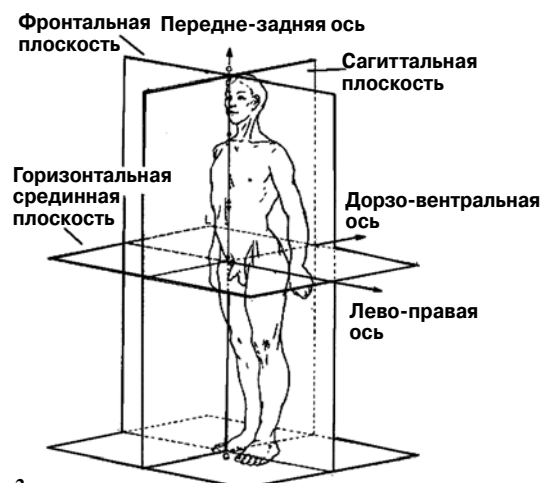
Позвоночные животные, включая млекопитающих и человека, имеют три оси тела — передне-заднюю, дорзо-вентральную (спинно-брюшную, если перевести с латинского на русский) и лево-правую (рис. 2).

В ходе индивидуального развития эмбриона первой закладывается передне-задняя ось (выделяются головной и хвостовой концы туловища), затем — дорзо-вентральная. Лево-правая ось тела закладывается самой последней. О том, как это происходит, мы и расскажем.

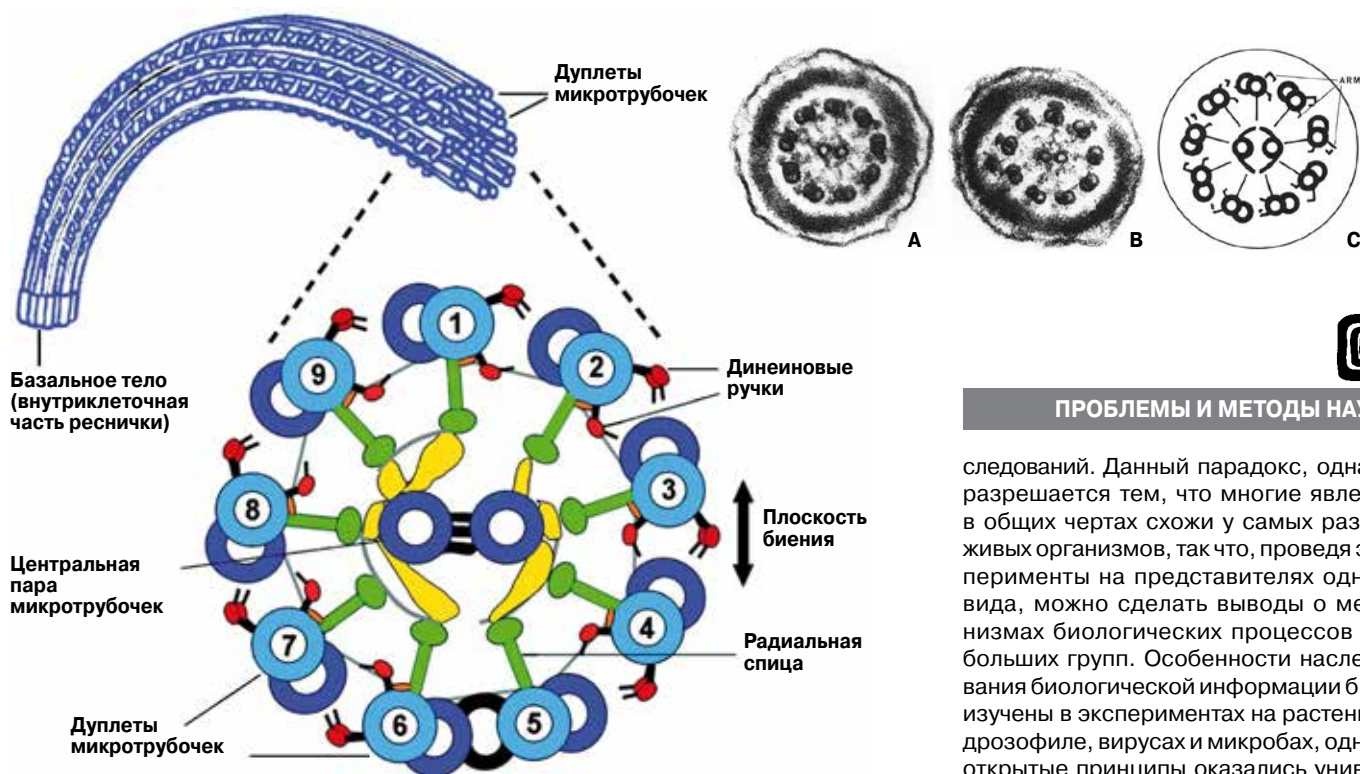
Термин «лево-правая висцеральная асимметрия» относится именно к асимметричному строению внутренних органов. Не следует путать висцеральную асимметрию с функциональной и поведенческой, это разные явления. Например, лево- и праворукость с положением внутренних органов никак не связаны, по крайней мере, до настоящего момента четких доказательств такой связи не найдено. Сердце обычно находится слева и у левшей, и у правшей. А у кого оно справа — об этом пойдет речь дальше.

Биение ресничек

Помимо чисто фундаментального научного интереса, изучение установления лево-правой асимметрии у млекопита-



2
Оси и плоскости симметрии тела человека



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

ющих имеет и важное прикладное значение — ведь среди людей встречаются представители с аномалиями установления лево-правой асимметрии органов, примерно у одного на 8000. У одного новорожденного из 20 000 наблюдается situs inversus — аномалия, при которой происходит полная инверсия внутренних органов относительно сагиттальной плоскости. Поскольку инверсия в данном случае абсолютная, работа органов скоординирована, и урона здоровью аномалия не наносит. Скорее всего, оценка встречаемости situs inversus у человека занижена, так как не все носители инверсии попадают в поле зрения медиков. Наблюдаются и другие типы аномалий, такие, как изомеризм (потеря асимметрии), инверсия отдельных органов и гетеротаксия (потеря согласованности органов), которые могут привести к серьезным осложнениям здоровья.

В 70-е годы шведский ученый Бьорн Афзелиус из Института Веннер Грен в Стокгольме изучал пациентов с синдромом Картагенера — наследственным заболеванием, при котором наблюдается инвертирование внутренних органов, и обнаружил, что жгутики сперматозоидов у них теряют подвижность. У этих людей также не работали реснички в дыхательных путях, из-за чего они страдали синуситами и другими респираторными заболеваниями. Афзелиус внимательно изучил сперму четырех пациентов под электронным микроскопом и обратил внимание на аномальное строение микротрубочек — именно эти внутриклеточные образования отвечают за биение ресничек и жгутиков. В микротрубочках больных отсутствовали динеиновые ручки — структуры, построенные из белка

3

Вверху — динеиновые ручки видны на электронных фотографиях ресничек жгутиков сперматозоидов здоровых мужчин (А), но отсутствуют у пациентов с синдромом Картагенера (В); справа схематическое изображение реснички (С) (Afzelius B. A., «Science», 1976, 193, 4250, 317—319).

Внизу — строение поперечного среза жгутика или реснички эукариот, каким оно представляется сегодня. О том, какие молекулярные механизмы заставляют жгутик изгибаться, все еще идут споры, но динеиновые ручки для этого точно необходимы (по: «Journal of Cell Science», 2010, 123, 519—528)

динеина: они участвуют в движении микротрубочек и соответственно необходимы для биения жгутиков и ресничек (рис. 3).

К тому времени уже было известно, что реснички присутствуют в клетках эмбрионов некоторых животных и, в частности, в клетках гензеновского узелка эмбрионов млекопитающих. Гензеновский узелок — зародышевый орган, играющий важную роль в организации оси тела будущего организма: впадина, которую образуют клетки, покрытые ресничками. Сопоставив факты, Афзелиус предположил, что реснички каким-то образом могут влиять на установление лево-правой асимметрии в эмбриональном развитии.

«Зеркальные» мыши-мутанты

Проводить генетические и эмбриологические эксперименты на людях и человеческих эмбрионах нельзя по этическим причинам. С другой стороны, развитие биологической и медицинской науки невозможно без экспериментальных ис-

следований. Данный парадокс, однако, разрешается тем, что многие явления в общих чертах схожи у самых разных живых организмов, так что, проведя эксперименты на представителях одного вида, можно сделать выводы о механизмах биологических процессов для больших групп. Особенности наследования биологической информации были изучены в экспериментах на растениях, дрозофиле, вирусах и микробах, однако открытые принципы оказались универсальными — справедливыми почти для всех живых существ.

Установление лево-правой висцеральной асимметрии наблюдается у всех млекопитающих, и начиная с 1990-х годов этот процесс активно изучают на мышах. Они неприхотливы и быстро размножаются, эксперименты на этих животных этически приемлемы. В ходе эмбрионального развития мыши лево-правая асимметрия устанавливается примерно через восемь с четвертью дней. Этот процесс осуществляется в два этапа. На стадии семи с половиной дней происходит потеря симметрии и возникает лево-правая асимметрия (этап 1 — потеря симметрии), а затем включается каскад генов с асимметричной экспрессией, в итоге начинают работу гены, ответственные за морфологические перестройки, и образуются специфические морфологические структуры (этап 2 — реализация асимметрии).

Уже в 1990-е годы было установлено, что основной регулирующий фактор этапа 2 у млекопитающих — экспрессия гена Nodal, продукт которого, в свою очередь, запускает экспрессию гена Ptx2 в левой части эмбриона. Именно эти гены определяют, разовьются ли в левой части эмбриона морфологические признаки левой стороны тела, поэтому сигнальный каскад Nodal-Ptx2 называют также каскадом латеральности («левосторонности»). Однако непонятно было, что происходит на самом раннем этапе установления асимметрии у млекопитающих.

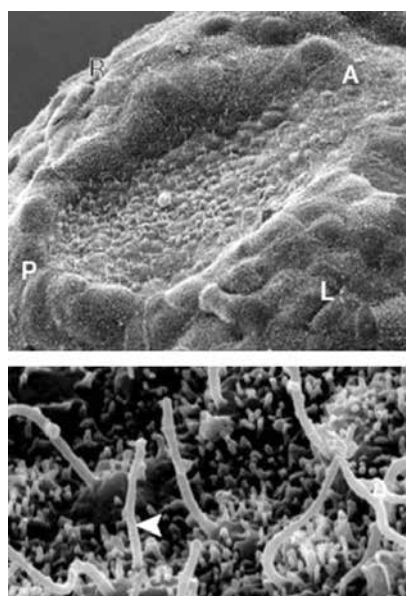
На стадии восьми с четвертью дней развития у зародыша мыши хорошо обозначена передняя часть с головой и задатком сердца, далее идут средняя часть с оформившейся хордой и задняя часть,

заканчивающаяся гензеновским узелком (рис. 4). По сторонам от средней линии тела, вдоль которой протянулась хорда, располагаются сомиты (из них разовьются потом мышцы, кости и глубокий слой кожи), затем идут боковые пластинки, из которых развиваются некоторые парные внутренние органы, например почки.

В 1990-х годах американские исследователи из группы Мартины Брюкнер (Йельский университет, штат Коннектикут, США) открыли, что мутация *iv* в гене одного из динеинов, лево-правого, — *left/right-dynein*, или *lrd*, — может приводить к инвертированному положению внутренних органов у мышей («Nature», 1997, 389, 6654, 963—966). Поскольку лево-правый динеин входит в состав микротрубочек, это открытие стало дополнительным аргументом в пользу гипотезы Афзелиуса.

Клетки в нижней части гензеновского узелка покрыты ресничками, направленными от поверхности эмбриона (рис. 5). Сначала считалось, что эти реснички неподвижны, но потом исследователи из Токийского университета показали, что они бьются с частотой примерно 600 раз в минуту (Nonaka et al., «Cell», 1998, 95, 6, 829—837). Кроме того, авторы методами генной инженерии создали линию мышей с нарушением работы гена *KIF3B* и изучили особенности биения ресничек у таких животных. Белок — продукт этого гена — необходим для работы ресничек, у эмбрионов мышей с нарушенной работой *KIF3B*, в отличие от эмбрионов дикого типа, реснички не изгибаются.

Японские ученые культивировали зародыши в среде с микроскопическими флуоресцентными частицами, ведя микросъемку перемещения этих частиц. Таким образом они смогли заметить, что биение ресничек создает над гензеновским узелком эмбрионов дикого типа ток



5
Гензеновский узелок эмбриона мыши с увеличением 600 (вверху) и 6000. А и Р — передняя и задние части эмбриона, L и R — левая и правая половины тела. Стрелкой на нижней фотографии отмечена ресничка

жидкости, направленный справа налево. У эмбрионов мышей с нарушенной работой *KIF3B* перемещения жидкости не наблюдалось.

Поскольку «узелок» по-английски *node*, такой ток жидкости получил название *nodal flow* — «ток в гензеновском узелке». Авторы предположили, что именно это явление — причина потери билатеральной симметрии при развитии зародыша.

Ток жидкости включает асимметрию

Это предположение получило блестящее подтверждение в работах японских ученых Сигенори Нонаки и Хидетака Сиратори из лаборатории Хироси Хамады в Университете Осаки («Nature», 2002, 418, 6893, 96—99, doi: 10.1038/nature00849). Гипотезу о роли тока жидкости на этапе потери билатеральной симметрии они проверили с помощью прямого физического воздействия. Исследователи создали специальную камеру для культивирования мышечных эмбрионов, в которой можно было искусственно менять направление и скорость циркуляции жидкости и таким образом воздействовать ее потоками на гензеновский узелок.

В опытах участвовали генно-модифицированные мыши линии *Ptx2-lacZ* — у эмбрионов таких мышей легко проследить экспрессию гена *Ptx2*, который в норме экспрессируется в левой стороне тела и играет важную роль в идентификации данной стороны как левой. Эмбрионы на стадии 7,7—8,5 дней развития в течение 12 часов подвергали одному из четырех режимов: левосторонний медленный ток жидкости, левосторонний быстрый,

правосторонний медленный и правосторонний быстрый (рис. 6). Затем ученые выращивали эмбрионы и оценивали их морфологическое строение, а также особенности экспрессии гена *Ptx2*.

При быстром левостороннем токе у эмбрионов развивалась нормальная лево-правая висцеральная асимметрия (правосторонняя сердечная петля, нормально ориентированный поворот эмбриона, экспрессия *Ptx2* в левой латеральной пластинке). Быстрый правосторонний ток, напротив, у большинства эмбрионов вызвал инвертированное формирование сердечной петли, *Ptx2* экспрессировался в правой латеральной пластинке. При медленном токе, как левостороннем, так и правостороннем, наблюдались лишь незначительные аномалии лево-правой асимметрии.

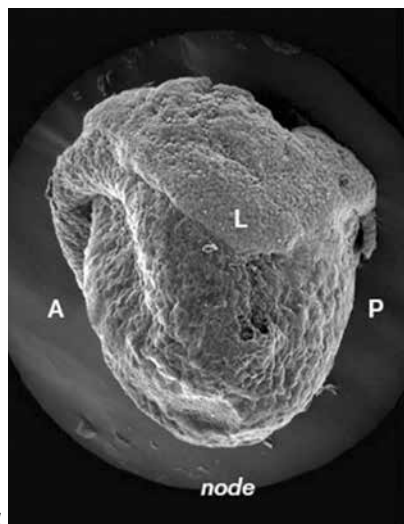
Таким образом, японские эмбриологи получили прямые доказательства того, что именно направление тока жидкости в гензеновском узелке формирует отличия правой стороны тела млекопитающего от левой.

Молекулы или механика?

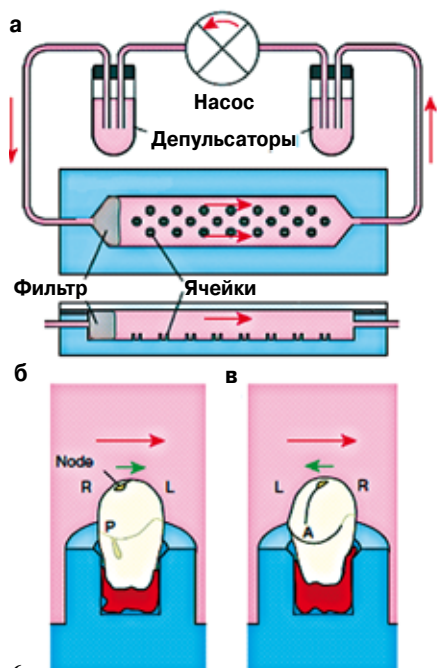
Роль биения ресничек в этом процессе сегодня признает большинство эмбриологов. Однако до сих пор нет единого мнения о том, каким образом сигнал о токе жидкости в гензеновском узелке передается в ткани эмбриона, как запускается каскад латеральности в левой половине тела. На этот счет существуют две гипотезы (рис. 7).

Гипотеза переноса морфогена была высказана первой, еще в 1990-х. Те же японские ученые, которые продемонстрировали биение ресничек гензеновского узелка, предположили, что благодаря левостороннему току жидкости в левой части узелка увеличивается концентрация сигнальной молекулы, которая и запускает экспрессию гена *Nodal* и сигнальный каскад латеральности *Nodal-Ptx2* (Nonaka, 1998).

Альтернативную «гипотезу двух типов ресничек», или биомеханическую гипотезу, выдвинули в начале 2000-х американские ученые под руководством Мартины Брюкнер. Они предположили, что реснички гензеновского узелка работают не только как генераторы механического сигнала, но и как его рецепторы — одни создают ток, другие колеблются под его воздействием («Cell», 2003, 114, 1, 61—73, doi: 10.1016/S0092-8674(03)00511-7). Авторы статьи открыли, что существует две группы ресничек: подвижные, расположенные в средней части гензеновского узелка, которые содержат лево-правый динеин, — и расположенные по периферии, без лево-правого динеина и неподвижные. Подвижные реснички создают ток жидкости, а неподвижные работают как механосенсоры благодаря содержанию в них механочувствительного белка — про-



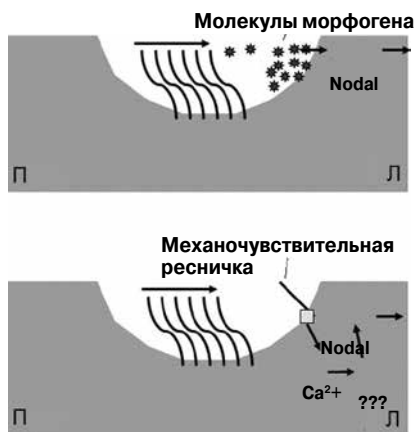
4
Зародыш мыши на стадии 8,25 дня, вид слева: передняя часть — А, задняя — Р, буквой L отмечена левая боковая пластинка. Внизу виден гензеновский узелок (*node*). Изображение получено методом сканирующей электронной микроскопии (Hamada et al., «Nature Review Genetics», 2002, 3, 2, 103—113)



6
Схема устройства для изучения воздействия тока жидкости на развитие эмбрионов мыши: а — в камере, где культивируются эмбрионы, насос создает ток культуральной жидкости с заданными параметрами; б — левосторонний ток жидкости (красная стрелка) направлен так же, как и естественный, созданный биением ресничек в гензеновском узелке (зеленая стрелка); в — правосторонний ток жидкости противоположен естественному левостороннему току

дукта гена Pkd2. В ответ на ток жидкости открываются кальциевые ионные каналы в клетках левой части эмбриона, концентрация внутриклеточного кальция растет, что, в свою очередь, запускает важные сигнальные процессы, приводящие к активации экспрессии ряда генов и, в частности, к запуску сигнального каскада латеральности.

В 2012 году появился серьезный аргумент в пользу биомеханической гипоте-



7
Что запускает формирование лево-правой асимметрии в организме млекопитающих? Вверху схематически изображена гипотеза переноса морфогена (ток жидкости переносит к левой стороне эмбриона сигнальное вещество), внизу — биомеханическая гипотеза (ток жидкости колеблет особые реснички, которые служат антеннами, принимающими сигнал). По: Ермаков, «Онтогенез», 2013, 44(5), 1—16

зы. С помощью тонких экспериментов в лаборатории Хироши Хамады («Science», 2012, 338, 6104, 226—231, doi: 10.1126/science.1222538) показали, что продукт гена Pkd2 действительно активирует запуск каскада латеральности в краевых клетках гензеновского узелка. Исследователи создали несколько линий мышей, у которых ген Pkd2 можно включить или в центральной части, или в краевых клетках гензеновского узелка. Зародышей таких мышей подвергали действию левостороннего тока жидкости. Выяснилось, что для запуска каскада латеральности необходима работа гена Pkd2, кодирующего механорецептор, именно в краевой части гензеновского узелка, но не в центральной. Этот процесс нарушался, если на зародыши воздействовали веществами, изменяющими концентрацию ионов кальция в клетках. Таким образом, основные положения «модели двух типов ресничек», высказанные группой Мартини Брюкнер, — сенсорная роль ресничек в краевой области гензеновского узелка и участие в механизме потери симметрии Pkd2 и кальциевой сигнализации — блестяще подтвердились!

Еще одним сильным аргументом в пользу биомеханической гипотезы стало другое открытие этой же группы исследователей. Оказалось, что для установления лево-правой асимметрии достаточно, чтобы билось всего две реснички («Nature Communications», 2012, 3, 622, 1—8, doi: 10.1038/ncomms1624), а для приема сигнала достаточно лишь нескольких ресничек-реципиентов. Проведя тщательный скрининг мутантных линий мышей, ученые выяснили, что у некоторых эмбрионов бьются всего две реснички в области гензеновского узелка, но тем не менее каскад латеральности у них запущен. Это хотя и не прямой, но все же важный аргумент, так как теоретические расчеты показывают, что для создания градиента сигнальных молекул необходим более сильный ток, чем тот, что порождают две реснички.

Чего мы еще не знаем

Насколько консервативен этот механизм, то есть насколько он распространен в природе? До середины 2000-х большинство исследователей считало, что биение ресничек и создание левостороннего тока жидкости как механизм инициации лево-правой асимметрии уникальны для млекопитающих. В 2005 году вышла работа Джеффри Эсснера и его коллег из университета Юты («Development», 2005, 132, 6, 1247—1260, doi: 10.1242/dev.01663), которые показали, что в купферовом пузырьке рыбки данио, так же, как в гензеновском узелке млекопитающих, происходит биение ресничек и что реснички эти необходимы для нормального установления лево-правой асимметрии.

Роль биения ресничек в раннем развитии земноводных была открыта еще через

несколько лет на зародышах шпорцевой лягушки *Xenopus laevis*. Этот феномен не так просто наблюдать у земноводных: у них бьются реснички клеток крыши первичной кишки, спрятанной, естественно, внутри эмбриона. Крышу первичной кишки образуют ввернувшиеся клетки шлемановского организатора амфибий — зародышевой структуры, гомологичной гензеновскому узелку млекопитающих. Открытие биения ресничек и левостороннего тока не только у млекопитающих, но и у рыб и амфибий позволяет выдвинуть гипотезу о том, что такой механизм слома симметрии возник у позвоночных давно и довольно широко распространен (Blum et al., «Developmental Dynamics», 2009, 238, 1215—1225).

Понятно, что это далеко не конец истории: в нашем представлении о механизме установления лево-правой симметрии у млекопитающих остаются пробелы. Высказываются аргументы и в пользу той точки зрения, что существует каскад контроля над установлением левостороннего морфогенеза, независимый от Nodal. В одной из работ группы Доминика Норриса из Исследовательского центра Харвелл, что близ Оксфорда, было показано, что в мезодерме левой, но не правой латеральной пластинки экспрессируется ген *Ablin1*, как в присутствии, так и в отсутствие экспрессии гена *Nodal*. Это значит, что есть по крайней мере один ген с асимметричной экспрессией, независимый от сигнального каскада латеральности *Nodal-Ptx2*. Открытие сделал мой друг и коллега по работе в Харвелле Джонатан Стивенс (Stevens et al., «BMC Developmental Biology», 2010, 10, 54, 1—12, doi: 10.1186/1471-213X-10-54). К сожалению, в канун 2014 года Джонатана не стало из-за тяжелой болезни — паркинсонизма. Светлая память этому замечательному человеку!

Очевидно, для более полного понимания механизмов установления лево-правой асимметрии у млекопитающих необходимо объединить усилия ученых разных направлений — не только эмбриологов и генетиков, но и биофизиков, математиков, механиков, реологов, структурных биохимиков, кристаллографов и специалистов по компьютерному моделированию. Изучение этого типа морфогенеза — замечательный пример того, насколько тесно генетика и молекулярная биология могут смыкаться с биомеханикой и биофизикой.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

О пользе капризов

Доктор биологических наук

Д.А. Жуков

Институт физиологии
им. И.П.Павлова РАН,
Санкт-Петербург

Капризы — то есть стремление добиться чего-то запрещенного, или невозможного, или бессмысленного — принято считать формой детского поведения, причем такой, которую надо подавлять и ни в коем случае не поощрять. Между тем капризы имеют большой биологический смысл. Часто это демонстрация, основанная на потребности ребенка обратить на себя внимание. Очевидна биологическая значимость подобных действий — без внимания матери шансы на гибель ребенка многократно возрастают. Порой капризничают и взрослые люди, и домашние животные. Такое поведение у людей расценивают как инфантильное (если речь идет не о беременной), у животных — как результат плохой дрессировки. Однако нередко капризное поведение бывает основано на других потребностях — это одна из разновидностей смещенной активности, метод защиты от неконтролируемости ситуации.

Понятие неконтролируемости

Контролировать ситуацию означает не обязательно влиять на нее, но — понимать закономерности происходящего. Большая часть людей и животных имеет такую потребность. Многие домашние собаки, когда хозяин нечаянно наступит им на хвост или на лапу, начинают извиняться, демонстрируют умиротворяющее поведение: виляют хвостом и стремятся лизнуть хозяина в нос и в губы. Собака знает, что хозяин может причинить боль только в наказание, значит, она сделала что-то нехорошее. Если же в событиях окружающего мира животное не может уловить закономерности, то часто это приводит к расстройству поведения.

В начале XX века в лаборатории И.П.Павлова его сотрудница Н.Р.Шенгер-Крестовникова вырабатывала у собаки сложный условный рефлекс, но задача оказалась неразрешимой. Собака не могла различить две геометрические



фигуры, одна из которых сопровождалась появлением пищевого подкрепления, а другая — нет. Три недели бесплодных попыток понять закономерность появления пищи привели животное в состояние, которое мы теперь называем выученной беспомощностью. Собака постоянно пыталась вырваться из экспериментальной установки, все время поскуливала, и, самое примечательное, у нее пропали все ранее выработанные условные рефлексы.

Принципиально важно то, что в этом эксперименте собака не испытывала никакого физического дискомфорта. Ей не причиняли боль, не пугали, она не голодала — животных вечером кормят в виварии независимо от того, насколько успешно они вырабатывали рефлексы. Психику собаки травмировал один лишь психологический фактор — невозможность установить зависимость, согласно которой появляется положительное подкрепление, то есть неконтролируемость ситуации.

Подчеркнем еще раз: когда говорят о неконтролируемом стрессе, на человека или животное необязательно воздействуют стимулы неприятные, болезнен-

ные или вредные. Достаточно сделать появление стимула непредсказуемым, а всю ситуацию, следовательно, неконтролируемой. Например, крысу обучают нажимать на педаль, чтобы получить порцию воды. После того как условный рефлекс становится прочным, педаль отключают. Вода периодически появляется в поилке, но это происходит не тогда, когда крыса давит на педаль, а когда нажимает на педаль крыса в соседней клетке, о чем наша экспериментальная крыса, естественно, не знает. Спустя неделю неконтролируемого водопоя у крысы формируется выученная беспомощность.

Еще один принципиальный момент в эффектах неконтролируемости — невовлеченность интеллекта. Состояние выученной беспомощности развивается не потому, что интеллект оказывается бессильным. Животное или человек не предпринимают сознательных интеллектуальных усилий для поиска закономерностей окружающей среды. Попытки делаются на бессознательном уровне. Об этом свидетельствуют результаты экспериментов, в которых состояние выученной беспомощности после не-



Наталья Горячая,
Татьяна Гладских,
Алексей Кузнецов,
Сергей Павлов,
Фотобанк Лори



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

ной специальности, а заставить выполнять приказы не рассуждая. Для этого необходимо подавить волю человека, его стремление к самостоятельности, склонность к рассуждениям, присущие в той или иной мере каждому человеку. Иррационализм армейской службы создается и поддерживается искусственно.

Значительно чаще неконтролируемые ситуации люди создают своим близким совершенно бессознательно, искренне полагая, что они желают им только добра.

Муж не ограничивает неработающую жену в расходах, но требует отчета с точностью до рубля. Ведь учет и контроль — основа экономической стабильности. Не говоря о том, что именно он зарабатывает деньги, поэтому имеет право знать, куда они уходят. При этом женщина чувствует себя несчастной.

Женщина дарит зятю стринги (реальный случай!). Ведь она сексуально опытнее своей дочери и лучше знает, какие части фигуры данного мужчины стоит подчеркнуть. Но молодая жена недовольна таким поступком своей матери.

Левше запрещают пользоваться левой рукой. Ребенок не в состоянии понять, почему нельзя держать ложку или карандаш так, как ему удобно, почему его наказывают за это. Левша, которого переучивают на правшу, постоянно находится в неконтролируемой ситуации.

Родители правой тоже запрещают своим детям многое. Ведь они лучше знают, что опасно и вредно для ребенка, а что полезно. Но дети очень часто протестуют против родительского контроля и системы запретов. Протесты подрастающего поколения, а порой и взрослых членов семьи проявляются в форме странных поступков, иногда и таких, которые называют неадекватными. На самом же деле это, возможно, социально неприемлемые, но адекватные реакции — попытки создать субъективно контролируемую ситуацию. Большинство людей старается достичь хотя бы иллюзии контроля над ситуацией, на которую невозможно повлиять. Это помогает избежать состояния выученной беспомощности.



Что общего у этих персонажей? Их поведение — смещенная активность, помогающая им достичь субъективного контроля жизненной ситуации

контролируемого воздействия было сформировано у тараканов и улиток. У беспозвоночных животных нет мозга, у них есть только нервные узлы — ганглии, которые заметно уступают головному мозгу млекопитающих по сложности. Соответственно и формы поведения у беспозвоночных гораздо проще, чем у млекопитающих. Но условные рефлексы насекомых и моллюски вырабатывают достаточно легко. А условный рефлекс формируется на основании связи (которую И.П.Павлов называл «временной») между различными изменениями в окружающей среде. Если же такая связь неочевидна, то ситуация становится неконтролируемой, в результате формируется выученная беспомощность.

Состояние выученной беспомощности используют как модель депрессии человека, но сейчас оно интересует нас как инструмент управления поведением, поскольку в этом состоянии подавляются волевые свойства личности.

Неконтролируемость как метод манипуляции

Человек с выученной беспомощностью лишается воли. У него пропадают желание разбираться в закономерностях сложного окружающего мира и желание что-либо предпринимать, каким-то образом влиять на этот мир. Экспериментальные животные, которых подвергали неконтролируемым воздействиям, утрачивают способность к выбору. Даже сильные воздействия, такие, как раздражение электрическим током, не вызывают у них естественной для всего живого реакции избегания. Люди с выученной беспомощностью не совершают никаких самостоятельных действий, а лишь ожидают прямого указания — что, как и когда нужно сделать.

Поэтому иногда неконтролируемость ситуации создается намеренно. Например, в армиях некоторых стран главным считается не обучить новобранца воен-

Смещенная активность как защита от неконтролируемости

В фашистской Германии были созданы «трудовые лагеря», в которые помещали людей, неудобных режиму, в первую очередь — недовольных. Основным методом воздействия на психику была неконтролируемость ситуации. Правила внутреннего распорядка постоянно менялись, о чем заключенным не сообщали. Разрешенное вчера сегодня оказывалось запрещенным и наказуемым. Кроме того, широко использовалась иррационализация, например, заключенным приказывали выкопать яму — срочно, быстро, еще быстрее! Как только яма была готова, следовала команда закопать ее. И опять — быстрее, время «на отлично» кончается, кто не справится, будет наказан!

Через несколько месяцев такого режима заключенный утрачивал волевые импульсы. Ему не приходило в голову попытаться понять происходящее, не говоря о критическом осмыслении. На свободу выходил человек, который верит всему, что слышит по радио, и беспрекословно выполняет указания руководящих товарищей.

В такой лагерь попал и психолог Бруно Беттельхайм. Как профессионал, он очень быстро понял методологию воспитания. Он назвал этот метод «формированием детского мироощущения». Действительно, маленькому ребенку непонятен окружающий мир. Часто он не только не в состоянии постичь закономерности окружающей его среды, но даже не может сформулировать вопросы. Почему на стул забираться — можно, на стол — лучше не надо, а на подоконник — нельзя ни в коем случае, никогда? Непостижимо. Для маленького ребенка единственная возможная стратегия поведения — абсолютное подчинение взрослым. Ничего нельзя делать, предварительно не испросив разрешения. Любая инициатива наказуема.

Будучи психологом, Беттельхайм разработал и метод противодействия формированию выученной беспомощности — делать все, что прямо не запрещено. Не запрещено чистить зубы — чисти. Причем не потому, что ты заботаешься о гигиене полости рта, а потому что это — твое решение. Не запрещено делать физические упражнения — делай зарядку. Опять же не потому, что заботаешься о тонусе мышечной, сердечно-сосудистой и прочих систем организма, а потому, что ты не выполняешь приказ, а реализуешь свое решение.

Беттельхайм пробыл в лагере девять месяцев. Выйдя на свободу, уехал в США и там написал большую работу о своем опыте пребывания в неконтролируемой

ситуации. По Беттельхайму, основа метода предупреждения выученной беспомощности — использование смещенной активности. Попытки прямого воздействия на неконтролируемую ситуацию обречены на неудачу. Ни избежать, ни избавиться от всех неприятных воздействий невозможно. Нельзя ни приспособиться к ним, ни предсказать появление стимулов. Терпеть и ждать, «когда это все закончится», тоже бесполезно, поскольку окончание воздействия также непредсказуемо. Но можно сделать ситуацию контролируемой субъективно. Для этого достаточно проявлять активность, даже не направленную на избавление от действующих стимулов, — а просто активность.

Смещенная активность по определению лишена биологического смысла, поскольку не направлена на удовлетворение актуальной потребности. Она возникает в тех случаях, когда у животного или человека по разным причинам нет готовой программы действия. В таких ситуациях используется двигательный стереотип другой мотивации. Но в ситуации длительной неконтролируемости у смещенной активности несколько неожиданно появляется биологический смысл — спасение от выученной беспомощности.

В простейшей модели неконтролируемой ситуации — иммобилизации на спине — половине крыс давали в зубы деревянную палочку. У этих животных физиологические и поведенческие изменения по окончании иммобилизации были значительно меньше, чем у тех, кто был лишен возможности грызть палочку. Уместно вспомнить, что во время наказания кнутом истязаемому человеку вкладывали в рот кожаный ремень, чтобы он не отгрыз себе язык.

Выученная беспомощность развивается у крыс, получающих удары током, которых они не могли ни избежать, ни предсказать, сидя в маленькой клетке. Но если такое же болевое раздражение получали крысы в большой клетке, где они могли бегать, то выученная беспомощность не формировалась. Активное движение хотя и не уменьшало боли, но предотвращало развитие пагубных для организма изменений в психике. Хотя ситуация была объективно неконтролируемой — удары электрическим током достигали цели, возникала иллюзия контроля, животное что-то делало.

Аналогичным образом выученная беспомощность не формируется у крыс, которых помещали в клетку с «электрическим» полом попарно. Получая удары током, эти крысы дрались друг с другом. Несмотря на многочисленные раны, по окончании болевого воздействия поведение этих животных

было значительно ближе к норме, чем у крыс, которые страдали поодиночке.

Этот механизм психологической защиты — субъективизация контроля ситуации — проявляется в постоянных драках заключенных, какими бы гуманными ни были условия содержания в исправительно-трудовых учреждениях. Заметим, что избежать выученной беспомощности в ситуации тотальных запретов и непредсказуемых наказаний можно и не затевая драк. Как уже говорилось, можно делать все, что прямо не запрещено, причем не только чистить зубы и заниматься физкультурой. В час пик в метро (это, конечно, не тюрьма, но все же ограничение свободы) сочиняйте стихи, решайте в уме математические задачи, переводите анекдоты на английский язык. Все это будет проявлением вашей воли, и в этой сфере именно вы и только вы будете полностью контролировать ситуацию.

К сожалению, прав был Ф.М. Достоевский, когда заметил, что всякий интеллект — болезнь. В отличие от животных, многие люди в неконтролируемой ситуации вместо проявления смещенной активности стремятся восстановить контроль. Если эти попытки оказываются бесплодными, они только ускоряют формирование выученной беспомощности.

Однако у многих людей мы наблюдаем адекватный защитный механизм — смещенную активность, которая окружающим часто кажется капризами.

Капризы как форма смещенной активности

Поступки детей часто кажутся взрослым дикими и непонятными. А между тем это лишь попытка показать себе, что именно он (она) управляет ситуацией. Ребенок и сам был бы рад хорошо учиться, заниматься спортом, дружить с хорошими мальчиками и девочками, а с плохими не дружить. Ему хотелось бы не пить и не курить. Но он знает, что все эти формы поведения будут реализацией родительских желаний, то есть он пойдет на поводу у взрослых. А вот лазить по крышам, перебегать железнодорожные пути перед близко идущим поездом, ездить на велосипеде по автомагистрали — все это родители категорически не одобрили бы. Следовательно, подобное поведение будет его решением, его поступком, которым он доказывает себе, что управляет своим поведением, то есть контролирует ситуацию.

Родителям очень трудно удержаться от того, чтобы контролировать поведение детей. Взрослый человек и лучше предвидит отдаленные последствия поступков, и делает все быстрее, лучше и надежнее. Куда проще надеть на ребенка все необходимое для прогулки,

чем ждать, когда он сам оденется. Но, выйдя из дома, ребенок тут же снимет рукавички — назло маме пусть руки мерзнут! Собираясь на дачу, мама отбирает у ребенка огромного медведя — ну куда его, и так все руки заняты, — но этим она подчеркивает, что решения принимает только она, а от ребенка ничего не зависит. В результате всю долгую поездку в метро и в электричке ребенок капризничает. Этим он субъективизирует контролируемость окружающего мира.

В одном из современных фильмов есть такой эпизод. Дети просят мать завести котенка, она отказывает, тогда дети покупают котенка на деньги, сэкономянные на завтраках. Мать тут же отдает котенка в хорошие руки, и больше разговоров о кошке не возникает. А в финальной сцене дети приходят домой, и их встречает улыбающаяся мать с котенком у ног. По мысли авторов фильма, это, вероятно, бодрый финал, мажорный аккорд. В действительности все это очень печально. Женщина лишний раз показала детям, что от их поведения, от их желаний ничего не зависит, ситуацию контролирует мать и только мать.

В одном из романов Марининой девушка, работавшая секретаршей у своего отца, передавала его секреты конкурентам и более того — добила в конце концов, чтобы папу посадили в тюрьму. Дело в том, что отец продолжал контролировать поведение совершеннолетней девушки так, как будто она оставалась ребенком. В частности, выписывая ей зарплату, обычную для секретарши бизнесмена, на руки выдавал ту же мизерную сумму, что и в школьные годы. Примечательно, что девушку не осознала мотивов своего поведения, тех потребностей, которые стремилась удовлетворить. Сама она считала, что страдает из-за невозможности покупать дорогие вещи, посещать дорогие клубы и тратить деньги другими способами. Но, став наследницей и получив финансовую независимость, она быстро убедилась, что затратная светская жизнь ей неинтересна. Оказалось, что вся драма разыгралась из-за родительского гиперконтроля.

В основе поступков взрослых людей тоже порой лежит стремление к субъективизации контроля ситуации. Человек, поведение которого полностью контролируется супругом, может вдруг завести любовника (любовницу). И в основе этого поведения будет не влюбленность, не поиски новизны, а лишь бессознательное желание совершить нечто явно не одобряемое контролером. В рассказе Мопассана «Бомбар» муж, регулярно получавший от богатой жены незначительную сумму на самоличные мужские расходы, почти всю ее передавал служанке — «здоровенной

бабе, красной и коренастой», — за что та позволяла совкупляться с собой на черной лестнице. И на следующий день, сидя с удочкой в тростниках, муж кричал от радости: «Надули хозяйку!»

Если человек вынужден заниматься работой, которая не приносит ему внутреннего удовлетворения, он всегда имеет какое-то хобби, зачастую весьма дорогостоящее. На потраченные деньги человек мог бы съездить в далекие страны, сделать в квартире евроремонт или даже обеспечить себе безбедную старость. Но неинтересная работа — ситуация неконтролируемого стресса, и человек бессознательно спасается от депрессии, предаваясь любимому занятию. Хотя, с точки зрения окружающих, это совершенно пустое дело, вздорная трата денег, каприз!

Тот же механизм — субъективизация контроля поведения — работает иногда и у домашних питомцев. Большинство хозяев видят в собаке компаньона и пренебрегают ее обучением, то есть созданием четкой системы правил поведения. Периодические крики «Фу!», дерганья за поводок, шлепки по носу — все это для собаки непредсказуемо, поскольку в других случаях то же самое поведение, вроде выпрашивания еды у человеческого стола, никак не наказывалось и даже поощрялось. В результате умная вроде бы собака выбегает на проезжую часть! Делает это она для субъективизации контроля ситуации.

Чтобы увеличить количество счастья у себя и у близких нам людей, достаточно лишь ослабить наше стремление держать руку на пульсе всех семейных событий. Надо отвести каждому члену семьи — от супруга до собаки — то психическое пространство, в котором он никому не подотчетен. Для мужчин таким пространством часто становится гараж (вот почему гаражи настолько дороги). Однако у детей своего гаража нет. Поэтому, конечно, абсолютно недопустимо читать дневник дочери, но нельзя и убирать в комнате подростка, своей волей расставляя все по местам и выкидывая лишнее. Даже напоминать ей или ему об этом бардаке и конюшне лучше только в форме намеков и аллегорий.

Так же стоит относиться к капризам домашних животных. Например, собака автора этих строк всегда радуется предстоящей прогулке. Это проявляется в двигательном-голосовом возбуждении — она носится по квартире, периодически подвывая, когда я начинаю в урочное время одеваться. Перед прогулкой надо поесть, но собака подходит к миске с едой только тогда, когда человек уже стоит в застегнутом пальто с поводком в руке. При этом она начинает баловаться: передними зубами берет одну гранулу и, подержав, бросает ее на пол, и так



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

несколько раз. Потом принимается есть, тщательно пережевывая пищу. Конечно, можно было бы просто выйти из квартиры, и собака, конечно, пошла бы следом. Но у нее ведь так мало возможностей реализовывать собственные решения, то есть полностью контролировать ситуацию! Время прогулки, маршрут, продолжительность — все это выбирает человек. Хозяин постоянно дает указания — туда не ходи, тут не нюхай, это выплюнь немедленно, в дерьме не валяйся! Поэтому я терпеливо жду, пока собака поест со всеми своими фокусами и выкрутасами, — пусть субъективизирует контроль, капризная у кормушки, а не выбегая на проезжую часть.

В фильме «Основной инстинкт» героиня Шарон Стоун объясняет поведение мальчика, взорвавшего самолет родителей, тем, что он хотел проверить: накажут ли его за это? Очевидно, родители мальчика подавляли всякую возможность его самостоятельного поведения, что и вызвало такую драматическую, но вполне биологически объяснимую реакцию. (Заметим здесь, что воспитание нефрустрированного ребенка, то есть система воспитания с полным отсутствием запретов и наказаний, — это тоже создание неконтролируемой ситуации для ребенка. Выйдя из семьи во внешний мир, он лишится полной свободы и столкнется с неизвестным ему и очень неприятным понятием «нельзя».)

Наши опытность, ум, знание жизни и способность прогнозировать развитие событий будем проявлять в предоставлении своим близким определенной свободы и конечно же неотчуждаемой от свободы ответственности. И безусловно, стоит быть снисходительнее к капризам домашних; ведь их капризы — это бессознательное поведение, причина которого чаще всего в нас самих.

Конечно, читателям «Химии и жизни» было бы интересно узнать о химических изменениях в центральной нервной системе организма, который подвергся действию неконтролируемого стимула. Но это может стать предметом отдельной статьи.





Грибной сезон

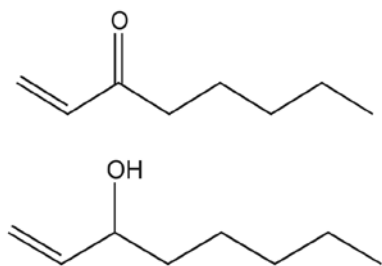
А.А.Бондарев



ЕДА ПО-НАУЧНОМУ

Грибы — один из любимейших объектов популярной химии. Ничто не может сравниться с ними по разнообразию способов воздействия на организм и химических соединений. В грибах можно найти яды, наркотики и лекарства — у всех на слуху мускарин, псилоцибин, ЛСД и пенициллин. Химия гастрономических особенностей грибов описана значительно хуже. Рассмотрим некоторые соединения, отвечающие за разнообразие вкусов и ароматов съедобных грибов.

Начнем конечно же с общего грибного запаха. Этот характерный и приятный аромат присущ в разной степени всем грибам. Промышленная культивация шампиньона *Agaricus bisporus* сделала его дешевым, однако это не уменьшило его ароматических достоинств — для шампиньонов очень характерен обще-грибной запах. За него считают ответственным 1-октен-3-ол, хотя на самом деле одним соединением дело не ограничивается — грибами пахнет смесь алифатических соединений с цепочкой из восьми атомов углерода (C_8). Среди них кетоны — 1-окте-3-он и 3-октанон и спирты — 1-октен-3-ол, 3-октанол и транс-2-октен-1-ол. В аромате практически всех грибов доминирует нотка 1-октен-3-ола.



1-октен-3-он и 1-октен-3-ол

Чем отличаются ароматы разных видов грибов, описать гораздо сложнее, особенно когда идет речь об отличии, например, белого гриба от подосиновика. Мы легко их различим

по запаху (по крайней мере, те из нас, кто эти запахи еще не забыл), но перевести личный опыт на язык химических формул затруднительно по очевидной причине: за видовые ароматы отвечают не индивидуальные молекулы, а смеси с различными концентрациями компонентов. Даже если в каких-то видах грибов обнаруживают характерные соединения, это не дает нам окончательной уверенности, что именно в них все дело. Например, в различных видах маслят (род *Suillus*) находят норизопреноиды: транс-геранилацетон и (Е,Е)-фарнезилацетон, но действительно ли эти соединения характеризуют аромат маслят, так и не известно.

Аромат свежих лисичек *Cantharellus cibarius*, по мнению многих, напоминает абрикос. Правда, списки характерных ароматических соединений лисичек и абрикосов почти не пересекаются, общие в них только 1-октен-3-ол и гексаль, однако ни тот, ни другой не пахнет фруктами. За фруктовый запах лисичек отвечают терпеноиды дигидроактинидиол и лимонен, за цветочные ноты — бензальдегид (аромат миндаля) и фенилацетальдегид (медово-розовый). Судя по всему, сочетание этих веществ и придает лисичкам ноту абрикоса.

Белый гриб *Boletus edulis* с его неповторимым ароматом по праву считается королем грибов. Особенный вкус и у бульона, приготовленного из белых. Кроме того, ароматы белого гриба имеют свойство усиливаться при сушке и хранении: через полгода концентрация ароматических соединений в высушенных грибах резко увеличивается, причем по фуранам и пиразинам — в десятки раз. Еще один признак аромата сушеных грибов — высокая концентрация метионаля. В запахе свежего гриба преобладают те же самые алифатические спирты и кетоны, которые отвечают за общегрибной вкус. Но при варке и особенно при сушке образуется целый ряд продуктов реакции Майяра: смесь

пирaziнов (метилпиразин, 2,5-диметилпиразин), фуранов (фурфурол, 5-метил-2-формилфуран), пирролов и тиазолов. Все эти соединения так или иначе характеризуются жареным или бульонным ароматом, что вместе с общей грибной нотой (1-октен-3-ол и 1-октен-3-он) и придает сушеным белым их неповторимый запах.

Иногда грибы похожи по запаху на приготовленное мясо, и это не случайно. Например, 2-метил-3-фурантиол — как раз характерный компонент мясного запаха.

Грибы заморские

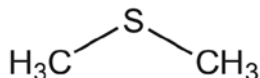
Грибы у нас принято собирать в дикой природе, поэтому мы хорошо знаем свои и плохо знакомы с грибами из других местностей. Как выясняется, даже люди, живущие на одной широте, но в разных странах, собирают разные грибы, причем иногда и необычные для россиян виды. Некоторые, благодаря своей известности или культивации, все-таки добираются и до нас, и наиболее известные, пожалуй, — это трюфели и шитакэ.

Видов трюфелей довольно много, но самыми благородными и ароматически интересными считают два — черный трюфель *Tuber melanosporum* и белый трюфель *Tuber magnatum*. Собственно, запах — их главная ценность, и неудивительно, что ароматы трюфелей изучены лучше всего.

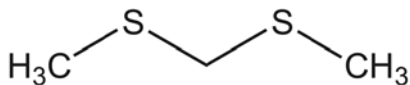
Среди многочисленных мифов вокруг трюфелей есть и один химический. Какое-то время считалось, что уникальность их аромата вызвана андростенолом, который обнаружили при химическом анализе. Действительно, соблазн ошибиться был большой, ведь андростенол — это половой феромон хряков, которых всегда использовали для поиска этих грибов (сейчас все же предпочитают обученных собак). Часть людей совершенно не чувствует запах андростенола (у них так называемая

аносмия на его запах, а заодно и на родственный ему андростенон) — отсюда, казалось бы, разделение людей на любящих и не любящих аромат трюфеля. Кстати, трюфель с давних времен считался афродизиак.

Однако дальнейшие исследования показали, что основной вклад в его аромат дают простые серосодержащие соединения. Для черного трюфеля в первую очередь это диметилсульфид и диметилдисульфид, а для белого трюфеля — бис-(метилтио)-метан. На самом деле именно по запаху диметилсульфида свиньи и собаки находят гриб. Само по себе это соединение пахнет вареной капустой и морскими водорослями, поэтому неудивительно, что трюфель любят не все. Если бы ценность трюфелей была только в запахе диметилсульфида, то его легко было бы имитировать искусственно (кстати, это не очень удачно пытаются сделать при производстве трюфельного масла). Но повторить настоящий запах черного трюфеля очень сложно — в нем не менее 17 компонентов. Что касается свойств афродизиака, в целом эта тема пока недостаточно изучена, а потому пока нет причин приписывать андростенолу эти свойства. Все-таки это феромон свиней, а столь же мощное действие на человека никому показать не удалось.



Диметилсульфид



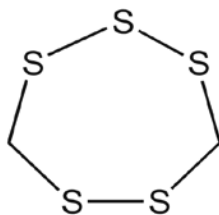
Бис-(метилтио)-метан

Гриб шиитаке (*Lentinula edodes*) культивируют так же широко, как и шампиньоны, и с появлением японских и китайских ресторанов он для нас больше не экзотика. О его гипотетических целебных свойствах «Химия и жизнь» уже писала, теперь же остановимся на вкусе и запахе. Шиитаке известен в первую очередь как растительный продукт с одним из самых сильных вкусов умами. В этом грибе, особенно сушеном, содержится много свободного глутамата и, что более важно, 5'-рибонуклеотида гуанозинмонофосфата. (Гуанозинмонофосфат тоже обладает этим вкусом, но менее известен в этом качестве,

чем глутамат, очевидно, потому, что его себестоимость гораздо выше.) Эти вещества проявляют эффект вкусовой синергии, усиливая ощущение вкуса умами. Помимо этих двух веществ и других 5'-рибонуклеотидов, вкус умами, возможно, имеют анион аспарагиновой кислоты, а также еще некоторые соединения.

Важный вкусовой компонент сморчков (род *Morchella*) — (S)-мореллид, гликозид яблочной кислоты. Это соединение не только само по себе имеет вкус умами, но и, подобно 5'-рибонуклеотидам, усиливает вкус глутамата. Вполне можно ожидать, что в грибах обнаружатся и другие соединения с умами-вкусом. Кстати, в белых грибах также очень много глутамата, к вопросу о том, что умами — якобы азиатский вкус, а не европейский.

Шиитаке обладают уникальным ароматом, который проявляется при сушке. Его вызывает довольно необычное химическое вещество — лентионин, гетероцикл с пятью атомами серы. В свежем грибе его нет, но при повреждении клеточных стенок (в особенности при сушке) образуются не только лентионин, но и родственные ему серосодержащие компоненты. Процесс немного похож на образование 1-октен-3-ола, вещества, ответственного за общегрибной вкус, — он тоже появляется в результате распада линолевой жирной кислоты при разрушении клеточных стенок.



Лентионин

Ядовитые съедобные грибы

Очень все непросто со сморчками и строчками. Эксперты и неспециалисты постоянно возвращаются к одному и тому же вопросу: как долго надо варить эти грибы, чтобы сделать их безопасными. Гурманы настаивают на максимально щадящей обработке, чтобы сохранить аромат, а обычные любители — на 100%-ной безопасности, которая предполагает длительную варку (не менее получаса с переменной воды), — все равно будет вкусно с лучком и сметаной (правда, от аромата гриба мало что останется). Казалось бы, ответ

был дан в статье «Формула яда» (см. «Химию и жизнь», 2007, № 3). Строчки содержат гиромитрин, превращающийся в токсичный монометилгидразин, поэтому перед употреблением их нужно отварить и воду слить. А сморчки (и родственные виды, такие, как сморчковая шляпка), в которых гиромитрин не содержится, нужно только подвергнуть тепловой обработке.

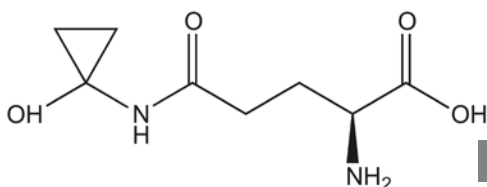
Но почему тогда нельзя есть сморчки в сыром виде? Без тепловой обработки они все-таки могут вызвать легкое отравление или аллергическую реакцию. По всей видимости, там есть какие-то другие токсины в малых концентрациях. При этом, как и у строчков, концентрация этих токсинов зависит от климата и места сбора.

Надо отметить, что в целом грибы — не та еда, которую рекомендуют есть сырой, за исключением, пожалуй, шампиньонов, белых грибов и трюфелей, да и те в небольших количествах.

В средней полосе растут грибы, которые собирают только некоторые гурманы. Молодые экземпляры навозника серого *Coprinopsis atramentaria*, без сомнения, относятся к съедобным грибам и довольно популярны в среде энтузиастов — собирателей всего дикорастущего. Этот гриб содержит коприн, который взаимодействует с алкоголем (этиловым спиртом), поэтому действие этого гриба может оказаться специфическим. Хотя этанол — один из метаболитов организма; поступая в пищеварительную систему извне, он воспринимается как чужеродное вещество. Организм включает многоступенчатую систему нейтрализации; одна из ее стадий — распад ацетальдегида до уксусной кислоты. Ацетальдегид в крови — токсичное вещество, это ему мы в значительной мере обязаны муками похмелья. Аминокислота коприн (вернее, ее производное — 1-аминоциклопропанол) блокирует действие ферментов, нейтрализующих ацетальдегид, что приводит к резкому увеличению его концентрации в крови со всеми характерными симптомами: головной болью, слабостью, сердцебиением, тошнотой. Достаточно небольшой дозы алкоголя, например бокала вина, чтобы коприн смог проявить себя, при этом действует он в течение нескольких суток после того, как вы полакомились грибом.

Интересно, что очень похожий гриб навозник белый *Coprinus comatus* не содержит коприн, а совсем либо содержит в очень малых концентрациях. Но есть и

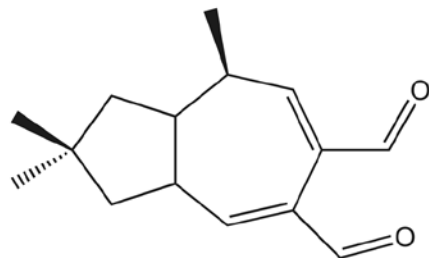
другие съедобные грибы, проявляющие тот же эффект, например говорушка булавоногая *Ampulloclitocybe clavipes*. Правда, пока не установлено, что их действующее вещество — тоже коприн.



Коприн

В России существует уникальный способ консервирования грибов — засолка млечников (род *Lactarius*). В данном случае мы отчасти также имеем дело с условно съедобными грибами. Например, в одном немецком справочнике любимые нами розовые волнушки *Lactarius torminosus* отнесены к ядовитым. Все представители этой группы обладают жгуче-горьким вкусом и действительно токсичны, хотя и в разной степени. Так, если рыжики можно есть даже сырыми (что и делают в Европе) или подвергая совсем непродолжительной тепловой обработке, то волнушки нужно обязательно солить длительное время. Даже после засолки остается небольшая горечь, но она уже воспринимается как дополнительное вкусовое ощущение.

Горечь млечников вызвана разнообразными сесквитерпеноидами, которых очень много. В волнушках и скрипицах это, к примеру, веллераль и изовеллераль. Большая часть сесквитерпеноидов и их производных образуется под действием специальных ферментов только после повреждения гриба. Иначе говоря, выделение млечного сока горькими соединениями — это попытка гриба защититься от поедания (но против наших грибников она не срабатывает). Рыжики знамениты тем, что их млечный сок сначала ярко-оранжевый, а затем на воздухе становится зеленым. Этот цвет сока, как и цвет самого гриба, вызван также сесквитерпеноидами.



Веллераль

Не только плодовые тела

Есть грибы, которые растут только в определенной местности, поэтому мы о них практически ничего не знаем. Так в Северной Америке одним из лучших грибов считается боровик двуцветный *Boletus bicolor*. Вообще, съедобных грибов в мире гораздо больше, чем мы можем себе представить, их по крайней мере несколько сотен. И различных химических соединений, важных для вкуса, аромата и физиологического воздействия на организм, также сотни. Есть грибы с чесночным ароматом, фруктовым, анисовым, жасминовым.

Мы привыкли называть грибами плодовые тела, которые собираем в лесу или покупаем в магазине. Но к грибам относятся и одноклеточные дрожжи, и различные плесени. Многие их представители играют важнейшую роль в аромате еды.

Вспомним, например, голубые сыры, характерный аромат которых формируют метаболиты плесневых грибов рода *Penicillium*. Сыр насыщается ароматами метилкетонов (2-пентанон, 2-гептанон, 2-нонанон и др.) — это продукты распада жирных кислот, содержащихся в сыре, под действием ферментов гриба. Причем набор продуктов распада зависит от конкретного вида плесени, поэтому французский рокфор и итальянская горгонзола пахнут по-разному и имеют разные вкусы. Ароматы сыров с белой корочкой (камамберы) — это тоже частично грибные метаболиты плесеней вида *Penicillium camemberti*.

Существуют совсем экзотические варианты съедобных микроскопических грибов. Например, паразитические грибы рода *Ustilago* дают продукт с уникальным вкусом — уитлакоче (кукурузная головня). Зараженный грибами початок кукурузы раздувается и чернеет, но зато приобретает необычный аромат, в котором явно чувствуются такие приятно пахнущие соединения, как ванилин и сотолон. Другой вид рода

Ustilago поражает дикий рис, и он тоже раздувается, после чего его употребляют в пищу как овощ. Гриб гипомицес млечниковый (*Hypomyces lactifluorum*) заражает плодовые тела других грибов. После этого гриб по виду и вкусу становится похож на вареного омара.

Грибы — особая группа живых организмов: на уровне биохимии они сходны и с растениями, и с животными. Например, компоненты клеточных стенок грибов хитин и хитозан роднят грибы с насекомыми и ракообразными, и эти соединения наш организм не усваивает. С другой стороны, грибы богаты аминокислотами, включая незаменимые. Но главная, почти нематериальная ценность — великолепные ароматы: бульон из белых грибов, хрустящие рыжики, белый трюфель. Интересно, будет ли эта осень грибной?

Что еще почитать об ароматах грибов

Correlation between the Pattern Volatiles and the Overall Aroma of Wild Edible Mushrooms. «Journal of Agricultural and Food Chemistry», 2008, 56 (5), 1704—1712.

J.R.Hanson. The Chemistry of Fungi. Royal Society of Chemistry, 2008.



ЕДА ПО-НАУЧНОМУ



Гусеница на тарелке

Н. Анина

...Я сидела в столовой у родителей в Оксфорде и рассматривала гусеницу. Если бы мне подали ее в китайском ресторане, я бы, не задумываясь, съела, так чего же колеблюсь сейчас? ...Я полностью отдавала себе отчет в том, что гусеница, найденная в овощах, собранных в саду у родителей, совсем другое дело. Съев ее, я перейду определенную грань.

Фуксия Данлоп.
Суп из акульего плавника



Население планеты растет, его потребности увеличиваются. Людям не хватает ресурсов для производства достаточного количества еды, особенно остра проблема нехватки животных белков. Сельское хозяйство и пищевая промышленность разрушают окружающую среду. Человечество столкнулось с продовольственным кризисом и вынуждено искать дополнительные источники питания. Экологи и энтомологи предлагают есть насекомых.

Теоретически это вполне разумная идея. Ученые ссылаются на опыт народов Азии, Африки, Австралии, Центральной и Южной Америки, которые веками дополняют свой преимущественно растительный рацион белками насекомых и других беспозвоночных. В списке энтомофагов около 3000 этнических групп, населяющих 113

стран. В некоторых районах люди едят гусениц чаще, чем мясо, и насекомые обеспечивают им 5—10% всего потребляемого белка.

Насекомые богаты белками, жирами, углеводами и витаминами, особенно группы В, в них много калия, кальция, магния, цинка и железа. Некоторые виды питательнее мяса и рыбы. Их сбор и даже промышленное выращивание не так обременительны для окружающей среды, как современное животноводство, которое вместе с производством кормовых культур занимает 70% мировых сельскохозяйственных земель, то есть около 30% всей суши. Оно еще и неэффективно: люди ежегодно расходуют 77 миллионов тонн белка, чтобы получить всего 58 миллионов тонн мяса, птицы и рыбы. В научных журналах регулярно

появляются статьи, посвященные съедобным насекомым разных регионов, их питательной ценности, правилам сбора, обработки и хранения. Исследования начались с таких известных насекомых, как личинки мучных хрущаков, кузнечики и саранча, и список обследованных видов неуклонно растет. По предварительным оценкам, в нем более полутора тысяч наименований.

Одно из самых известных съедобных насекомых — гусеницы южноафриканской бабочки мопане *Gonimbrasia belina*. Название они получили от дерева *Colophospermum mopane*, на котором кормятся. Это, кстати, единственное дерево семейства бобовых. Мопане — сезонный деликатес. В них до 60% белка, много железа и кальция. Гусениц можно есть свежими, прямо с дерева, удалив предварительно



кишечник, но чаще их потрошат, отваривают и высушивают, иногда коптят и маринуют. Сушеных личинок добавляют в суп или обжаривают с томатом, арахисом, чили и луком. Мопане продают не только на рынках, но и в супермаркетах.

В Австралии свой хит — бабочки *Agrotis infusa*. Летом они, спасаясь от жары, огромными стаями летят на юг, в Австралийские Альпы, и там прячутся в прохладных пещерах, образуя плотные, иногда многослойные скопления. Немногие уцелевшие аборигены собирают бабочек, складывают в плетеные из коры контейнеры или мешочки из кожи кенгуру и запекают в золе. Потом лапки и крылья обрывают, а тельца перетирают в «мясо бабочек». Те, кто пробовал, говорят, что у него привкус грецких орехов.

В Австралии все перевернуто с ног на голову, и потребление насекомых тоже. Аборигены традиционно питаются продуктами с низким содержанием жиров, причем ненасыщенных. При этом гусениц они предпочитают самых жирных. Зато кузнечиков и саранчу, которые популярны во многих странах, они почему-то не едят, хотя в этих насекомых жира почти нет и много белка. А еще австралийские аборигены крадут у насекомых запасы. Так, одно племя делает муку из семян, заготовленных муравьями.

Энтузиасты энтомофагии надеются в первую очередь на жителей стран, в которых традиционно едят насекомых, однако образованные люди, особенно горожане, не стремятся следовать примеру диких племен или бедного сельского населения и предпочитают кусок мяса, а не кузнечика или гусеницу. В результате глобализации мир переходит на западный тип питания — фастфуд и полуфабрикаты, и не собирается менять привычки. Чтобы заинтересовать этих людей энтомофагией, нужны дополнительные стимулы.

Один из них — экотуризм. Для многих стран он мог бы стать дополнительным источником дохода, и некоторые племена активно работают в этом направлении. Австралийские старейшины специально возрождают пищевые привычки аборигенов и устраивают фестивали «мяса бабочек» в надежде привлечь туристов. Всегда найдутся экстремалы, готовые поучаствовать в сезонном пиршестве. Можно также поставлять насекомых в магазины и рестораны для любителей экзотических продуктов.

Есть у насекомоядения и другие сопутствующие выгоды. Прежде всего это охрана окружающей среды. Люди в первую очередь сберегают то, что полезно для них. Если они заинтересованы в сохранении высокой численности бабочек мопане, им придется охранять деревья, на которых они кормятся. А дерево мопане дает приют не только

одноименным гусеницам, но и съедобным сладким тлям *Arytaina mopane*, и мелким медоносным пчелам. В результате несколько видов окажутся под защитой человека, а люди интенсифицируют насекомоводство.

Пища не должна быть ядовитой, следовательно, придется ограничить использование пестицидов, которые накапливаются в тканях насекомых. Заодно и сельскохозяйственные культуры станут почище. Хорошо было бы совместить приятное с полезным и съедать сельскохозяйственных вредителей, благо многие из них обладают высокой питательной ценностью. К сожалению, истинным вредителям все нипочем. В Африке жарят гигантских сверчков *Brachytrupes (Brachytrupes) membranaceus*, которые портят корни, и кузнечиков *Zonocerus variegates*, а гусениц бабочек *Cirina forda* добавляют в овощной суп, но это не приводит к заметному сокращению их численности.

Если на Юге и Востоке не все люди спешат откликнуться на призыв: «Поедая насекомых, ты охраняешь природу!», то на Западе тем более. Одно дело съесть в отпуске несколько маринованных гусениц или закусить шашлычком из личинок пальмового долгоносика, и совсем другое — включать насекомых в обычный рацион. На самом деле люди едят их постоянно, только не знают об этом. Гигиенические нормы многих стран разрешают присутствие насекомых в пище. Например, в США на 100 г шоколада допустимы 80 фрагментов насекомых; 100 фрагментов — в макаронных изделиях, 150 в пшеничной муке и 60 в арахисовом масле; в 100 г капусты брокколи можно собрать 60 тлей, трипсов или клещей. Но чего мы не знаем, того как бы и нет.

По мнению сторонников энтомофагии, людей западной цивилизации надо готовить к насекомоядению постепенно и в качестве переходной ступени использовать насекомых как корм для скота и рыбы, это дешевая альтернатива традиционным белковым



ЧТО МЫ СЪЕДИМ



добавкам. И если человек, прежде чем съесть мопане, отжимает у нее кишки, то для животных этого делать не нужно, волокна, которыми набит кишечник гусеницы, им только на пользу.

Примеры уже есть, опять-таки в Азии. В Китае личинок и куколок домашней мухи, куколок шелкопряда, мучных червей используют для откорма рыбы, свиней и крупного рогатого скота. Мука, производимая из американских тараканов *Periplaneta americana*, не уступает по питательной ценности традиционному корму, на котором японские компании выращивают карпов. (Это очень крупные тараканы, длина тела взрослой особи достигает 5 см.) Белки насекомых можно использовать и в качестве пищевых добавок для человека.

Разведение насекомых требует меньше энергии, чем производство традиционного кормового белка, и способствует сохранению окружающей среды, особенно если выращивать насекомых в промышленных условиях на пищевых отходах. К тому же на фабриках можно контролировать качество продукции, избежать загрязнения пестицидами или заражения бактериями. Промышленное разведение позволит использовать насекомых, белки которых нуждаются в обогащении. Так, съедобные гусеницы африканского шелкопряда *Anaphe venta* не содержат серосодержащих аминокислот цистеина и метионина.

A. venta — пример того, что каждому насекомому свое время. Его едят на западе Нигерии в сезон дождей, когда многие люди вынуждены питаться почти одной маниоккой. Она содержит цианогенные гликозиды, связывающие витамин тиамин. Дефицит тиамина приводит к атаксии, то есть раскоординированию мышечных движений при отсутствии мышечной слабости. Для детоксикации цианогенных гликозидов необходимы серосодержащие аминокислоты, которых африканский шелкопряд лишен. Более того, его ткани содержат фермент тиаминазу, расщепляющую тиамин. Поэтому питание *A. venta* в сезон дождей усугубляет атаксический синдром.

Некоторых насекомых надо уметь готовить. Клоп *Encosternum delegorguei*, которого едят Южной Африке и Зимбабве, богат белком и, что особенно ценно, доступен зимой, когда мопане отлеживаются под землей в стадии куколки. У него только один недостаток — оранжевые феромоны, которые плохо пахнут, очень неприятны на вкус и все вокруг пачкают. Но местным жителям феромоны не страшны, потому что они умеют обращаться с клопом. Насекомых собирают на рассвете, когда они не так активны, и трижды промывают теплой водой, чтобы заставить выделить весь запас феромонов. После этого насекомых отваривают и высушивают на солнце. Мертвые клопы феромон не отдают и, сваренные, продолжают пахнуть. На-

секомых, сваренных мертвыми, можно отличить по почерневшим животам, их лучше выбросить. У высушенных клопов удаляют крылья и едят, можно поджарить их с солью или съесть с кашей из местных злаков, называемой бум.

Другой пример — сверчок *Acanthoplus spiseri*, который становится съедобным только после того, как у него удалят голову и кишечник и прокипятят не менее пяти часов. Кипячение удаляет токсины, вызывающие сильное раздражение мочевого пузыря. Вареного сверчка обжаривают в масле и подают с томатами и луком.

Поверхность тела гусениц бабочки *Bunaea alcinoe*, обитающей в дельте Нигера, заражена бактериями, выделяющими энтеротоксин. При правильной обработке бактерии погибают, и гусеница вполне съедобна. Опытные едоки знают, как правильно готовить несъедобных насекомых, хотя, возможно, и не имеют понятия об энтеротоксине.

Если знания традиционных насекомых объединить с финансовыми и технологическими возможностями западных исследователей и производителей, можно собрать ценнейшую информацию о съедобных насекомых. Наверняка в ходе этих работ исследователи обнаружат новые биологически активные соединения и усовершенствуют технологии культивирования клеток и получения из них ценных веществ. Переход к энтомофагии решит многие проблемы, но сам собой не произойдет. Большинство людей полагает, что насекомые невкусны, бесполезны и опасны для здоровья, но приверженцы энтомофагии убеждены: возможные риски меньше, чем угроза переэксплуатации природных ресурсов, причем эта угроза затрагивает население всего мира. Возможно, стол, сервированный блюдами из насекомых, и есть то место, где могли бы сойтись Восток и Запад.

Самые поедаемые в мире насекомые

Отряд	Вид
Прямокрылые Orthoptera	Гигантский сверчок <i>Brachytripes membranaceus</i> Кузнечик <i>Zonocerus variegates</i> Мигрирующая саранча <i>Locusta migratoria migratorioides</i> Красная саранча <i>Nomadacris septemfasciata</i> Пустынная саранча <i>Schistocerca gregaria</i>
Перепончатокрылые Hymenoptera	Личинка медоносной пчелы <i>Apis mellifera</i>
Равнокрылые Isoptera	Термиты <i>Macrotermes bellicosus</i>
Чешуекрылые Lepidoptera	Гусеница бабочки мопане <i>Gonimbrasia belina</i>
Жесткокрылые Coleoptera	Личинка пальмового долгоносика <i>Rhynchophorus phoenicis</i> Водный жук <i>Eretes sticticus</i>

Еще одна песня Гамаюн

Художник Н. Колпакова



Ида Мартин

НАНОФАНТАСТИКА

Нежные лепестки ромашек трепещут в розовой закатной дымке. Солнце, по обыкновению задержавшись на пороге, ласково обнимает все, до чего еще может дотянуться. Поле и холмы пока что светлы, но тонкая полоска леса поодаль постепенно темнеет, и Мила начинает волноваться. Ей не хочется думать о новом дне. Достаточно ощущать, что она есть сейчас. Что именно в этот момент дышит, смотрит и любит все окружающее. Она пока не знает, удастся ли уберечь этот мир до завтра и, уж тем более, сколько ему еще осталось. Доносящийся из леса кукушкин счет кажется глупым и неуместным. В отличие от Милы, несмышленная птица наивно полагает, будто может отмерять время.

Папа всегда приходит с холма. Когда он показывается наверху, Мила видит его красную шапку колпаком и белый заплечный мешок.

Милин папа работает в городе, в ремонтной мастерской. Идти до города довольно далеко, но другой дороги больше нет. А эта лежит напрямик, и для ее поддержания не требуется много

серебристой крошки. Каждый день папа разбрасывает свежую крошку вдоль дороги, чтобы сохранять ее живой.

В других местах не осталось ничего, кроме пустоты и света. Те, кто хотел все успевать и жить вечно, научились извлекать время из пространства и забрали его себе. Им казалось, будто теперь у них так много времени, что можно сколько угодно его тратить, прожигать и терять. Однако никто не озаботился тем, чтобы сберечь накопленные запасы, и время стало пропадать. Оно очень быстро таяло, а потом утекало или испарялось. Минуты, часы и годы, непрожитые и безвозвратные, исчезали, словно их никогда и не было.

Но папа придумал, как добывать время из старых предметов. Он приносит сломанные компьютеры, телевизоры, телефоны, планшеты и разные другие устройства, в которых застряло потерянное время. И тогда они с Милой перемалывают их в жерновах ветряной мельницы, превращая в блестящую и легкую, точно пыль холодных звезд, серебристую крошку.

Каждое утро Мила обходит окрестности, развеивая крошку в тех местах, которые ей хочется сберечь. Вокруг дома, возле ручья, на поле и у подножья холма, даже вдоль леса, где по-прежнему еще обитают белки и птицы. Мила мечтает дать жизнь большему, но пока приходится экономить. Крошка слишком быстро поглощается пространством и почти совсем не хранится.

Папа всегда возвращается на закате, до того, как солнце спрячется за холм. Однако сегодня он почему-то задерживался. Мила давно оставила мысли о том, что может уйти в небытие одна. Это пугало, но не так сильно, как границы душевного города, милостиво позволяющего влачиться подле своего времени.

Она проверяет кармашек льняного фартука, надеясь отыскать хоть пару затерявшихся крупиц, но карман конечно же пуст. Все, что могло когда-либо там завалиться, уже давно просочились вовне.

И тут на вершине холма девочка замечает темный остроконечный силуэт. Папа наконец возвращается. Но он не один. Следом движется кто-то маленький и круглый. Идет, словно катится.

Они встречаются у подножья. Папа гладит дочку по голове:

— Все хорошо, дорогая. Не бойся. Это Ив.

Мила удивленно смотрит на мальчика. На нем длинный клетчатый пиджак и рваные на коленках брюки. Нетрудно догадаться, что он один из бездомных, перебивающихся в городе.

— Я нашел его возле дороги, — говорит папа, — он был за чертой. У него есть свое время. Ив сохраняет его и носит с собой.

— Запасов мне надолго не хватает. Поэтому приходится возвращаться обратно в город. — Голос у Ивы звонкий и веселый.

— Запасов? — удивляется Мила. — Как ты это делаешь?

— Сейчас темно, ты все равно не разглядишь, — отвечает он уклончиво.

— Ив хранит время на бумаге, между листами, — поясняет папа. — Оказывается, это очень просто. Время отлично держится на строчках.

— Я пишу все, что происходит. То, что вижу и чувствую, о чем думаю. И время само охотно укладывается на страницы. К сожалению, в городе я вижу все время одно и то же и чувствую одно и то же. Мне страшно, что скоро писать будет не о чем. Поэтому приходится уходить. Искать новые места.

— Тоже мне проблема! — усмехается Мила. Ей становится как-то удивительно легко и приятно. — Я покажу тебе много чего нового. Ты видел когда-нибудь, как порхают бабочки? А капельки росы в паутине? Или, хочешь, я принесу тебе горсть черной свежей земли? Она теплая и пахнет жизнью.

Мила протягивает руку, и мальчик благодарно сжимает ее ладонь.

Лес, поле, холмы и мельница неспешно погружаются во тьму. Маленький мир замирает, нежась в дремотном успокоении, и только прекрасная птица Гамаюн упорно вещает о своей правоте голосом обыкновенной кукушки.

Отчего пиво пенное?



РАССЛЕДОВАНИЕ

Есть много способов проверить качество пива. Рассказывают, например, что немецкие пивовары, прежде чем принять в свой цех нового мастера, сажались в кожаных штанах на лавку, политую сваренным им пивом. Если спустя некоторое время они вставали вместе с приклеившейся лавкой — испытание считалось успешно пройденным. Стойкая пена — еще одна из примет хорошего пива. «Настоящий любитель нарисует на пене, что стоит над свеженалитой кружкой, лицо, и, если пиво хорошее, оно не исчезнет, даже когда кружка опустеет», — так рассказывает студентам на спецкурсе по пивному производству Карл Зиберт из Корнелловского университета, в прошлом сотрудник пивоваренной компании в Детройте. Что интересно, на курс записывается очень много студентов, обучающихся ресторанному и туристскому бизнесу, однако не все остаются, когда выясняется, что это вовсе не дегустация пива, а много химии и биологии на довольно высоком уровне. Недавно Карл Зиберт вплотную подошел к решению вопроса о том, что именно обеспечивает стойкую пивную пену («Journal of the American Society of Brewing Chemists», 2014, 72, 2, 79—87; <http://dx.doi.org/10.1094/ASBCJ-2014-0319-01>).

Согласно физико-химическому определению, пена — это дисперсная система, состоящая из газовой дисперсной фазы и твердой или жидкой дисперсионной среды. Такая система термодинамически неустойчива, что быстро проявляется, если стенки пузырьков сделаны из жидкости. Под действием силы тяжести жидкость стекает вниз, стенки пузырьков утончаются, и давление газа в конце концов их прорывает. Еще работает коалесценция: крупные пузырьки растут за счет мелких. Управляет этим процессом закон Лифшица — Вагнера — Слэзова, согласно которому распределение частиц по размерам в коалесцирующей системе, изначально симметричное, со временем все более смещается в сторону больших размеров. Причина в том, что у крупных частиц, в данном случае у пузырьков, меньше удельная, рассчитанная относительно объема, площадь поверхности, что дает им энергетический выигрыш. Но чем больше площадь поверхности пузырька, тем больше вероятность, что где-то стенка станет очень тонкой и лопнет. Газ может и просачиваться наружу, из-за чего пузырьки, лишившись внутренней поддержки, схлопываются.

Обратному процессу — образованию пены — могут способствовать различные факторы. В их число входят и ван-дер-ваальсовы силы, связывающие молекулы стенки воедино, и кулоновские силы, созданные ионами растворенных веществ. Молекулы, обладающие гидрофильными и гидрофобными концами, формируют трехслойную пленку, заключая между собой слой воды, при этом срабатывает эффект Мараньони — поверхностно-активное вещество, снижающее поверхностное натяжение жидкости, помогает быстро затянуть возникающие на пленке тонкие места, то есть не дает пузырьку лопнуть. В частности, именно так устроен мыльный пузырь, в котором два слоя мыла защищают расположенный между ними слой воды от испарения и повреждений.

А какой механизм работает в пивной пене? Какие вещества обеспечивают ее стойкость? Оказывается, несмотря на много-

летние исследования, полной ясности нет, поскольку речь идет о продукте со сложным составом: каждый автор предлагает свой выбор механизма из трех возможных. С химическим агентом также нет ясности. На первых порах исследователи отделяли пену от пива, осаждали ее и изучали состав. В результате был сделан вывод, что ее главные компоненты — один или несколько белков, содержащихся в ячменном зерне, а также происходящие из хмеля изо-альфа-кислоты, которые, в частности, обеспечивают пиву горечь и аромат, и, конечно, образующий пену углекислый газ. А вот о роли спирта, вязкости или кислотности нет единого мнения: имеются противоречивые результаты, указывающие, что изменения этих параметров могут а) пену ослаблять, б) пену усиливать, в) никак не влиять на пену. Аналогичным образом ионы многих металлов — алюминия, кобальта, никеля, кальция, калия, меди, олова или цинка — продемонстрировали либо способность усиливать пену, либо не оказывать никакого влияния. Видимо, на изучение этих ионов технологов вдохновили рассказы о том, что воды некоторых источников дают изумительное пиво, которое невозможно воспроизвести в других местах.

Дальнейшие изыскания еще больше увеличили путаницу. Так, было установлено, что в формировании пены участвует альбумин — водорастворимая фракция белков ячменя. (Еще бы, откуда в пиве взяться нерастворимой фракции? Такое только в мутно-белом пшеничном пиве бывает.) Попытки же выяснить, что это конкретно за белок, оказались неудачными. Одни ученые нашли, что главный белок состоит преимущественно из основных аминокислот. Другие выявили в нем большое количество ароматических аминокислот. Третьи предположили, что это гликопротеин — белок, к которому приделаны сахарные цепочки. Возникло мнение, что это не один белок, а два — так называемый белок переноса липидов через клеточную стенку LPT1 (от Lipid Transfer Protein) и Z-белок (этот белок, из числа серпинов, предположительно ингибирует пищеварительные ферменты насекомых — так ячмень пытается защитить свое зерно от поедания; именно он — основной белковый компонент пива).

Возникла дискуссия и о том, какая из изо-альфа-кислот хмеля для пены лучше. В частности, было замечено, что в хорошей пене гораздо больше транс-, чем цис-кислот, а если кислота находится в восстановленном состоянии, например в форме тетрагидроизо- альфа-кислоты, то пена будет еще крепче.

На старые дрожжи



ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

Пару лет назад в новостных лентах прошло сенсационное сообщение: родина европейских пивных дрожжей — Латинская Америка. Эта версия мне показалась неубедительной, пришлось провести расследование, результатам которого хочу поделиться с читателями журнала.

Обычно археологи работают с предметами материальной культуры, восстанавливая по ним события истории. Однако есть и другое поле для изысканий — геномы домашних животных и растений. Изучая их, можно выявить диких предков и соответственно узнать, где могли жить люди, приручившие этого предка, — то есть получить информацию о переселении народов либо о культурных связях между ними. То же относится и к «домашним» микроорганизмам. Казалось бы, рутинная работа по поиску диких предков пивных дрожжей привела португальских исследователей во главе с Жозе Паулу Сампайо из Нового Лиссабонского университета к неожиданному взгляду на события полутысячелетней давности.

Еще в словаре Брокгауза и Ефрона 1898 года издания написано, что дикие родственники пивных дрожжей не обнаружены. Их так и не сумели найти за сто с лишним лет, что и вызвало интерес португальцев к этой проблеме («Proceedings of the National Academy of Science», 2011, т. 108, № 35, с. 14539).

Суть их исследования была следующей. Есть две разновидности пивных дрожжей: верхняя и нижняя. Первые вызывают бурное брожение при комнатной температуре и всплывают наверх, образуя густую пену, откуда и название. Вторые бродят медленнее — до четырех месяцев! — и при низкой температуре (сначала 4—12°C, а потом и вовсе почти при нуле); сами же оседают на дно. Именно вторым способом, по данным Брокгауза и Ефрона, делают пиво в Германии, Австрии и России. Пиво низового брожения хорошо хранится, его легко перевозить на большие расстояния. В Баварии его называют лагером, в Чехии — пильзнером, а пиво верхового брожения — элем. Генетический анализ культуры современных дрожжей для производства лагеря, принадлежащей к виду *S. pastorianus*, показал, что это потомок двух видов грибов. Один, очевидно, был штаммом хорошо известных пекарских дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, они же теплолюбивые верхние дрожжи. А вот второй предок, от которого дрожжи для лагеря и унаследовали холодоустойчивость, ученым незнаком. Причем настолько, что поиск в европейских коллекциях дрожжей (а число их разновидностей со времен первооткрывателя Луи Пастера уже перевалило за тысячу) положительного результата не дал. Тогда португальские исследователи обратились к другим материкам.

Изучение грибов Ближнего Востока (все-таки родина земледелия) было тщетно, а вот за океаном их ждала удача. Диего Либкинд из Института биоразнообразия и окружающей среды в аргентинском Сан-Карлосе-де-Барелоче

Этот разнобой, который мешал технологам сосредоточиться на решении главной задачи — определить, сколько чего и на какой стадии надо добавить, — заставил Зиберта провести математическое моделирование, то есть построить зависимость некоего показателя устойчивости пены от значений параметров, характеризующих пиво. Система сложная, поэтому было выбрано четыре параметра: содержание альбумина, изокислот, спирта и показатель pH. Для получения формулы, которая связала бы их воедино, надо построить четырехмерную таблицу, проварьировав каждый из параметров в пределах неких границ с определенным шагом. При этом от числа параметров число экспериментов растет как степенная функция. Например, если каждый параметр имеет всего по три значения, то для двух параметров выйдет 9 экспериментов, для трех — 27, а для четырех — 81. Для пяти точек — соответственно 25, 125 и 625! Это если решать задачу в лоб. Однако специальная наука — техника эксперимента — позволяет существенно сократить число отдельных опытов для получения искомой зависимости с приемлемой точностью.

Этими-то хитростями и воспользовался Зиберт. В своих опытах он смешивал растворы всех четырех компонентов (для регулирования кислотности использовал буферный раствор, приготовленный из ледяной уксусной кислоты и гидроксида калия), и по десять раз с интервалом в одну минуту резко встряхивал каждую пробирку. А спустя полчаса измерял высоту оставшейся пены. Обработка данных позволила вывести формулу, описывающую зависимость высоты пены от взаимодействия всех четырех параметров. Но формула оказалась плоха. Так, максимальная пена получалась при среднем содержании спирта и низком pH. Однако пивоварам известно, что чем выше pH (а это свойственно сортам пива с высоким содержанием солода), тем крепче пена. Чтобы убедиться в этом, Зиберт купил в местной лавке три сорта пива, отличающихся содержанием солода. Бутылки открыли, выдержали сутки, чтобы из них вышел газ, и стали менять в них pH, доливая соляную кислоту или едкий натр. Действительно, чем выше pH (то есть чем менее кислое пиво), тем лучше пена: для среднего американского лагеря различие ее высоты после получаса отстоя менялось от 7 до 22 мм (pH 3,7—4,6). Затем купили два сорта безалкогольного пива и стали доливать в них спирт. Он подействовал неожиданно: сначала крепость пены падала, а по достижении 3 об. % начала расти и дала пик на 8—10%.

Чем же нехороша была построенная модель? Чтобы ответить на этот вопрос, Зиберт решил выяснить, точно ли один и тот же механизм отвечает за формирование пены в модельной системе и в реальном пиве. Поставили опыты с поваренной солью — ионы Na^+ и Cl^- должны были блокировать ионные связи в пене, — диметилформамидом, блокирующим водородные связи, и с диоксаном, который снижает гидрофобные взаимодействия. И в самом деле, механизмы оказались разными: в модели пену убивала соль, а в пиве — диметилформамид. Из таблицы взяли данные о заряде белков при разных pH, и оказалось, что Z-протеин как раз и обладает большим зарядом, в отличие от LPT1. Вот она, ошибка, в модели слишком много Z-белка, решил Зиберт и в последующих опытах стал использовать экстракт альбумина, в котором белка LPT1 было гораздо больше. И действительно, дела пошли на лад: пена по мере роста pH становилась все лучше, но среднее содержание спирта по-прежнему оказывало на нее самое благотворное действие. Это-то и раскрыло предыдущие загадочные данные о влиянии спирта. Исследователи попадали в разные области значений его содержания и видели каждый свой кусочек общей кривой с горбом: кто-то наблюдал убывание, а кто-то возрастание стойкости пены с возрастанием концентрации спирта.

И вот теперь, имея в руках формулу Зиберта, пивовары знают, в какой пропорции нужно смешивать компоненты, чтобы пена была хорошей. Ну и конечно же всем стало ясно, что зерно должно быть с большим содержанием LPT1. Есть работа для селекционеров.

С.Анофелес

нашел родственные виды дрожжей. Они обитают в крупных галлах — наростах, которые образуют на растениях всевозможные насекомые для выращивания своих личинок, — на ветках антарктического бука и его родственников. Растет же этот бук в Патагонии. По наблюдениям Либкинда, отвалившиеся зрелые галлы порой образуют под деревьями сплошной ковер, а дрожжи в них столь активны, что он отчетливо пахнет спиртом. Сравнение генома с известными, которое провели коллеги из США, показало, что это новый вид. Его назвали *Saccharomyces eubayanus*, а отличие от тех участков генома штамма *S. pastorianus*, работающего на дне пивной бочки, что были получены от неизвестного предка, составило всего пять процентов. Разница связана с генами, регулирующими работу с сахаром и сульфатами таким образом, чтобы оптимально организовать жизнь в изобильных условиях пивной закваски. Вот так получилось, что баварский лагер напрямую связан с далекой Патагонией.

Как же патагонские дрожжи попали в Европу? Вряд ли они были занесены каким-то случайным образом, скажем в кишечнике дроздофилы, переплывшей океан на испанском галеоне. Логичнее предположить, что какой-то сведущий в биотехнологии конкистадор забрел в патагонский лес в поисках Эльдорадо, увидел пахнущий спиртом галловый ковер, сунул пару орешков с чудесными дрожжами в кошель, а потом, вернувшись в Европу, применил их в качестве закваски.

Эта красивая версия разбирается вдребезги при столкновении с действительностью. Дело в том, что в 1420 году, когда

в Баварии, по данным Немецкого института пива, сварили первый лагер, никаких конкистадоров в Патагонии быть не могло: только в 1492 году Христофор Колумб достиг берегов Кубы. До устья Ла-Платы, где в 1536 году Педро Мендоса основал аргентинскую базу конкистадоров — Город Пресвятой Троицы и порт Богоматери Святой Марии Хороших Ветров, нынешний Буэнос-Айрес, — первая испанская экспедиция добралась лишь в 1516 году. Ею командовал Хуан Диас де Солис, которого туземцы там же и съели на глазах у оставшихся на борту товарищей. А в лежащую южнее Патагонию они плавали еще позже.

Получается: либо сообщение с Новым Светом было налажено ранее, либо искомые предки холодостойких дрожжей обитают где-то в другой, более близкой к Баварии стороне, которая выпала из рассмотрения португальских ученых. Но тогда и слава родины лагера может покинуть землю Баварии. Однако никаких упоминаний о том, что какие-то европейцы заправляли свои пенные напитки галлами, найти не удастся. Все рецепты кваса и пива включают ранее полученные культуры дрожжей либо дикие дрожжи, живущие на поверхности различных ягод, из которых делают закваску, — винограда, малины... В общем, перед археологами-генетиками возникла небольшая, но интересная задача о путях распространения технологий в Средневековье.

П.Данилов



АРХИВ

Как фальсифицировали пиво

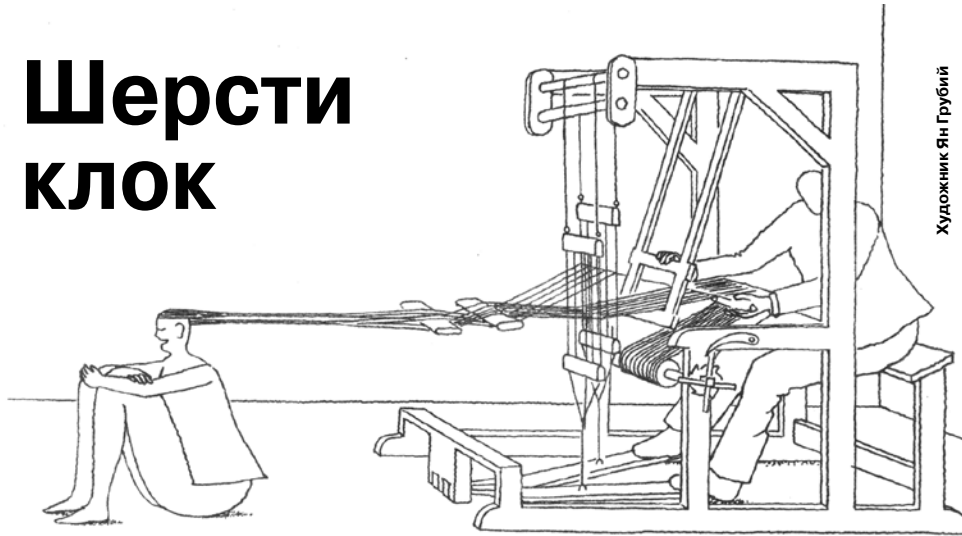
Энциклопедический словарь Брокгауза и Эфрона. СПб, 1898, т. XXII

Часто вместо ячменя применяются картофельная мука, сахарная патока и т. п., между тем приготовленное таким образом пиво отличается не только меньшей питательностью (сравнительно малое содержание белковых веществ, калия, фосфорной кислоты и т. д.), но оно, благодаря возникающим при брожении этих суррогатов высшим гомологам этилового спирта, может быть прямо вредным для здоровья потребителей; наконец, такие сорта пива обыкновенно содержат чересчур много алкоголя. Замена ячменя рисом, маисом, пшеном и т. п. гигиениста мало интересует, если приготовленное из них пиво носит название, ясно указывающее на происхождение его. Для придания пиву более приятного вкуса, чтобы содействовать образованию белой и более густой пены, а нередко и с целью скрытия испорченного (ненормально выбродившего) пива, к нему прибавляют большее или меньшее количество глицерина (иногда до 1 литра на 1000 литров). Хотя умеренное прибавление глицерина в пиво в некоторых местностях и разрешено, но с санитарной точки зрения оно нежелательно, так как продажный глицерин нередко содержит тяжелые металлы, щавелевую, муравьиную кислоты и т. д.; даже безусловно чистый глицерин нельзя признать индифферентным для животного организма веществом. Очень часто к пиву, в особенности к таким сортам его, которые отличаются сравнительно слад-

ким вкусом, прибавляют сахарин. Ввиду того что действие малых доз этого вещества на организм пока нельзя считать выясненным, а большие приемы действуют безусловно вредно и принимая во внимание, что сахарин встречается в продаже очень часто фальсифицированным, гигиена восстает против применения этого продукта, служащего сплошь и рядом для придания сладкого вкуса разбавленному водой и подкрашенному жженым солодом (Farbmaltz) так называемому «черному», «бархатному» пиву. Иногда, из-за невежества фабрикантов, для просветления пива применяются серная кислота как таковая или в смеси с квасцами; этот прием заслуживает строгого преследования. Для консервирования пива, а иногда и для улучшения уже испорченного продукта применяются салициловая и борная кислоты, бура, кислый сернистокислый кальций и т. п. вещества. За исключением тех сортов пива, которые предназначены для вывоза и которые, стало быть (в особенности в летнее время), подвержены в сильной степени порче, пиво не должно содержать никаких посторонних консервирующих веществ. Консервирование пива вполне достигается умеренным окуриванием бочек чистой серой и применением общепринятой в деле пивоварения смолы (Brauerpech). К кислому, испорченному пиву иногда прибавляют соду или поташ для нейтрализации кислот, что, однако,

удаётся лишь при сравнительно слабой общей кислотности пива. С санитарной точки зрения такие манипуляции нежелательны. Для подделки цвета пива пользуются сахарным подцветом (Zuckercouleur), жженым солодом (Farbmaltz) или даже пикриновой кислотой. Применение последней должно считаться безусловно вредным. Часто говорят о прибавлении к пиву посторонних горьких веществ вместо хмеля. При многочисленных исследованиях как заводского, так и лавочного пива, произведенного в Москве, Блауберг ни разу не нашел посторонних горьких веществ в исследуемых пробах. Но в литературе есть достоверные указания на то, что к пиву вместо хмеля прибавляются следующие вещества: *Menyanthes trifoliata* (трилистник), *Cort. quercus* (дубовая кора), *Artemisia absinthium* (полынь), *Quassia amara* (квассия), *Radix gentianae* (корень горечавки), *Aloe* (сабур), *Cocculi indic*i (рыбьи ягоды), *Semina strychni* (чилибуха), *Colchicum autumnale* (семена безвременника), *Capsicum annuum* (турецкий перец), пикриновая кислота и т. д. Правда, между названными веществами есть некоторые, которые могут быть применяемы при пивоварении без ущерба для здоровья потребителей (трилистник, дубовая кора, полынь и корень горечавки), но, в общем, гигиена восстает против применения какого бы то ни было суррогата хмеля, и в этом отношении ее интересы сходятся с интересами лучших фабрикантов.

Шерсти клок



Художник Ян Грубий



НАУЧНЫЙ КОММЕНТАТОР

Криптозоолог — это человек, изучающий животных, которых никто не видел. Только неясный силуэт промелькнул за деревьями, оставив размытое изображение на пленке, невиданные следы на земле и клочки шерсти, которые исследователь затрудняется идентифицировать. Однако невозможность опознать того, кто возился в кустах, не означает, что там был именно йети. Отсутствие прямых доказательств подрывает доверие к криптозоологам, но теперь у них появился шанс доказать свою правоту. На тех самых волосках, которые они бережно собирали и хранили, остались фолликулы и кусочки кожи, из которых современные технологии позволяют извлечь ДНК и сравнить ее с генными последовательностями разных видов животных, имеющимися в обширной базе данных. Если окажется, что прочитать последовательность ДНК можно, а идентифицировать — нет, значит, шерсть принадлежит неизвестному виду животного. Если же бывшего обладателя волос удастся определить до вида, разговор о снежном человеке беспредметен.

В 2004 году бельгийские и американские исследователи опубликовали результаты анализа последовательностей гена рибосомной 12S РНК митохондрий, выделенных из шерсти йети (Milinkovitch M. et al., «Molecular Phylogenetics and Evolution», 2004, 31, 1—3, doi:10.1016/j.ympev.2004.01.009). Ученые заключили, что это неуловимое существо состоит в тесном родстве с копытными, в том числе лошадей, зебр и носорогов, однако поведением напоминает крупных приматов. Затем авторы работы пожелали коллегам чувства юмора и поздравили их с Днем дурака — номер был апрельский.

В июле 2005 года девять жителей Теслины (Юкон) наблюдали из окна кухни, как сквозь кусты ломится большое двуногое животное. Следующим утром они обнаружили в кустах пучок грубых темных волос и отпечаток ноги 42 см в длину и 11,5 в ширину. Волосы отправили местному специалисту, который опре-

делил их как шерсть бизона *Bison bison*. Канадские ученые из Университета Альберты выделили ДНК из корней этих волос и подтвердили, что их обладатель, безусловно, жвачное и, скорее всего, североамериканский бизон («Trends in Ecology and Evolution», 2005, 21, 2, 60—61, doi:10.1016/j.tree.2005.11.010). Либо прав Мишель Милинкович с коллегами, говорят они, либо эта шерсть не имеет к йети никакого отношения, причем логика требует предпочесть второй вариант.

Наконец, специалисты из Франции, Швейцарии, Германии и Соединенных Штатов под руководством профессора Оксфордского университета Брайана Сайкса, известного исследователя ДНК из древних костей и мумифицированных останков, провели масштабное исследование («Proceedings of the Royal Society B», 2014, 281, 20140161, doi:10.1098/rspb.2014.0161). Они проанализировали 37 образцов волос снежного человека из музеев и индивидуальных коллекций. Длина волосков составляла 2—4 см. Из них выделили последовательности гена рибосомной 12S РНК митохондрий и сравнили с известными генами той же РНК разных видов.

Выделить ДНК удалось из 30 проб, среди которых три образца шерсти йети из Индии, Бутана и Непала, восемь российских алмасты, один суматранский лесной человек (оранг пендек) и восемнадцать бигфуты из Соединенных Штатов. Судя по волосам, один из этих бигфуты оказался *H. sapiens*. Остальные образцы принадлежали псовым (волк, койот или сабака), енотам, медведям, коровам, овцам, разным видам оленей и лошадям. Оранг пендек оказался тапиром, непальский йети — копытным животным, суматранским сероу *Capricornis sumatraensis*. В некоторых случаях шерсть, которую принимали за волосы снежных людей, принадлежала животным, нетипичным для данной местности. Так, два образца волос алмасты оказались шерстью енота-полоскуна *Procyon lotor* и черного медведя барибала *Ursus*

americanus — североамериканских видов, которые не водятся в России. Но самое удивительное, что шерсть йети из Индии и Бутана на самом деле принадлежит белому медведю *Ursus maritimus*, причем не современному виду, а ископаемой форме, жившей около 40 тысяч лет назад. Экземпляр из Индии добыл примерно 40 лет назад опытный охотник, который уверял, что подстреленное им существо вело себя совсем не так, как обычный в тех местах бурый медведь *U. arctos*, повадки которого охотнику хорошо известны. Второй образец найден в бамбуковом лесу на высоте 3500 метров, в месте, которое сочли гнездом бутанского йети. Индийский образец золотисто-коричневый, бутанский — красно-коричневого цвета.

Исследованный фрагмент ДНК очень короткий, поэтому полученные результаты можно считать предварительными. Вероятность того, что белые медведи могли забрести в Гималаи, исчезающе мала. Скорее, шерсть принадлежит неизвестным видам, произошедшим в плейстоцене от скрещивания бурого и белого медведя (у этих видов общий предок). Такая гибридизация и сейчас случается на островах у побережья Аляски, потомки жизнеспособны, и шерсть у них не белая. Неизвестный вид медведей вполне может послужить основанием легенды о йети, особенно, если, как утверждал охотник, эти медведи более агрессивны по отношению к людям, чем бурые.

Трудно сказать, будут ли биологи искать в Гималаях потомков белого медведя. Вопрос о снежном человеке тоже остается открытым. Доказательств его существования ученые не нашли, но это не значит, что йети действительно нет. Более того, исследователи фактически поддержали криптозоологов, предложив им надежный метод, который позволяет идентифицировать каждый клочок шерсти и перейти от спекуляций к научно обоснованным доказательствам. Будем надеяться, что эта работа не положит начало слухам о том, что снежный человек — гибрид неандертальца и белого медведя.

Н. Резник

Опыты на приматах

Ладно, мучайте мышей и лягушек, говорят ученым защитники природы, но оставьте в покое обезьян. Они как люди, у них высокий интеллект, любовь и дружба, нельзя на них опыты ставить! Ученые в общем-то готовы к диалогу на эту тему и стараются, где можно, обойтись низшими животными и клеточными модельными системами. (Еще и потому, что содержание приматов в виварии — дорогое удовольствие.) Под давлением общественности Национальный институт здравоохранения США отправил в почетную отставку сначала примерно сто, затем еще более 300 шимпанзе, на которых проводились биомедицинские исследования, оставив около 50. Все же есть такие области науки, где заменить обезьян не может никто. Ни люди, ни другие животные.

Причина многих серьезных заболеваний кроется в нашем геноме. Такие болезни, как и многие другие, исследуют на модельных животных — есть линии мышей и крыс, генетически склонных к эпилепсии, раннему развитию болезни Альцгеймера, боковому амиотрофическому склерозу и т. п. Животных с нужными генетическими изменениями специально отбирают или, в последние десятилетия, получают методами генной инженерии. Для лучшего понимания природы многих заболеваний, особенно связанных с высшими психическими функциями человека, исследователи пытаются создавать трансгенных обезьян. Но это оказалось сложнее, чем с мышами: приматы не так плодовиты и неприхотливы и лишь небольшой процент пересаженных яйцеклеток с генными модификациями нормально развивается. К тому же до сих пор приходилось использовать не слишком надежные методы, такие, как встраивание нужного участка ДНК в геном с помощью ретровирусов или лентивирусов. Результат «редактирования» генома при этом сложно предсказать.

Решить эту проблему помогла открытая международной группой ученых методика «разрезания» ДНК в строго заданном месте — метод CRISPR/Cas9 (см. «Химию и жизнь», 2014, № 7). С помощью CRISPR/Cas9 китайским ученым под руководством Синсюй Хуаня, генетика из Центра исследований модельных животных университета Нанкина, уже удалось получить трансгенных обезьян. Для эксперимента выбрали макаков-крабоедов *Macaca fascicularis*: эти животные невелики, достаточно плодовиты, менструальный цикл у них сходен с человеческим. Двадцати девяти обезьянкам ввели зародыши, содержащие гены с мутациями. Десять из них забеременели, к сожалению, у одной беременность прервалась раньше срока, но остальные ожидали кто по одному малышу, кто двойню или тройню. Статья в февральском номере журнала «Science» была посвящена рождению двойняшек, фотографии которых вскоре обошли все новостные ленты. Анализ тканей (из плаценты, пупочной вены и проколото уха) показал, что у обеих обезьянок произошли планируемые замены в двух генах: *Ppar-γ*, который помогает регулировать метаболизм глюкозы, и *Rag1*, который принимает участие в процессе рекомбинации генов иммуноглобулина и отвечает за разнообразие клеточных рецепторов Т-лимфоцитов, а значит, важен для нормальной работы иммунной системы.

Следует отметить, что в тканях и эмбрионах, и родившихся обезьян имеются генетически разные клетки, то есть наблюдается мозаицизм. По мнению ученых, это произошло из-за того, что редактирование генома CRISPR/Cas9 происходило



на разных этапах формирования эмбриона: в одних клетках исправления были сделаны, в других нет. Тем не менее обе обезьянки родились здоровыми и нормально развивались.

Авторы работы подчеркивают, что это только первый шаг на пути к успеху. Так, группа ученых под руководством Хидеюки Окано, специалиста в области стволовых клеток из японского Университета Кейо, считает CRISPR/Cas9-метод перспективным для моделирования на приматах таких заболеваний, как аутизм и нарушения иммунитета

Niu, Y. et al. Generation of Gene-Modified Cynomolgus Monkey via Cas9/RNA-Mediated Gene Targeting in One-Cell Embryos. «Cell», 2014, 156, 4, 836–843, doi: 10.1016/j.cell.2014.01.027.

Экспериментально доказано, что поведение человека меняется к лучшему, когда на него кто-то смотрит, даже если наблюдатель — всего лишь изображение на стене. Под взглядом нарисованных глаз подопытные становились более щедрыми, честными и чистоплотными, но, когда их опросили, выяснилось, что никто из них не понимает, что именно изменило его поведение. Это значит, что в сознании человека есть некий мощный механизм, который распознает другого представителя вида *Homo sapiens* и корректирует поведение хозяина, чтобы тот не потерял уважения соплеменников. Изображение глаза на амулете, плакат «Старший Брат смотрит на тебя», портрет вроде того, что описал Гоголь в «Петербургских повестях», — все они используют этот эффект.

Группа ученых из Великобритании и Нидерландов решила провести аналогичный эксперимент на шимпанзе, потому что именно у них склонность к распознаванию лиц выражена сильнее, чем у других человекообразных обезьян, хоть до самого человека им и далеко. Шимпанзе *Pan troglodytes* живут социальными группами с жесткой иерархией, и репутация для них так же важна, как и для людей, поэтому ученые предположили, что результаты экспериментов над людьми и шимпанзе совпадут.

Маленькую экспериментальную комнату делили пополам прозрачной перегородкой с отверстиями достаточного размера, чтобы просунуть руку. На дальнюю стену комнаты вешали упрощенное черно-белое изображение верхней части лица шимпанзе. С одной стороны сажали шимпанзе, а с другой раскладывали материальные ценности — арахис (предпочитаемое обезьянами лакомство) и морковь, нарезанную кусками того же размера, что и орешки (не такую вкусную, с точки зрения подопытных). Изображение повесили не прямо за орехами и морковью, а сместили вправо, чтобы посмотреть, будут ли обезьяны брать ближние к нарисованной физиономии кусочки или начнут с дальних. Эксперимент повторяли с теми же картинками, разрезанными на куски и склеенными в произвольном порядке, чтобы соотношение черного и белого было таким же, но смысла изображение не несло, — это был контроль. Предполагалось, что испытываемые будут дольше колебаться «в присутствии» лица, причем доминантные особи выберут арахис, а их менее привилегированные сородичи предпочтут не рисковать и довольствуются морковью.



Действительно, шимпанзе более низкого ранга колебались при выборе заметно дольше, если видели изображение лица, но доминантные особи в обоих случаях думали недолго. Они смелее брали кусочки, ближние к рисунку (возможно, торопясь завладеть ими, пока «другой шимпанзе» не сползал). Обезьяны несколько дольше разглядывали изображение лица, чем бессмысленную картинку, впрочем, результат не был статистически достоверным, и это не заставило их предпочитать морковь арахису. Затем ученые решили повторить эксперимент, слегка изменив условия. Глаза выделили оранжевым цветом на черно-белом фоне, изображение приблизили, а из зоны досягаемости убрали морковь, чтобы упростить выбор, но за орехами заставили тянуться дальше (то есть ближе к оранжевым глазам). На сей раз доминантные особи думали в среднем дольше, чем остальные, а предпочтения дальних либо ближних к портрету кусочков не наблюдалось.

Таким образом, прогнозы ученых не очень хорошо подтвердились, но отрицательный результат — тоже результат: теперь науке известно, что шимпанзе придают меньше значения взглядам нарисованных глаз, чем мнительные люди. Впрочем, исследование охватило только одну популяцию, члены которой уже привыкли к соседству с человеком и физиономиям за стеклом, человеческим или обезьяньим. Возможно, в других условиях результат лучше бы соответствовал ожиданиям.

Claire A. Higgins et al. *Microenvironmental reprogramming by D. Nettle, K.A. Cronin, M. Bateson Responses of chimpanzees to cues of conspecific observation*. «*Animal Behaviour*», 2013, 86, 3, 595–602, DOI: 10.1016/j.anbehav.2013.06.015

На Чемпионате мира по футболу 2014 года мимо матча Германия — Бразилия со счетом 7:1 произошло еще одно необыкновенное событие. Хулиано Пинто, 29-летний бразилец с парализованными ногами, на церемонии открытия встал из инвалидной коляски в экзоскелете, управляемом сигналами мозга, и ударил по мячу. Экзоскелет создали в лаборатории Мигеля Николелиса (Медицинский центр Университета Дюка, <http://www.nicolelislabs.net/>), где уже много лет работают над созданием интерфейсов «мозг — компьютер». Там делают и другие удивительные вещи, например передают осязательную и моторную информацию от одной крысы к другой, так что одно животное выполняет задание, а другое учится вместе с ним (интерфейс «мозг — мозг»), или создают у крысы шестое чувство — позволяют ей воспринимать инфракрасное излучение, невидимое для нормальных грызунов. Но есть опыты, в которых могут участвовать только приматы. Крысы и мыши не способны управлять протезом руки — у них нет ни рук, ни соответствующих зон мозга.

Результаты такого исследования были опубликованы в ноябре 2013 года. В эксперименте участвовали два макака-резуса *Macaca mulatta*, самец и самка. Настоящих протезов им не

делали, они управляли компьютерными изображениями рук, которые должны были ловить на экране квадраты или круги, причем действовать надо было обеими руками одновременно. Это важно: управление двумя конечностями сложно взаимосвязано, это не механическая сумма действий, необходимых для перемещения правой и левой. (Подобные опыты делались и раньше, животные и люди в них управляли курсором, виртуальной рукой или рукой-роботом, но не двумя руками сразу.)

Исследователи регистрировали сигналы от сотен нейронов в различных зонах обоих полушарий мозга обезьян. Нейронные сигналы по специальному алгоритму преобразовывались в движения виртуальных рук; аналогичным образом мозг мог бы управлять и механическими руками в реале. Самка сначала двигала руками на экране с помощью джойстиков, потом ей позволяли действовать отключенными джойстиками, однако настоящие управляющие сигналы шли уже от мозга. На последнем этапе передние лапы обезьяны мягко фиксировали и прятали за непрозрачной заслонкой, так, чтобы она видела только руки на экране. Самец сначала просто смотрел, как двигаются виртуальные руки, а потом сразу начинал учиться управлять ими (очевидно, таков будет порядок обучения и у парализованных пациентов). Эксперимент вполне удался, оба животных успешно накрывали мишени виртуальными руками. Интересно, что результаты обезьян улучшались со временем, при этом изменялись и паттерны активности мозга — он приспосабливался к новым возможностям.

Как отмечают авторы статьи, создание компьютерной программы, в которой реальный мозг управляет рисованными руками, — само по себе полезное достижение. Предполагается, что виртуальные руки, которыми мог бы двигать парализованный человек, станут эффективным тренажером, который поможет подготовиться к управлению протезом или экзоскелетом; человеку важно видеть, что он действует рукой, а не условным значком курсора. И конечно, огромна теоретическая значимость таких экспериментов.

Совсем недавно команда Николелиса опубликовала еще одну статью — они продолжительное время регистрировали сигналы с электродов в мозгах макак-резусов, которые жили обычной жизнью: питались, выполняли различные задачи, общались с сородичами. Возможно, дальше все будет как с геномикой: когда огромное количество подобных данных перейдет в качество, наш взгляд на нейрофизиологию может сильно измениться.

P.J. Ifft, S. Shokur, Z. Li, M.A. Lebedev, M.A.L. Nicolelis. *A Brain-Machine Interface Enables Bimanual Arm Movements in Monkeys*. «*Science Translational Medicine*», 2013, 5, 210, 210ra154, doi: 10.1126/scitranslmed.3006159.

D. Schwarz et al. *Chronic, Wireless Recordings of Large Scale Brain Activity in Freely Moving Rhesus Monkeys*. «*Nature Methods*», 2014, 11, 670–676, doi:10.1038/nmeth.2936.

Подготовили
С.Фролова, Р.Канина, Е.Клещенко



Тренировка бельгийских овчарок малинуа

Фото любезно предоставлено
руководством Ростовской школы
служебно-розыскного
собаководства (Ростов-на-Дону)

Собачий нос — онколог-диагност

Среди собачников, и не только собачников, давно ходят рассказы о том, что их питомцы чувствуют малейшие перемены в самочувствии хозяина. Главный сенсор в данном случае — собачий обонятельный анализатор, чувствительность которого невероятна. Помимо того что обонятельных рецепторов в носу собаки очень много, их сигналы обрабатываются мозгом с помощью алгоритмов, отточенных за миллионы лет эволюции. Технические устройства для распознавания летучих соединений с параметрами, хотя бы приближающимися к собачьим, не существует, и вряд ли они появятся в скором будущем. Поэтому полицейские собаки остаются главным инструментом быстрого выявления наркотиков, взрывчатки и оружия.

Развитие опухоли — системный процесс, затрагивающий на ранних стадиях все основные системы организма. Эти изменения вызывают сдвиги в концентрации множества летучих веществ, создающих неповторимый запах человека. Идея натаскать собаку на выявление онкологических заболеваний достаточно тривиальна, и наверняка энтузиасты много раз пытались это сделать. Но серьезные публикации с

описанием успешных результатов появились лишь относительно недавно.

Несколько слов об отличиях серьезных публикаций от несерьезных. Несмотря на весь формализм подхода, связанного с расчетом импакт-факторов научных журналов, их величина остается надежным критерием качества публикаций. Особенно это актуально в тех случаях, когда дилетанты хотят составить мнение о вопросах, в которых не очень хорошо разбираются. Я, например, не онколог и не кинолог, но, как всякий человек, заинтересованный в прогрессе диагностики опухолей, хочу понять, что в ней происходит и на что можно надеяться. Импакт-фактор журнала примерно равен среднему числу цитирований опубликованных в нем статей. Чем он больше, тем чаще специалисты ссылаются на статьи, в нем опубликованные, и, следовательно, выше его научный вес. У серьезного российского онкологического журнала «Практическая онкология» импакт-фактор равен 0,8.

Самая серьезная статья на тему собачьей диагностики рака из тех, что мне удалось найти в открытых базах данных, опубликована в 2011 году в «Европейской урологии» («European urology»,

2011, 59, 2, 197—201, doi: 10.1016/j.eururo.2010.10.006.) — у этого журнала импакт-фактор 10,5. Работу выполнила группа исследователей из Парижского университета и других организаций. Для опытов использовали бельгийских овчарок малинуа (Belgian malinois), причем не каких попало, а отличниц по поиску взрывчатки. В течение двух месяцев собак тренировали распознавать мочу пациентов с подтвержденным диагнозом «рак простаты». Затем их способности проверяли методом двойного слепого контроля. Для этого были собраны 33 образца мочи больных раком простаты (опыт) и 33 образца пациентов, у которых подозрение на рак не подтвердилось биопсией (контроль).

Анализируя контрольную группу, собаки ошиблись три раза из 33. Однако у одного из этих больных более тщательное исследование позже подтвердило рак! То есть при подтверждении отсутствия рака у относительно здоровых людей точность формально была 94%, но «эмоционально» — еще выше: в одном случае собака перешеголяла биопсию.

Из 33 опытных образцов собаки среагировали на 30, то есть при выявлении больных доля правильных ответов со-



БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

ставила 91%. Это очень хорошие результаты даже для самых передовых и высокотехнологичных экспресс-тестов, например основанных на секвенировании ДНК. Такая высокая точность ранней диагностики позволила авторам дать статье боевой заголовок: «Обонятельная детекция рака простаты собаками, нюхающими мочу: Шаг вперед в ранней диагностике» (Olfactory Detection of Prostate Cancer by Dogs Sniffing Urine: A Step Forward in Early Diagnosis).

Примеры успешной диагностики рака с помощью собак не ограничены раком простаты. По сообщению английских исследователей («Cancer Biomarkers», 2010/2011, 8, 145—153, doi: 10.3233/CBM-2011-0208), три спаниеля и лабрадор достаточно надежно определяли рак мочевого пузыря. При этом на результаты не влияли половые различия, курение и возраст пациентов. Точность в этих экспериментах была ниже (70—90%), но собачки не были специально обучены.

По-видимому, накоплено достаточно свидетельств в пользу того, что собаки могут быть надежными помощниками не только пограничниками, но и онкологами. Признаком этого — публикация в журнале «Клиническая химия и лабораторная медицина» с импакт-фактором 3,0 редакционной статьи под красноречивым названием: «Диагностика рака: от собак к ДНК или от ДНК к собакам?» (Cancer diagnosis: from dogs to DNA or from DNA to dogs? «Clinical Chemistry and Laboratory Medicine», 2012, 50, 3, 415—418, doi: 10.1515/cclm.2011.786). В заключении статьи говорится: «Для спасения жизни пациентов мы должны использовать все возможные средства, даже если это означает начинать с использования собак для скрининга и прибегать к анализу для подтверждения присутствия опухоли или начинать с анализа ДНК для идентификации пациентов с предрасположенностью к раку, которые затем будут скринироваться с помощью собак». Остается пожелать успеха медикам, кинологам и их питомцам в столь благородном деле.

Доктор биологических наук
В.А. Чистяков

Василий Смирнов / Фотобанк Лорис



Товарищи по несчастью

ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

У въезда в дачный поселок находилось усадьба сторожа-администратора. Самая настоящая усадьба, с домом, хозяйственными постройками, садом, огородом. Ну и конечно же с просторной собачьей конурой, обитателя которой звали Тайсон. Огромная дворняга с примесью крови сибирской лайки: стоячие уши, лихо завернутый кренделем хвост, умный пронизывающий взгляд. Тайсон лежал на охапке сена под навесом и ждал, когда остынет его еда в объемистой шайке. Кормили Тайсона по науке: овсянка с ячневой крупой, немного тушенки, по щепотке соли и мела, немного морской капусты, ради полезных микроэлементов. Отдельно псу давали по четверть кило тертой моркови с подсолнечным маслом — витамины А и Е, как же без них?

Сегодня Тайсону нездоровилось: две недели назад на очередной псовой «стрелке» он смело сцепился с несколькими соперниками, вышел победителем, но и сам пострадал. С того раза пес заметно прихрамывал.

А сейчас он лежал, терпеливо дожидаясь, когда можно будет приступить к еде. Пока что угощение привлекло внимание трех сорок. Потешно крутя шеями, шаг за шагом они подбирались к шайке с дымящимся варевом.

Тайсон до поры до времени терпел. У него подрагивал хвост, он прядал ушами, косил глазами по сторонам. Однако стоило нахальным птицам перейти некую незримую границу, как Тайсон, слегка оскалив клыки, начинал предупреждающе рычать.

И тут неожиданно появилась ворона. Обычная серая ворона, с драным хвостом и торчащими сбоку перьями. Это явно был «он» и, несомненно, после хорошей потасовки. Тайсон повернул голову в сторону нового визитера. А тот, опасливо оглядываясь на собаку, начал медленно сокращать дистанцию. И Тайсон не стал его прогонять!

Насытившись, ворона взлетела на стоящую рядом осину, три раза громогласно каркнула и улетела. А пес, прихрамывая, подошел к миске и принялся за еду.

На другой день в точности повторилась та же история: лишь только сороки попытались подобраться к еде, Тайсон скалился и грозно рычал. А вчерашняя ободранная ворона опять безнаказанно клевала его еду, изредка вопросительно поглядывая на хозяина. Когда птица наелась и взлетела на осину, Тайсон поднялся и подошел к шайке.

Так продолжалось почти две недели. Потом птицы стали прилетать все реже, и Тайсон явно загрустил. Он подолгу стоял у нетронутой еды, но сороки и ворона не появлялись.

В чем была причина такого собачьего альтруизма? Может быть, Тайсон увидел в ободранной вороне товарища по несчастью — храброго бойца? Кто его знает: собачья душа — потемки.

Н.А. Паравян

Когда ученый правит государством

В.А. Лучников,
Университет Верхнего Эльзаса,
Мюлуа, Франция

В недавней статье (см. «Химию и жизнь», 2014, № 1) речь шла о непростых взаимоотношениях научных академий с властью. Но в истории довольно часто случалось и так, что ученые сами были облечены властными полномочиями. Вот навскидку несколько имен: математики Лазар Карно и Пьер Симон Лаплас — государственные деятели времен Великой Французской революции и наполеоновской эпохи, шведский король и ботаник Густав VI Адольф, историк Адольф Тьер, подавивший Парижскую коммуну, востоковед Е.М.Примаков, расхлебывавший последствия дефолта 1998 года. Кто-то из них попал во власть благодаря своим достижениям и личным достоинствам, а кто-то, как говорится, родился на ступенях трона. Как проявляли себя ученые на не совсем свойственном им поприще? Имеет ли смысл привлекать людей науки к управлению государством иначе, нежели в качестве высококвалифицированных консультантов? Попробуем, не претендуя на истину в последней инстанции, разобраться в этом вопросе на примере нескольких ярких биографий.

Максима осыпавшейся штукатурки

Одним из самых замечательных ученых на троне был самаркандский властитель Мухаммед Тарагай, более известный в истории как Улугбек. Этот любимый внук знаменитого среднеазиатского завоевателя Тимура оказался на вершине власти в 1409 году — в пятнадцатилетнем возрасте, после ожесточенной борьбы различных группировок знати, начавшейся сразу после смерти его деда. Ничто в начале его правления не предвещало грядущей славы Улугбека как ученого. Владыка Самарканда проводил молодость в разгульных пирушках, был непревзойденным мастером



Император Клавдий

соколиной охоты. В какой-то момент молодой правитель возмечтал о воинской славе, но, в отличие от деда, не сумел ее стяжать: узбекские кочевники, против которых он двинул войска, вели «скифскую войну», отступая перед превосходящими силами, но возвращаясь и уничтожая оставленные гарнизоны, когда враг уходил. Словом, из него должен был получиться заурядный восточный деспот, но вышло не так.

Толчком послужило, вероятно, возникшее однажды серьезное разочарование в своей способности прославиться государственными делами. По преданию, Улугбека поразила надпись на одной из мечетей Самарканда, построенной по приказу Тамерлана: часть ее обвалилась вместе со штукатуркой, и вместо традиционного изречения: «Тимур есть тень Аллаха на земле» остались лишь слова: «Тимур есть тень». Это мистическим образом перекликалось с судьбой государства, созданного основателем династии Тимуридов, — оно было разодрано на куски соперничающими вождями вскоре после смерти великого завоевателя. В то же время Улугбек, увлекавшийся среди прочего астрологией, тесно связанной со средневековой астрономией, имел возможность осознать, что научные знания бывают долговечнее самой громкой военной славы. Однако вскоре движимое тщеславием увлечение Улугбека математикой и астрономией превратилось в глубокий искренний интерес к поискам научной истины. Вместе со своими учеными друзьями — Джамшидом аль-Каши, придумавшим десятичные дроби и вычислившим число пи с точностью

до 16 знаков (рекорд, продержавшийся почти двести лет), Кази-заде ар-Руми, который обработал первые семь книг «Начал» Евклида и написал несколько трактатов по математике, астрономии и философии, и другими — Улугбек совершил грандиозный труд: они стали создателями уникального по своей полноте и точности звездного каталога, так называемого Гурганского зиджа (это название связано с титулом Улугбека — от персидского «гурхан», или «зять», «жених хана», возникшего из-за родства с Чингисидами). Для работы над каталогом Улугбек построил огромную по тем временам обсерваторию, развалины этого сооружения сохранились до наших дней. Именно колоссальные размеры обсерватории, главным рабочим инструментом которой был квадрант радиусом 40 метров, обеспечивали высокую точность измерений. Каталог Улугбека стал известен во всем арабском мире и за его пределами не только как замечательное научное достижение, позволившее будущим поколениям астрономов исследовать движения звезд и изменения их яркости на больших промежутках времени. Он имел и большое практическое значение для мореплавателей и путешественников, которые в ту пору ориентировались по звездам.

Хотелось бы сказать, что занятия наукой облагородили образ действий Улугбека как правителя. Но, к сожалению, этого не случилось. Одним из его совершенно неблагородных деяний уже во время работы над каталогом была ве-

роломная расправа с вождями монгольских племен, доверчиво пришедшими к нему искать покровительства.

Преторианец Грат меняет историю

За 14 веков до Улугбека другой ученый тоже достиг верховной власти, хотя этот случай не так известен. Речь идет о римском императоре Клавдии, правление которого стало относительно светлым промежутком между тираниями Калигулы и Нерона. Этот отпрыск старинного патрицианского рода Клавдиев, внук Марка Антония и Ливии Друзиллы, супруги императора Октавиана Августа, был известен до своего возведения на престол как автор многочисленных трудов по истории этрусков и лингвистике. У него была репутация человека крайне неуклюжего и рассеянного, такого типичного профессора-«ботаника», который света не видит за своей наукой. Естественно, никто не относился к нему как к возможному кандидату на престол, а Калигула использовал его в качестве шута. Случай вознес Клавдия на вершину власти Римской империи.

От Калигулы доставалось не только безобидным ученым вроде Клавдия, но и гордым офицерам преторианской гвардии. Вконец выведенные из себя, преторианцы однажды подкараулили Калигулу на выходе из дворцового театра и закололи его кинжалами, но плана дальнейших действий у них не было. И тут в дело вмешался почти комический случай, из тех, что иногда парадоксальным образом меняют ход истории. Один из солдат-заговорщиков, которого звали Грат (время сохранило его имя), проходя по дворцу, заметил выглядывавшие из-за занавески сандалии. Это прятался Клавдий, испугавшийся шума борьбы. Солдат припал к его ногам и приветствовал титулом императора. Товарищи Грата одобрили это решение, и после непродолжительной смуты се-



Густав VI Адольф

нат, пожелавший было провозгласить республику, был вынужден признать Клавдия как нового повелителя Рима.

Тут и выяснилось, что бедолага-историк не так прост, как кажется. Первым делом новый император повелел казнить непосредственных участников убийства Калигулы — центуриона Кассия Херею и еще несколько человек, а затем предать всю историю заговора забвению. Дальнейшие действия Клавдия еще больше убедили сомневающихся, что, несмотря на случайные обстоятельства, трон заняла отнюдь не случайная фигура. Будучи профессиональным историком, он обладал огромной эрудицией по части удачных и неудачных приемов управления государством. Клавдий понимал, что подданных следует занять делами, в которых они смогут проявить себя, обогатиться, сделать карьеру, вместо того чтобы предоставлять их самим себе и позволять заниматься борьбой за власть и устройством заговоров. Во время правления Тиберия и Калигулы, его ближайших предшественников на троне, Римская империя почти не вела военных действий. Поэтому Клавдий очень угодил своим военачальникам «маленькой победоносной войной» против бриттов, в результате которой Британские острова вошли в состав империи, а новый император весьма упрочил свое положение. В то же время Клавдий много занимался улучшением инфраструктуры Италии и провинций. Один из построенных при нем акведуков до сих пор питает водой знаменитый фонтан Треви в Вечном городе. В деле государственного управления он проявил себя новатором, организовав с помощью своих вольноотпущенников что-то вроде министерств, непод-



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

контрольных сенату, которому он не доверял. Одним словом, этот бывший лингвист и историк показал себя удивительно прозорливым и мудрым государственным деятелем и, вне всякого сомнения, еще много успел бы сделать для империи, если бы не тарелка с ядовитыми грибами, которую поднесла ему жена Агриппина, расчищавшая дорогу к трону своему сыну и будущему ее убийце Нерону.

Свободное время монархов

Пока монархи в большинстве своем обладали реальной властью, среди них, надо признать, ученые встречались нечасто — раз в несколько веков, может быть. Государственное управление — слишком хлопотное дело, чтобы делить его с каким-то другим занятием, требующим полной самоотдачи. К тому же и сама профессия ученого была большую часть человеческой истории достаточно экзотической. Но в XIX веке изменилось. Почти все старинные династии либо потеряли свои троны, либо трансформировались в конституционные монархии, имеющие лишь декоративные и представительские функции. В то же время научная деятельность стала куда более распространенным родом деятельности, чем в былые времена. Нынешние наследные принцы и принцессы получают образование в передовых университетах, где подвергаются высокому риску подхватить интерес к занятиям наукой, если в них от природы заложена соответствующая склонность.

Такая судьба постигла, например, шведского кронпринца Оскара Фредрика Густава Адольфа, правившего в 1950—1973 годах под тронным именем Густава VI Адольфа. Этот потомок Жана Бернадота, мятежного наполеоновского маршала, избранного наследником шведского престола в 1810 году, и бывшей подружки самого Наполеона, на которой маршал женился, не на шутку увлекся археологией и историей во время учебы в университете Упсалы. Увлечение переросло в серьезную страсть, повинувшись которой, будущий монарх принимал участие в археологических



Улугбек



Император Хирохито

экспедициях в Италии, Греции, Китае. Не менее страстно он увлекался ботаникой, причем даже был избран в Британскую академию в качестве эксперта по рододендронам — хорошо известному цветоводу роду растений семейства вересковых. Для рядовых шведов, однако, ученые занятия короля были не столь существенны, как обаяние его личности, настолько сильное, что оно повлияло на решение нации сохранить в стране наследственную монархию в качестве символа преемственности государственной власти.

Среди современных монархов есть по меньшей мере одна научная династия. Предыдущий император Японии, Хирохито, профессионально занимался морской биологией, был специалистом по классу Hydrozoa (то есть морским медузам и полипам) и даже издал несколько книг по данному предмету. Научное увлечение отца унаследовал его старший сын Акихито, нынешний император Страны восходящего солнца и признанный ихтиолог. Можно представить себе чувства референтов журналов «Gene» и «Japanese Journal of Ichthyology», получавших на рецензию статьи, подписанные августейшим автором. Брат императора, принц Масахито Хитачи, стал ученым-онкологом, результаты его исследований тоже публиковались в национальных и международных научных журналах. Более того, и дочь ныне здравствующего императора, принцесса Нори, до замужества некоторое время занималась наукой, специализируясь в орнитологии. Правда, выйдя замуж за человека незнатного происхождения, она в соответствии с японскими законами перестала быть членом императорской семьи.

О родоначальнике этой необычной научной династии, императоре Хирохито, хотелось бы рассказать чуть подробнее, потому что сам факт его увлечения науками очень интересен для



Император Акихито

истории Японии. Веками образование императоров в этой стране, где они были лишь символическими фигурами при фактическом правлении верховных военачальников — сёгунов, сводилось к изучению основ конфуцианства и двух основных религий Японии, буддизма и синтоизма. Все изменилось после того, как в середине XIX века бронированная эскадра американского командора Мэтью Перри пробила брешь в изоляционистской политике сёгунского клана Токугава. Подкрепляя дипломатические ноты угрозами бомбардировки прибрежных городов, командор добился от японского правительства подписания Договора о дружбе и мире с Соединенными Штатами, открывавшего американским товарам доступ на японский рынок. Это событие привело в большое смятение японское общество. Печальная судьба соседнего Китая, на глазах становившегося полуколонией западных держав, побудила часть японских патриотов сплотиться вокруг молодого императора Муцухито. Упразднив в результате упорной борьбы с ревнителями старины сёгунат и сословие самураев, реформаторы взяли курс на ускоренную модернизацию страны. Открывшись Западу, японцы жадно впитывали технические и научные знания, накопленные остальным человечеством, выписывали европейских профессоров в новообразованный Токийский университет. В 1905 году модернизированный японский военно-морской флот нанес сокрушительное поражение русской эскадре при Цусиме, окончательно утвердив за Японией статус мощного и агрессивного государства.

Неудивительно, что образование отпрысков императорской фамилии коренным образом поменялось в обновленной стране. Внук Муцухито, наследный принц Хирохито, получил основательную естественно-научную подготовку под руководством лучших преподавателей Токийского университета. Один из них пристрастил наследника Хризантемового трона к занятиям биологией, для чего в императорском

дворце была обустроена лаборатория.

К несчастью для Японии, Китая и еще многих стран Тихоокеанского региона, в окружении флегматичного и задумчивого юноши нашлись люди, разбередившие в нем амбиции государственного деятеля. Когда пришла пора выбирать политических союзников, император решил опереться на военную верхушку и фактически позволил генералам сформировать параллельное правительство, заправлявшее всеми делами в стране. Дальнейшее известно: милитаризация Японии, претензии на господство в Тихоокеанском регионе, оккупация Кореи и Китая, захват Сингапура, Хасан, Халхин-Гол, Пёрл-Харбор, Хиросима и Нагасаки и, наконец, подписание акта о капитуляции на борту американского линкора «Миссури».

До сих пор не умолкают споры о личной ответственности Хирохито за воинские преступления японской армии в Китае и Корее. Несмотря на требования оккупированных Японией стран повесить «азиатского Гитлера», император избежал суда над военными преступниками: повесили группу военных и одного бывшего премьер-министра. Император сохранил жизнь, правда, ценой публичного отречения от своей «божественной сущности» — происхождения от богини Аматаэрасу, и большинства властных полномочий. Тогда-то у императора и появилось достаточно свободного времени, чтобы вернуться к научному увлечению молодости и преуспеть в нем.

Как уже сказано выше, все-таки современные монархи, по крайней мере в европейских странах, обладают властью лишь номинальной, а потому их увлечения наукой уже имеют мало отношения к стилю государственного управления. Обратимся теперь к тем ученым, которые пришли во власть благодаря своим личным заслугам.

Архимед французской революции

Целое созвездие ученых — государственных деятелей высшего ранга явила миру Франция во время революции и в последовавшую за ней наполеоновскую эпоху. Вообще-то революция для французских ученых, считавшихся «аристократами», стала тяжелым испытанием, которое для многих закончилось трагически. В то же время немало крупных ученых сумели проявить себя на государственном поприще и прославиться, защищая республику от



Лазар Карно



Гаспар Монж

интервенции. Особенно большие услуги молодому государству оказали математик Лазар Карно, известный многими фундаментальными трудами в области геометрии, математического анализа и теории машин, он же автор памятной записки о воздухоплавании и трактата о защите крепостей, преподаватель из той же Мензьерской школы военных инженеров Гаспар Монж, тоже математик, «отец» начертательной геометрии, и химик Жан Антуан Шаптал, имя которого носит один из процессов улучшения качества вина — шаптализация. Пылкая натура Карно (он был еще и поэтом) не позволяла ему оставаться в стороне от революционных событий, в 1792 году он стал членом Конвента, который назначил его одним из комиссаров организации обороны страны в Восточных Пиренеях. Замечательно проявив себя на этой должности, Карно в январе 1793 года вошел в Комитет общественного спасения ответственным за персонал и движения войск. Этот пост математик занимал до марта 1795 года и показал незаурядные организационные



Жан Антуан Шаптал

способности, сформировав 14 армий, которые успешно отразили нашествие монархической Европы на республику. Слава Карно как «организатора победы» (таков был почетный титул, данный ему в высокопарных традициях революционного времени) доставила ему кресло одного из членов Директории, высшего органа исполнительной власти Франции в 1795—1799 годах. Два раза (в 1796 и 1797 годах) Карно становился председателем Директории, то есть был формальным главой государства.

В то время как Карно организовывал одну за другой революционные армии, Гаспар Монж в должности морского министра пытался преобразовать французский флот. На высокую должность математик был назначен после успешной работы в комиссии по введению во Франции единой системы мер и весов — метрической системы, которой ныне пользуется большинство стран в мире, так или иначе попавших под французское влияние. Однако в условиях тотального дефицита кадров (большинство офицеров-роялистов эмигрировало), финансов и боеприпасов деятельность Монжа в морском ведомстве не могла быть особенно успешной. Подав в отставку, ученый занялся организацией массового производства ружей и пушек. Его заслуги по защите страны от интервенции сравнивают иногда с усилиями Архимеда при обороне Сиракуз. Успехи Карно и Монжа в обороне Франции от внешних врагов не были бы возможны без участия химика Жана-Антуана Шаптала, также принявшего революцию с энтузиазмом. Одним из последствий казни Людовика XVI для Франции оказалась морская блокада британским флотом, из-за которой стал невозможен ввоз в страну важнейшего компонента для производства пороха — индийской селитры. Монж, Шаптал и их сотрудники в кратчайшие сроки разработали технологию извлечения селитры из почвы конюшен, овчарен и выгребных ям (вспомним, что это вещество получается из мочи и помета). Всем гражданам было предписано заниматься вываркой селитры из земли по инструкциям и под контролем ведомства Шаптала, и угроза порохового голода для революционных армий была преодолена. Так химик в критический момент для своей страны сумел оказать ей неоценимую помощь. (Интересно, что через сотню с лишним лет история в какой-то мере повторилась, когда во время Первой мировой войны кайзеровская Германия оказалась отрезанной флотами стран Антанты от залежей чилийской селитры. Открытый незадолго до войны Фрицем Габером и усовершенствованный Карлом Бошем процесс синтеза аммиака из водорода

и атмосферного азота позволил Германии вести затяжную войну.)

Популярность Карно и Шаптала в стране была так высока, что оба ученых остались на первых ролях и после захвата власти Наполеоном (Монж к тому времени отошел от активной политической деятельности). Шаптал даже стал министром внутренних дел, сменив на этом посту в 1801 году никак не проявившего себя Люсьена Бонапарта, брата первого консула. Новый министр развернул бурную деятельность по обновлению инфраструктуры Франции, строительству новых и ремонту старых дорог, почтовых станций, линий семафорного телеграфа и так далее. В 1804 году Шапталу пришлось уйти в отставку, когда он отказался засвидетельствовать, что свекловичный сахар лучше тростникового, как это было нужно Наполеону по политическим мотивам (британский флот отрезал Францию и от сахара).

Что касается Карно, то он, с одной стороны, был обязан Бонапарту возвращением на родину из изгнания, в которое должен был отправиться из-за подозрений в роялизме на последнем году правления Директории. Наполеон не только позволил ему приехать во Францию, но даже назначил в апреле 1800 года военным министром. С другой стороны, как искренний республиканец, Карно не мог равнодушно смотреть на планомерное уничтожение первым консулом завоеваний революции, прежде всего свободы слова. Поэтому уже в октябре того же года он покинул свой пост. Но когда после разгрома наполеоновской армии под Лейпцигом в 1814 году война приблизилась к границам Франции, математик и генерал сам протянул руку помощи императору и возглавил героическую оборону Антверпена от войск Шестой антифранцузской коалиции. В бурный период Ста дней Карно встал во главе Министерства внутренних дел. Вернувшиеся после Ватерлоо Бурбоны этого ему, конечно, не простили, и Карно был вынужден вторично, и теперь уже навсегда, отправиться в изгнание. Только в 1889 году останки великого сына



Франции были перевезены на родину и захоронены в Пантеоне. К этому времени славу рода Карно увеличил сын революционного генерала, Сади Карно, основатель термодинамики. А в 1887 году династию вновь прославил Сади Карно-младший, племянник великого физика и сам незаурядный военный инженер — он стал четвертым президентом Третьей республики.

В том же 1801 году, когда Шапталъ получил должность министра, Наполеон сделал еще одно назначение, доказывавшее, как высоко он ценит представителей точных и естественных наук в качестве резерва кадров государственных деятелей. По его распоряжению префектом департамента Изер с центром в Гренобле стал Жозеф Фурье, компаньон Бонапарта по египетскому походу. Впрочем, это назначение Фурье воспринял как опалу и до последнего оттягивал отъезд из столицы во вверенный ему регион. Тем не менее обязанности префекта он исполнял хорошо — осушал болота, строил дороги, — не забывая, однако, и о науке. Именно в гренобльский период своей жизни он выполнил работу по теории разложения функций в тригонометрические ряды, которая причислила его к плеяде великих математиков, а ученым дала мощнейший метод расчета и анализа экспериментальных данных. В этот же период вынужденного относительного уединения у него нашлось наконец время написать историческую справку по Египту и внести свой вклад в нарождающуюся египтологию.

Справедливости ради надо сказать, что не все ученые, привлеченные Наполеоном к государственным трудам, проявили себя безукоризненно на новом поприще. Общую картину подпортил великий математик Пьер-Симон Лаплас, которого еще до Шапталъ Бонапарт пробовал на посту министра внутренних дел. С Лапласом Наполеон познакомился в 1785 году, когда тот высоко оценил математические познания курсанта Парижской военной школы на выпускном экзамене. Но великий математик и астроном, автор концепции образования Солнечной системы из газопылевой туманности, идеи так называемого лапласовского детерминизма и многих фундаментальных понятий математической физики оказался никудышным администратором и уже через шесть недель после назначения был вынужден оставить свой пост. После того как Лаплас в 1814 году одним из первых сенаторов проголосовал за низложение династии Бонапартов, Наполеон саркастически заметил, что Лаплас в бытность министром вносил дух бесконечно малых в дела государственного управления.



Фото Alef

Ангела Меркель

Научная молодость бундесканцлерин

Характерная для нынешних времен массовость профессии научного сотрудника, без сомнения, все больше станет проявляться и в растущем представительстве ученых на высших государственных постах. Соблазнительно было бы причислить к ученым во власти очень популярную у себя в стране Ангелу Меркель, канцлера ФРГ. Для этого имеются все формальные основания. В 1978 году она закончила физический факультет Лейпцигского университета и двенадцать лет проработала по специальности в Центральном институте физической химии при Академии наук ГДР. Там она защитила кандидатскую диссертацию по теме «Исследование механизма реакций распада с простым разрывом связей и расчет их скорост-

ных констант на основании квантово-химического и статистического методов», то есть овладела сугубо специальными и сложными в техническом отношении методами теоретической химии. Молодая перспективная исследовательница была на хорошем счету в институте, и, поскольку нам известны ее целеустремленность и сила характера, можно не сомневаться, что со временем доктор Меркель сделала бы блестящую академическую карьеру, если бы бурные исторические события конца XX века не нарушили плавного течения жизни половины стран Европы.

В 1989 году ГДР прекратила свое существование, а вместе с ней и национальная Академия наук. Ангела, которая всегда активно участвовала в общественной жизни, оказалась захваченной в водоворот большой политики и начала новую жизнь с должности администратора ЭВМ в партии «Демократический прорыв». Было бы рискованно утверждать, что познания в высшей математике помогли ей в политических расчетах, но так или иначе, в 2005 году она становится первой женщиной-канцлером Германии, и с тех пор продолжается правление, которое историки, без сомнения, назовут когда-нибудь «эрой Меркель». В то время как большинство стран объединенной Европы все сильнее погружает в затянувшемся экономическом кризисе, Германия бьет рекорды темпов экономического развития и роста производительности труда. Хотя реформы, благодаря которым Германия переживает свое второе после войны «экономическое чудо», были предложены и запущены при предшественнике



Пьер-Симон Лаплас

Меркель, Герхарде Шрёдере, именно железный характер «бундесканцлерин» позволил реализовать основные положения этих реформ. Было неочевидно, что это получится, так как многие из необходимых мер предполагали резкое сокращение расходов государства на социальные программы.

Если Ангела Меркель закончила свою академическую карьеру очень рано, с головой уйдя в политику после написания восьми статей и защиты кандидатской, то Аскар Акаев, президент Киргизии в 1991—2005 годах, занялся государственными делами, будучи уже известным ученым, получившим выдающиеся результаты в области оптических методов обработки информации. Действительный член Академии наук Киргизской ССР с 1984 года, он, вероятно, как и Меркель, связывал свое будущее с учеными занятиями, когда жизнь вокруг стремительно стала меняться. В какие-то три-четыре года престиж науки на огромном пространстве от Балтики до Курил упал до практически нулевого уровня, зато ключом забурлила политическая активность сограждан. Будучи человеком с именем, академик Акаев смог настолько удачно вступить в новую игру, что в 1990 году сменил кресло президента Киргизской академии наук на кресло президента республики и занимал его почти четыре срока, пока «тюльпановая революция» 2005 года не освободила его от этой должности.

Если в ценности Аскара Акаева как ученого никто не сомневается, то в оценке его деятельности как государственного мужа такого единодушия нет. С одной стороны, бывший физик, сделавший карьеру в Советском Союзе, немало поработал над тем, чтобы остановить разгул национализма в Киргизской Республике в начале 90-х годов. При нем был организован Киргизско-Славянский университет, главной задачей которого стало удержание научных и преподавательских кадров в стране, а русский язык был объявлен государственным, наравне с киргиз-



фото saligorsk.org

Станислав Шушкевич

ским. С другой стороны, его обвиняют в том, что основные отрасли экономики республики попали под контроль его близких родственников. Очень сильно за время его правления упал средний уровень доходов граждан Киргизии, но ведь подобное случилось на всем постсоветском пространстве.

Примерно в то же время, когда физик Акаев занял высокий пост в Киргизии, главой Белоруссии стал радиоэлектронщик Станислав Шушкевич. Станислав Станиславович тоже уже был заслуженным ученым к этому времени, в 36 лет он защитил докторскую диссертацию. Самым заметным деянием Шушкевича на президентском посту стало, конечно, подписание Беловежских соглашений, официально оформившее уничтожение СССР. После этого события он еще относительно недолго — до 1994 года — оставался на посту председателя Верховного совета Белоруссии, проиграв первую в истории страны президентскую кампанию, и поэтому больше не имел возможности проявить себя как государственный деятель.

Поучимся у французов?

Конечно, наш обзор далеко не полон. Осталась, например, за рамками этого очерка деятельность Николая Коперника, возглавившего оборону крепости Фромброк от рыцарей Тевтонского ордена. Нет рассказа об удачной работе Ньютона на посту смотрителя Королевского монетного двора — предоставим любопытному читателю самостоятельно ознакомиться с вопросом. Нельзя не вспомнить, что у Эйнштейна была возможность стать президентом Израиля, когда в 1952 году к нему поступило такое предложение, от которого великий физик отказался. А сменить он должен был химика Хаима Вейцмана, который,

в частности, прославился тем, что во время Первой мировой войны наладил в Англии производство за счет сбраживания крахмала открытой им бактерией *Clostridium acetobutylicum*, или «организмом Вейцмана». Учитывая, что стран в мире сотни, а правителей в их истории — десятки тысяч, почти наверняка можно утверждать, что многие интересные и поучительные примеры нахождения ученых во власти мы упустили. Но если принять приведенные примеры за случайную выборку, то надо признать, что в целом ученые доказали свою профпригодность как руководители и политики высшего ранга. Бывали, конечно, эксцессы, как в случае с Лапласом, изрядно скомпрометировавшим ученую братию на ответственных постах. Но это, как говорится, исключения, подтверждающие правила. Французы, явившие миру особенно большое количество ученых — государственных деятелей, прекрасно сознавали, что люди с научным складом ума могут быть очень кстати в делах государственного управления. Сегодня кузницей управленческих кадров во Франции стала знаменитая Политехническая школа, вступительные экзамены в которую включают решение математических задач очень высокой сложности. Зато о трудоустройстве ее выпускникам беспокоиться не приходится, они, что называется, идут нарасхват. Такая система работает как социальный лифт, дающий шанс одаренным молодым людям из всех слоев общества быстро подняться в высшие эшелоны власти и бизнеса. Думается, и российское государство выиграло бы, создав подобную систему поиска научных талантов среди молодежи и продвижения их во власть. Что же касается массового привлечения к делу управления государством уже состоявшихся ученых, то можно предположить, что это не только повысило бы уровень компетенции управления, но и оздоровило бы моральный климат во власти — вспомним принципиальность Шопенгауэра, бросившего вызов самому Наполеону во имя научной истины.



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

фото Госдепартамент США



Аскар Акаев и Джордж Буш



Картишки и немного науки

Кандидат
химических наук
И.А.Леенсон

Информационный, как говорят журналисты, повод для написания этой заметки был таков. Бригада строителей делала ремонт на некой дачке в ближнем Подмосковье. Закончив неспешные труды, бригада убыла, но вместе со строительным мусором оставила на месте работ колоду карт. Странно и тревожно, скажете вы, что строители забыли столь важный инструмент. И причем какой!

В сентябре 2014 года исполнится 60 лет со дня основания ЦЕРНа. Это сокращение происходит от французского CERN, Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, в дословном переводе — Европейский совет по ядерным исследованиям. Прошлый 50-летний юбилей был отмечен, помимо прочего, выпуском необычной колоды из 54 игральных карт (включая два джокера). На каждой карте — фотография или рисунок и текст, рассказывающий о физике и об истории и деятельности ЦЕРНа. Тексты достаточно простые; они рассчитаны на читателя, имеющего знания в объеме средней школы и читающего научно-популярную литературу. Что же можно узнать, читая свои карты, пока противник размышляет, не зайти ли с бубей?

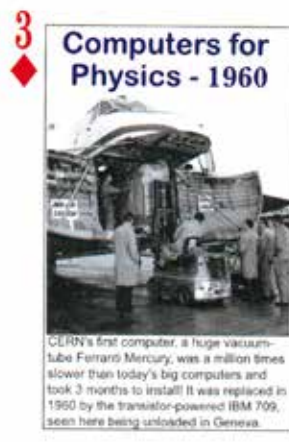
ЦЕРН — самый большой в мире центр, в котором физики изучают элементарные частицы и пытаются ответить на основополагающие вопросы мироздания: из чего сделана материя и какие силы способствуют ее существованию. Вначале в проекте участвовали 12 европейских стран, затем их число возросло до 20, а всего в проекте работают физики и инженеры из 85 стран мира, постоянно — более двух с половиной тысяч человек, а время от времени — десять тысяч.

Строительство ЦЕРН было начато 17 мая 1954 года, когда на глазах представителей женевских властей была вынута «первая лопата» грунта (см. картинку на бубновом тузе). Так началась биография первого церновского ускорителя.

Это был протонный синхроциклотрон, который заработал в 1957 году и эксплуатировался 34 года; одна его катушка, которая создавала магнитное поле, имела диаметр 7,2 метра и весила 60 тонн.



Первый церновский компьютер был ламповым, на его установку ушло три месяца, а по быстродействию он в миллионы раз уступал современным. В 1960 году его заменили на полупроводниковый, фирмы IBM; на бубновой тройке новенький компьютер выгружают из транспортного самолета на Женевском аэродроме.



В 1971 году вступил в строй первый протон-протонный коллайдер, который

проработал до 1984 года. Одновременно с ним заработала Большая европейская пузырьковая камера (БЕВБ). Этот детектор элементарных частиц был наполнен 35 000 м³ жидкого водорода, в котором заряженные частицы оставляли следы в виде цепочки пузырьков. За цепочками следили с разных направлений четыре фотокамеры, и снимки позволяли определять координаты пузырьков. Такая камера позволяет получить миллионы снимков в год. С помощью другой пузырьковой камеры, наполненной 18 тоннами фреона (ее назвали «Гаргамель» в честь волшебника, персонажа компьютерной игры и мультфильма, охотящегося на маленьких человечков), в июле 1973 года было совершено первое крупное открытие необычных взаимодействий элементарных частиц, названных нейтральными токами. Это открытие показало, что электромагнитные и слабые силы являются частью единых электрослабых сил.

Летом 1974 года была закончена длившаяся три года прокладка семикилометрового кольцевого туннеля для протонного суперсинхротрона (SPS). Это был первый ускоритель, который располагался одновременно в двух странах — Франции и Швейцарии (под землей, на глубине 40 м). Он был рассчитан на энергию 400 ГэВ (0,4 ТэВ). Частицы предварительно ускорялись построенным в 1975 году наземным линейным ускорителем LINAC-2. В нем энергия передавалась частицам от электромагнитного поля СВЧ — сверхвысокой частоты. Но первым линейным ускорителем был LINAC-1, проработавший 33 года. С помощью суперсинхротрона и детекторов UA1 и UA2 в 1983 году были открыты W- и Z-бозоны. Эти частицы были предсказаны теорией, и их открытие оказалось настолько важным, что за них дали Нобелевскую премию по физике уже в следующем году.

В 1988 году закончилось длившееся пять лет строительство 27-километрового кольцевого туннеля. В этом туннеле, расположенном в долине Женевского озера на глубине 100 м, разместился самый грандиозный для того времени научный прибор — Боль-

шой электрон-позитронный коллайдер (Large Electron-Positron collider, LEP). Вскоре после начала работы на этом ускорителе с помощью четырех детекторов было доказано существование только трех типов нейтрино.

Запущенный в 1989 году, LEP проработал 11 лет, чуть-чуть не дотянув до энергии, достаточной для рождения бозонов Хиггса. Осенью 2000 года LEP демонтировали, чтобы освободить место для знаменитого БАКа, Большого адронного коллайдера. На бубновой десятке — аэрофотоснимок участка ЦЕРН, под которым расположен туннель.



В 1995 году в ЦЕРНе впервые были получены атомы антиводорода — стабильного при отсутствии внешних воздействий атома, образованного антипротоном и позитроном. Для этого было необходимо уже не ускорять, а замедлять антипротоны для их дальнейшего сохранения и реакции с антиэлектронами (позитронами). С этой целью был создан LEAR (Low Energy Anti-Proton Ring) — Накопитель антипротонов с низкой энергией, который работал в паре с детектором PS210. Следующий прорыв произошел в 2000 году, когда в результате столкновений ионов свинца с ионами свинца и золота была создана кварк-глюонная плазма — состояние материи, существовавшее в самом начале возникновения Вселенной. Было это давно, а плотность этой материи почти в 20 раз превышает ядерную плотность.

Работа ускорителя не имеет смысла без детекторов — сложнейших приборов, которые регистрируют частицы, созданные ускорителем. В 1992 году Нобелевская премия по физике была присуждена за изобретение и создание детекторов элементарных частиц. «Пики» и «черви» в колоде как раз посвящены созданию двух многоцелевых детекторов для LHC (Large Hadron Collider) — Большого адронного коллайдера. Это детектор ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS) и детектор ALICE (A Large Ion Collider Experiment).

Детектор ATLAS, расположенный на глубине 100 метров, предназначен для изучения столкновения протонов «лоб в лоб». Его длина 46 метров, диаметр 25 метров, масса 7000 тонн. А число транзисторов в нем лишь немногим уступает числу звезд в нашей Галактике. На двойке пик — снимок, сделанный в 2004 году: так выглядела подземная пещера, в которой была начата сборка детектора.



Каждый из двух тороидальных концевых магнитов детектора имеет восемь огромных сверхпроводящих катушек, которые создают магнитное поле в объеме сотни кубических метров. Один из таких магнитов показан на тройке пик. Сильные магнитные поля детектора позволяют отклонять траектории заряженных частиц, движущихся с околосветовой скоростью.



В разработке и создании детектора ATLAS принимали участие и российские физики, в том числе аспиранты и студенты, которые защищали диссертации и дипломные работы.

Еще один детектор называется CMS (Compact Muon Solenoid), о его «компактности» говорят размеры: длина 21,5 метров, диаметр 15 метров, масса 12 500 тонн.



РАДОСТИ ЖИЗНИ

Для измерения энергии частиц применяют калориметры, чувствительным веществом одного из них служит жидкий аргон. В электромагнитном калориметре с высокой точностью измеряется энергия электронов и протонов. Для этого используют десятки тысяч прозрачных кристаллов вольфрамата свинца. Кристаллы очень тяжелые, их плотность ($8,2 \text{ г/см}^3$) больше, чем у стали. При попадании в такой кристалл частицы с высокой энергией возникает вспышка света в наносекундном диапазоне, она и регистрируется. Эти кристаллы поставляли Китай и РФ, а именно Богородицкий завод технических изделий, что в Тульской области. Фотография кристаллов помещена на восьмерке пик.



Установка ALICE предназначена, как следует из ее названия, для изучения столкновения ионов. На БАК проводят эксперименты по столкновению не только протонов, но и тяжелых ионов, например ядер свинца. В результате таких столкновений при огромных энергиях (триллионы электронвольт) рождается та самая кварк-глюонная плазма. При ее расширении и остывании образуются тысячи частиц. Для их отклонения используется огромный магнит — один из основных компонентов ALICE. Он был создан под руководством специалистов Института экспериментальной и теоретической физики (ИТЭФ). О размерах магнита свидетельствует фотография, сделан-

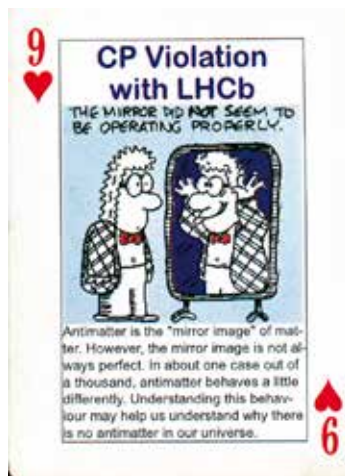


ная при его установке и помещенная на двойке червей.



Детектор LHCb (Large Hadron Collider beauty experiment) был создан для изучения В-мезонов, содержащих «прелестный» кварк, на что указывает буква b в аббревиатуре детектора (от англ. beauty). Именно при изучении В-мезонов сильнее всего проявляется нарушение так называемой CP-симметрии (от англ. combined parity — комбинированная четность), то есть нарушается инвариантность законов физики относительно операции зеркального отражения с одновременной заменой всех частиц на античастицы. Значит, антиматерия иногда ведет себя не совсем так, как обычная материя, что иллюстрирует рисунок на девятке червей. Изучение этого явления поможет объяснить преобладание материи над антиматерией в нашей Вселенной. Кстати, в этом детекторе стоит уникальная бериллиевая труба, созданная российскими специалистами, которую журнал упоминал в июльском номере за этот год.

Все трефы этой карточной колоды посвящены теоретическим вопросам, в том числе целям и задачам БАК. Почему заряд протона равен, но противоположен по знаку заряду электрона? Существуют ли неизвестные физикам состояния материи при сверхвысоких температурах и давлениях? Есть ли структура у кварков и лептонов, или это последний этаж в глубину? Какова природа темной материи, масса которой



составляет около 90% массы Вселенной? А также многие другие вопросы, касающиеся устройства нашего мира.

На восьми картах треф разворачивается вся история Вселенной начиная с момента Большого взрыва (двойка треф), когда время $t = 0$ с, а температура бесконечно высокая. Фотографий на них, как ни странно, нет — только схематические рисунки. Спустя невообразимо короткое время (10^{-43} с), когда температура также невообразимо высока ($T = 10^{32}$ K), «отделяется» гравитация, а три другие известные силы пока неразделимы. Тройка треф: $t \sim 10^{-35}$ с, $T = 10^{27}$ K, период «Космической инфляции» — вселенная экспоненциально расширяется всего за 10^{-32} с. «Отделяется» сильное ядерное взаимодействие. Четверка треф: $t \sim 10^{-10}$ с, $T = 10^{15}$ K, так называемая электрослабая эра, — разъединяются последние основополагающие силы, электромагнетизм и слабая ядерная сила. Аннигилируют кварки и антикварки, но избыточные кварки создают материю; распадаются бозоны W и Z. Пятерка треф: $t \sim 10^{-4}$ с, $T = 10^{13}$ K; кварки объединяются, образуя протоны и нейтроны. Электроны и позитроны также аннигилируют, но остается начальный избыток электронов. Шестерка треф: $t = 3$ мин, $T = 10^9$ K. При такой температуре уже возможно объединение протонов и нейтронов в самые легкие ядра — дейтерия, гелия, лития. Такие условия существуют внутри звезд. Семерка треф: $t \sim 300$ тысяч лет, эра легких атомов. При температуре порядка 3000 K электроны уже способны образовать с ядрами легкие атомы. В результате

Вселенная впервые стала прозрачной для света (свободные электроны поглощают электромагнитное излучение). Восьмерка треф: $t = 10^9$ лет, $T = 18$ K — образуются звезды и галактики. В недрах звезд происходит синтез более тяжелых ядер, вплоть до железа, а при гигантских взрывах образуются и рассеиваются по Вселенной ядра более тяжелых элементов. Наконец, девятка треф: $t = 15$ млрд лет, $T = 3$ K (температура реликтового излучения). Химические взаимодействия связывают атомы в молекулы. В результате длительной эволюции из звездной пыли возникли мыслящие существа, которые начинают интересоваться, откуда же все появилось. В честь этого события на карту поместили рисунок «Витрувианского человека» Леонардо да Винчи (конец XV века), который был создан художником как иллюстрация для книги, посвященной трудам римского ученого-энциклопедиста Витрувия. Современные знания о строении материи схематически изображены на десятке треф.



Колоду завершает карта со «Стандартной моделью» физики элементарных частиц. И можно представить, как физики, играющие этими картами в преф или дурака, вдруг начинают спорить по поводу того или иного текста или рисунка, забывая о том, для чего они, собственно, собрались...

«Био/мол/текст» — 2014



Авторы сайта «Биомолекула» в четвертый раз проводят конкурс на лучшую научно-популярную статью о достижениях современной биологии — молекулярной биологии, биофизики, биомедицины, био- и нанотехнологий, а также биоинформатики. Участвовать в конкурсе могут все желающие (независимо от возраста, специальности и гражданства), способные корректно и доступно рассказать неподготовленному читателю о биомолекулярной науке.

Номинации конкурса:

- обзорная статья (10 тыс. знаков),
- короткое сообщение о результатах научного исследования, опубликованных с начала 2013 года (5 тыс. знаков),
- статья по теме своей научной работы (10 тыс. знаков),
- статья по биоинформатике,
- Премия зрительских симпатий.

Уникальная возможность: в этом году статьи по биоинформатике оцениваются Евгением Куниным — ведущим научным сотрудником Национального института здравоохранения США, одним из «отцов-основателей» биоинформатики.

Работы принимаются **до 31 октября 2014 года.**

Результаты будут объявлены в декабре 2014 г.

Победители получают премии (от 10 до 20 тыс. руб.).

Подробности на сайте <http://biomolecula.ru/content/1437>.

О сайте:

«Биомолекула» — это научно-популярный сайт, посвященный молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии.

«Биомолекула» существует благодаря энтузиазму ее авторов — отечественных молодых ученых, работающих в разных странах.

«Биомолекула» доступным языком освещает только проверенные факты в противовес лженауке и тотальному оболваниванию.

«Биомолекула» стремится создать у читателей правильное представление о современных достижениях биомолекулярной науки.

О подписке



Реквизиты:

Получатель платежа: АНО Центр «НаукаПресс»,
ИНН/КПП 7701325151/770101001

Банк: АКБ «РосЕвроБанк» (ОАО) г.Москва,
Номер счета: № 40703810801000070802,
к/с301018108000000000777, БИК 044585777

Назначение платежа: подписка на журнал
«Химия и жизнь—XXI век»

Напоминаем, что на наш журнал с любого номера можно подписаться в редакции. Стоимость подписки на второе полугодие 2014 года с доставкой по РФ — 870 рублей, при получении в редакции — 540 рублей. Об электронных платежах см. www.hij.ru. Справки по телефону (495)722-09-46.

Об архиве

Архив «Химии и жизни» за 45 лет — это более 50 000 страниц, рассказывающих о науке, о том, как ее делают, кто ее делает и зачем, а также антология фантастики и собрание великолепных рисунков. Стоимость — 1350 рублей с учетом доставки.

Горох

Что это за растение? Посевной горох *Pisum sativum* — однолетнее растение семейства бобовых, и плод его называется боб, а не стручок (в стручках плоды расположены в два ряда и прикреплены к перегородке, а в бобе ее нет). Внутри плода находятся семена — горошины, у современных сортов их вес колеблется от 0,1 до 0,36 г. Родина посевного гороха — Передняя Азия. Возможно, его предком был горох однолетний *P. elatius*; он и сейчас там растет в диком виде. Культура разошлась по миру еще в незапамятные времена: в дельте Нила находки гороха датируют 4800—4400 годами до нашей эры.

Горох был пищей простонародья, его ценили как обильный источник дешевого белка. В конце XVI века в Голландии появился сладкий горошек, который можно есть целиком, вместе со створками плодов. Был он редкостью и приобрел невероятную популярность у французской знати, им буквально объедались.

Что касается России, то горох в нашей стране ели издавна и крестьяне, и бояре, и государи.

Почему «горох»? Согласно этимологическому словарю, «горох» — слово общеславянское. У него есть соответствия в других индоевропейских языках, и восходит оно к древнеиндийскому *ghársati* — «трёт». Следовательно, «горох» означает «тертый».

Горох и горошек. Горох подразделяют на две большие группы сортов: лущильные и сахарные. У лущильного гороха створки бобов выстланы изнутри плотным слоем волокон, содержащих лигнин (этот полимер входит в состав древесины). Наш кишечник лигнин не усваивает. Когда горох созревает, створки становятся жесткими и при надавливании легко раскрываются (лущаются).

К лущильным относятся и мозговые сорта гороха. Названы они так потому, что созревшие горошины сморщиваются. В мозговых сортах меньше крахмала, чем в гладкозерных, но больше сахаров, в том числе сахарозы, горох ощутимо сладок, поэтому его иногда относят к сахарным сортам, но это неправильно.

Плоды сахарного гороха *P. sativum* var. *saccharatum* съедобны целиком: в них нет лигнина и стенки боба тоньше, чем у лущильных сортов. Сахарный горох едят незрелым, когда бобы еще плоские и мягкие — «лопатки». Это по ним сходили с ума европейские дворяне XVII века, в Европе их называют «манж ту» (от французского *mangez tout* — ешь целиком), или спаржевой фасолью.

От того, к какой группе сортов относится горох, зависят сроки его уборки и дальнейшее использование. Различают соответственно горох лущенный, зеленый и стручковый.

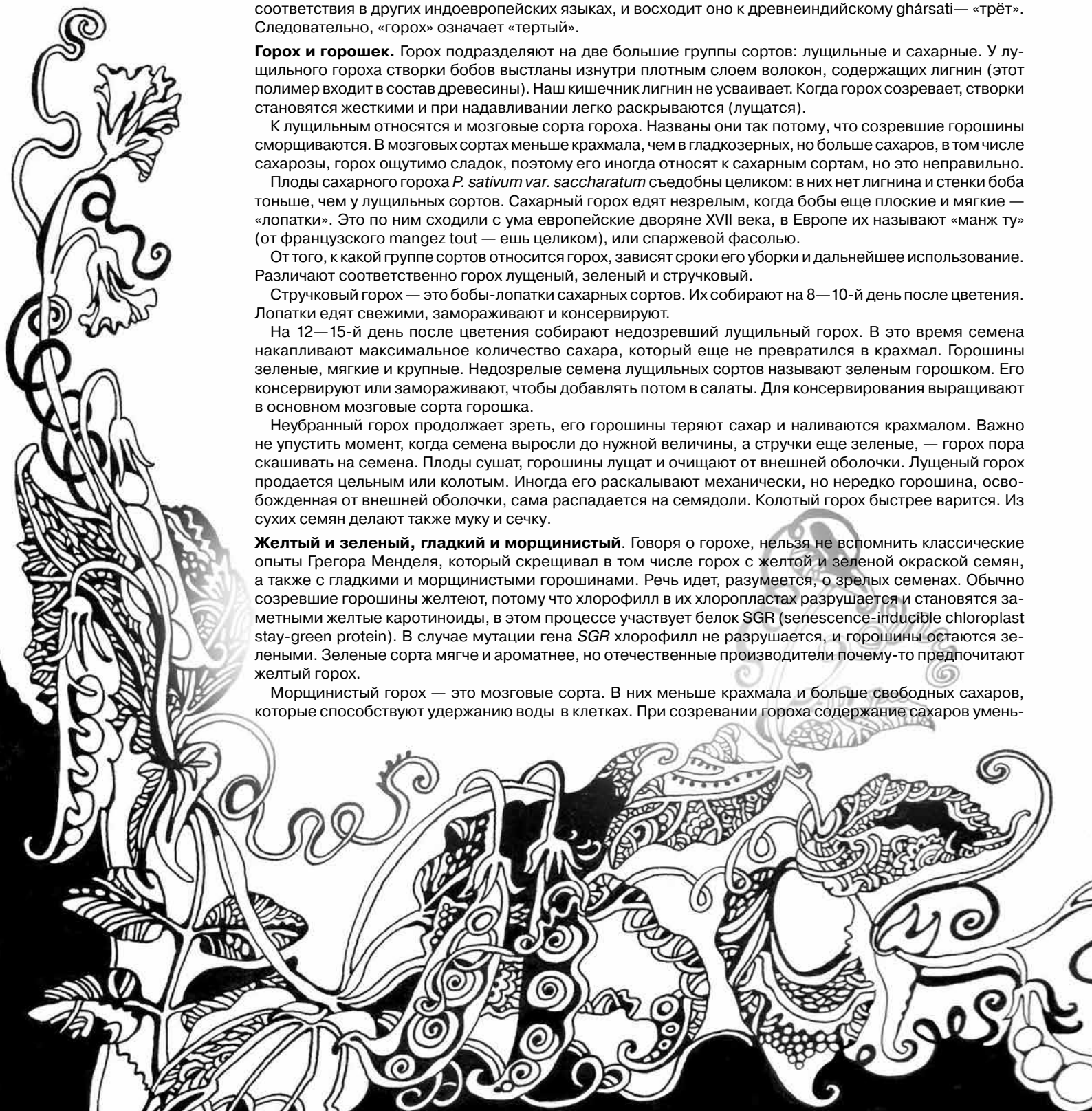
Стручковый горох — это бобы-лопатки сахарных сортов. Их собирают на 8—10-й день после цветения. Лопатки едят свежими, замораживают и консервируют.

На 12—15-й день после цветения собирают незрелый лущильный горох. В это время семена накапливают максимальное количество сахара, который еще не превратился в крахмал. Горошины зеленые, мягкие и крупные. Незрелые семена лущильных сортов называют зеленым горошком. Его консервируют или замораживают, чтобы добавлять потом в салаты. Для консервирования выращивают в основном мозговые сорта горошка.

Неубранный горох продолжает зреть, его горошины теряют сахар и наливаются крахмалом. Важно не упустить момент, когда семена выросли до нужной величины, а стручки еще зеленые, — горох пора скашивать на семена. Плоды сушат, горошины лушат и очищают от внешней оболочки. Лущенный горох продается цельным или колотым. Иногда его раскалывают механически, но нередко горошина, освобожденная от внешней оболочки, сама распадается на семядоли. Колотый горох быстрее варится. Из сухих семян делают также муку и сечку.

Желтый и зеленый, гладкий и морщинистый. Говоря о горохе, нельзя не вспомнить классические опыты Грегора Менделя, который скрещивал в том числе горох с желтой и зеленой окраской семян, а также с гладкими и морщинистыми горошинами. Речь идет, разумеется, о зрелых семенах. Обычно созревшие горошины желтеют, потому что хлорофилл в их хлоропластах разрушается и становятся заметными желтые каротиноиды, в этом процессе участвует белок SGR (*senescence-inducible chloroplast stay-green protein*). В случае мутации гена *SGR* хлорофилл не разрушается, и горошины остаются зелеными. Зеленые сорта мягче и ароматнее, но отечественные производители почему-то предпочитают желтый горох.

Морщинистый горох — это мозговые сорта. В них меньше крахмала и больше свободных сахаров, которые способствуют удержанию воды в клетках. При созревании гороха содержание сахаров умень-



шается, семена теряют воду и сморщиваются. За удлинение крахмальной цепи отвечает особый фермент, кодируемый геном *SBE1* (starch-branching enzyme). В гладкозерных формах он работает нормально, а в морщинистых мутантах синтез крахмала нарушен, в клетке много свободных, неприсоединенных сахаров.

О пользе и опасностях гороха. Семена гороха содержат 26—27% белка, в котором много незаменимых аминокислот, особенно лизина. Примерно четверть сухого веса составляют разные сахара.

Горох крахмалист, но в нем также много пищевых волокон, 26 г на 100 г продукта, которые способствуют пищеварению и создают ощущение сытости. Зеленый горошек богат витаминами С, В₁, В₂, РР, провитамином А, противосклеротическими веществами холином и инозитом.

Лущеный горох — пища очень калорийная, и людям, которые следят за своим весом, не стоит на нее налегать, лучше есть зеленый горошек. Это неподходящая пища для склонных к подагре, потому что в горохе много пуринов. Он также может вызывать аллергию или вздутие кишечника.

Замачивать ли горох перед варкой? Единства в этом вопросе нет. Противники замачивания отмечают, что лущеный горох уже освобожден от плотной семенной кожуры, без которой он прекрасно разваривается и так, причем пюре получается приятно вязким. На некоторых упаковках даже написано, что продукт не требует замачивания. Экономьте время. Сторонники замачивания возражают, что горох мокнет сам, без присмотра повара, надо только заранее продумывать меню. Зато блюда из предварительно замоченного гороха получаются более нежными и вкусными, без твердых комочков.

Чтобы горох размягчился, его белки нужно прогревать очень медленно и равномерно: при сильном нагреве они свернутся. Если горох предварительно замочить, крахмалистые семена разбухнут, станут более воднистыми, а площадь их контакта друг с другом при варке уменьшится, что обеспечит равномерное распределение тепла по всему объему каждой горошины. В процессе готовки их еще помешивать надо.

Чтобы сухой желтый горох как следует разварился, достаточно замочить его на 6—8 часов, но если залить его водой часов на 12, то мы сведем к минимуму вероятность вздутия живота. Горох содержит сложные углеводы, некоторые из них в организме не усваиваются и достаются бактериям кишечника, которые расщепляют всё, но при этом образуются газы. При долгом замачивании значительная часть неудобоваримых углеводов переходит в воду, как и часть крахмала, поэтому залитый водой горох может склеиться, если его не перемешать. Вода забирает и характерный гороховый запах, образуемый тонкой оболочкой, которая остается на горошине после очистки.

Итак, перед замачиванием горох обязательно перебрать и тщательно промыть. Замачивать его надо в холодной воде, потому что в теплой начнется молочнокислое брожение и бобовые закиснут. По окончании процесса воду со всеми ее запахами, выделившимися углеводами и образовавшейся кислотой сливаем, горох хорошенько промываем и заливаем свежей холодной водой.

Как варить? О медленном нагревании и помешивании мы уже говорили, поговорим о воде. Горох лучше разваривается в мягкой воде, если она жесткая, лучше взять кипяченую, а солить за несколько минут до конца готовки. Тогда же добавляют и кислые ингредиенты, например томатную пасту: кислота тоже мешает варке.

Иногда, чтобы горох быстрее сварился, в кастрюлю советуют добавить чайную ложку соды. Не стоит, она разрушает витамин В. И не пользуйтесь, пожалуйста, скороваркой. Крахмал в процессе нагревания выходит в воду, превращается в клейстер и образует мощную пену, которая хлынет через клапан и все зальет.

И наконец, сколько брать воды? Замоченный горох заливают водой на сантиметр, незамоченный — не менее чем на 3—5 см, и варят до полного выкипания воды.

Иногда в суп добавляют зеленый горошек. Он не разваривается, и кладут его в последний момент.

С чем варить? Горох варят с другими овощами, специями и пряностями, а гороховый суп с копченостями — одно из самых известных блюд. Однако все эти добавки должны подчеркивать вкус гороха, а не забивать его. Специалисты рекомендуют на полкило гороха класть одну небольшую луковицу, полчаши мелко нарезанной моркови, сельдерея — стебель, 115—225 г соленой свинины, соленого сала не более 25—30 г, ветчины около 120 г, в такой же пропорции добавляют говядину, телятину или баранину. Гвоздика, черный перец, лавровый лист, мускатный орех, чеснок, соль по вкусу.

Читаем этикетку. Лущеный горох обычно расфасовывают в прозрачные пакеты, и видно, насколько он однороден и чист. Сложнее с зеленым горошком. Если он в стеклянной банке, его качество тоже можно оценить: в хороших консервах все горошины яркие и целые, заливка прозрачная, а крахмальный осадок минимален. Но чаще горошек продают в жестяных банках. Тогда остается читать этикетку.

Желательно, чтобы горошек был мозговой (консервируют и менее сладкие гладкозерные сорта) и кроме него в банке были только вода, соль и сахар. Лучший горошек производят во время уборки урожая, в июне—июле, поэтому полезно посмотреть дату производства. То, что не закатали в банки сразу, замораживают или сублимируют (высушивают). Иногда сублимированный горошек восстанавливают и делают консервы из него. Увы, он не такой вкусный и мягкий, как мозговой.

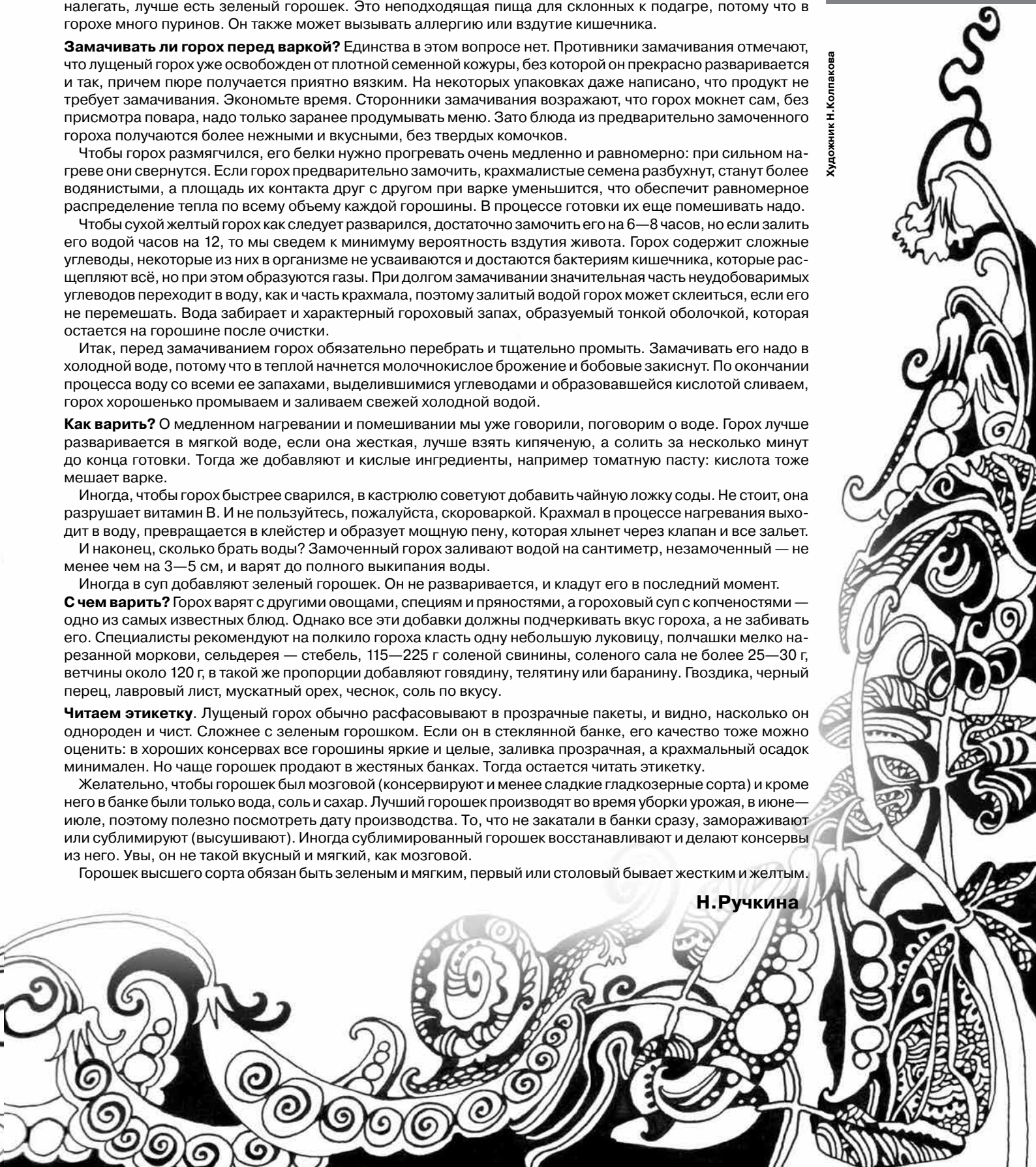
Горошек высшего сорта обязан быть зеленым и мягким, первый или столовый бывает жестким и желтым.

Н.Ручкина



ЧТО МЫ ЕДИМ

Художник Н. Колпакова





Скарабей

Ирина Истратова

1

Рассел Д. Кроссвайт, исполнительный директор корпорации «Транссол», пользовался лучшим сном, какой можно купить за деньги. Это отнимало всего шестнадцать минут в сутки — и не более двадцати пяти, если спать через день. Тревожить его в это время позволялось лишь в самом крайнем случае.

Пятьдесят девятого числа 2208 года, в 683 минуты по всемирному времени мистер Кроссвайт очнулся в своем релакс-кресле. Мышцы подрагивали, сознание напоминало впопыхах собираемый пазл. На потолке кабинета светился вызов из ситуационного центра.

Кроссвайт сел; босые ноги коснулись травы, покрывающей пол кабинета. Трава была почти настоящая. Питалась она от электрической сети и водопровода, и раз в неделю приезжал техник из «Бриллиант Радикс» поменять картридж с генным материалом. Дорогое удовольствие — но куда деваться! Главными корпоративными ценностями «Транссол» считались толерантность и стремление к самореализации, поэтому сотрудникам было предписано завести себе какую-нибудь безобидную особенность или простительную слабость. После тщательных размышлений директор Р. Д. Кроссвайт решил, что будет любить природу без отрыва от работы.

Трудно сказать, что Рассел Кроссвайт любил на самом деле — ну, кроме денег и вещей практически полезных. Ему вообще казалось глупым взять и пристраститься к чему-то одному; выбрать одно — значит отказаться от всего остального. Деньги — другое дело, деньги — это всеобщий эквивалент, и, любя деньги, Рассел Д. Кроссвайт любил мир во всем его многообразии.

Безобидной особенностью Фила Мерфи, старшего диспетчера ситуационного центра корпорации «Транссол», были его эмо-волосы. Сейчас они стояли дыбом, транслируя панику.

— Сэр! Катастрофа на рейсе KB 1127! — зачастил Мерфи. — Взорвался термоядерный двигатель!

У Кроссвайта перехватило дыхание. О, только не снова! Еще одна «Каледония» похоронит его карьеру.

— Сколько... сколько пассажиров на борту?

— Сэр, это было грузовое судно.

Директор Кроссвайт перевел дыхание:

— Экипаж?

— Нет, сэр. Судном управляла автоматика.

— Так. И когда это случилось?

— Четыреста двадцать минут назад.

— Правильно ли я понимаю, мистер Мерфи? — холодно поинтересовался Кроссвайт. — Вы подождали четыреста двадцать минут, чтобы оторвать меня... от важного дела и сообщить, что какой-то беспилотный грузовоз...

Старший диспетчер опустил глаза, волосы поникли.

— Простите, сэр. Я позвонил вам почти сразу же, как



ФАНТАСТИКА

приборы засекли вспышку. KB 1127 следовал с Макемаке на Шибальбу, а это транснептуновые объекты, это очень далеко, сэр. Сорок пять астрономических единиц. Свету нужно...

— Я знаю, где находятся транснептуновые объекты, — оборвал Кроссвайт. — Ладно, что с кораблем?

— Пока неизвестно, сэр. Есть основание полагать, что он испарился, хотя груз, возможно, цел.

— Извольте шутить, мистер Мерфи? — рявкнул директор. — Как это может быть — судно испарилось, а груз цел?

Фил Мерфи вздрогнул, волосы затрепетали.

— В поясе Койпера, сэр, обычное дело. Там не строят из металла, это выйдет чересчур дорого. Вот как они поступают, сэр: заливают груз льдом и примораживают двигатель. Выходит такая одноразовая конструкция, называется «snegurka».

— Значит, груз можно спасти?

— Да, сэр. Но боюсь, спасение себя не окупит. Груз раз-метало взрывом, да и вряд ли везли что-то ценное. Это же пояс Койпера, задворки цивилизации...

— В таком случае, мистер Мерфи, мы не станем спасать груз, — сказал Рассел Кроссвайт. — Дешевле возместить стоимость грузоотправителю. Или нет, мы поступим так, как скажет его страховая компания. Пусть вопрос решают наши юристы. Это такая рутина, мистер Мерфи! Я не понимаю, чего ради вы побеспокоили меня.

— Простите, сэр. Пришло странное сообщение из нашего филиала на Макемаке. Они пишут, что на корабль проникли зайцы.

— М-м... Проникли, да? На ледяную глыбу? Ну-ну. Сколько, вы говорите, лететь от Макемаке до Шибальбы?

— Расстояние небольшое, сэр, десять астрономических единиц. Если грузовым кораблем — двадцать пять суток.

— Двадцать пять суток — на корабле, совершенно не приспособленном для перевозки пассажиров? — уточнил Рассел Кроссвайт. — Вам не кажется, мистер Мерфи, что зайцам понадобится система жизнеобеспечения?

— Да, сэр, выглядит подозрительно. Наверно, это... — Старший диспетчер смолк и втянул голову в плечи.

— Что, мистер Мерфи? Выкладываете, раз уж начали.

— Я не знаю, сэр, просто слышал... И не буду утверждать, что здесь как раз тот случай... В общем, говорят, это налаженный бизнес — особенно там, в периферийных филиалах. Возят людей грузовым транспортом — а деньги кладут себе в карман.

— Интересные факты всплывают! — сквозь зубы проговорил Рассел Кроссвайт. — Мистер Мерфи, я хочу знать определенно: сколько людей на борту, кто они? Но прежде всего — кто виноват в том, что они там оказались? Сделайте это быстро, мистер Мерфи, и без лишнего шума. Вы меня поняли?

— Да, сэр... Но ведь правда все равно откроется, когда мы их спасем.

— Кого? Грузовое судно потерпело катастрофу, груз фактически погиб. По вашим словам, спасательная экспедиция убыточна.

— Да, но люди...

— Возможно, уже мертвы. В любом случае никто не знает, что они на борту, не так ли?

На голове у старшего диспетчера зашевелились волосы, а директор Кроссвайт продолжил:

— Хотите получить повышение, Мерфи? Тогда заведите рыбок и молчите.

2

— Чё за хрень? — раздался в темноте сиплый спросонья голос. — У меня будто зубы вынули через задницу. Миха, Док! Ребята, вы целы? И свет чего-то не горит.

— Я убедительно прошу вас, Колян, не называйте меня Михай, — откликнулся другой голос с неприятной скрипучей интонацией. — Для вас я Михаил Юрьевич, можно доктор Карась.

— Не, Миха. Я пока выговорю имя-отчество, забуду, чего хотел сказать-то. По фамилии звать человека невежливо, а Док у нас уже есть. Эй, Док, ты там живой? Док! Они замолчали и прислушались.

— Что гудит? — спросил Михаил Юрьевич. — Слышите?

— «Пш-пст-уфф»? Это воздушный компрессор.

— Он работает.

— Конечно. Чего бы ему не работать? — удивился Колян. — Э, глянь, и свет врубился!

Из темноты проступили очертания небольшого помещения, кубометров не более двадцати пяти. Одну стену занимал старинный терминал с 3D-интерфейсом и креслом оператора; под сиденьем болталась авоська, набитая завтраками быстрого приготовления. К другой стене крепились вакуум-клозет, диспенсер для влажных салфеток, мусорный контейнер и кран с питьевой водой. В третьей стене была дверь шлюзовой камеры. Возле остальных стен комнаты, прихваченные за углы, покачивались три спальных мешка.

Колян расстегнул молнию, оттолкнулся и подлетел к Доку, лежащему в своем мешке в позе эмбриона.

— Живой он! — радостно заорал Колян. — Вот заспанец! У нас о нем душа болит, а он — знай себе дрыхнет!

Спящий зашевелился, и Колян по-дружески двинул его кулаком в бок. Из мешка высунулась всклокоченная голова:

— А? Что такое?

— Говорю, ну и сон у тебя, Док!

— Обычный сон, майкрософтовский, — буркнул тот. — Ты зачем меня разбудил, Николай?

— Да тут такая фигня случилась... Слышь, Миха, чё конкретно за фигня?

— Мы в невесомости. Двигатель не работает, и, как следствие, пропала сила тяжести.

— Блин, и впрямь невесомость! — Колян хлопнул ладонью по стене и перекувырнулся через голову. — А чё так рано? Вроде дней десять еще должны разгоняться. И со светом непонятки... Чё-то тут не то.

— Освещение отключил электромагнитный импульс, — объяснил Михаил Юрьевич. — А разбудила нас сейсмическая волна.

Колян поскреб бритый затылок:

— Звучит хреново.

— Вообще говоря, нам повезло, что система жизнеобеспечения не пострадала. Сейсмическая волна — тоже хороший знак, она распространяется только в твердых телах, следовательно, между нами и центром взрыва оставался лед. Будем надеяться, он остановил большую часть первичного излучения.

— Блин, Миха! Какой на фиг взрыв?

— Термоядерный, — утвердил Михаил Юрьевич, криво улыбаясь. — Двигатель был термоядерный, и он взорвался. Полагаю, корабль разрушился, и наш модуль летит в космосе сам по себе. У нас запас пищи, воды и воздуха на двадцать пять дней, но если мы будем все время спать, то продержимся в два раза дольше.

— Миха, не гони. Щас глянем, чё там снаружи!

Колян ловко оттолкнулся, сделал кувырок в воздухе и оказался в операторском кресле. Из сиденья и спинки выдвинулись фиксаторы и сомкнулись на ногах и груди. Колян щелкнул пальцами, и перед ним загорелась трехмерная заставка медиацентра. Он запустил в нее пятерню, пошарил и вытащил старинный кинопроектор с вращающимися катушками.

— Чё-то не понял... Тут одно кино и ни фиги полезного! — Колян отшвырнул кинопроектор, тот сжался в точку и пропал. — А где настройки и контроль?

— Они считают, что нам это ни к чему, — сказал Михаил Юрьевич. — Приспособили какой-то негодный хлам и везут людей, как скотину.

— Это «Скарабей», — стал размышлять вслух Колян. — И ни разу не хлам, а горный комбайн устаревшей модели. Мы такой изучали в техникуме. Во, снес на фиг медиацентр, загружаю систему из резервной копии. Щас все будет.

Док и Михаил Юрьевич выбрались из своих мешков и зависли у него за спиной. Воздух замерцал, и из него соткался объемный макет «Скарабея», действительно похожий на жука с зазубренными лапками. Металлический панцирь был испещрен крепезными гнездами для дополнительного оборудования, теперь по большей части пустыми. Колян покрутил «Скарабея» в руках, разглядывая со всех сторон.

— Камеры вроде на месте, — пробормотал Колян себе под нос.

Он ткнул пальцем в модель — открылось пустое черное окошко с надписью: «Видеокамера № 1».

— Ну, что я тебе говорил, Миха! Темно, как... Короче, лед вокруг.

Вторая и третья камеры тоже показывали черноту. Колян небрежно щелкнул ногтем по четвертой — и распахнулось звездное небо, перечеркнутое полосой Млечного Пути. В углу сияла яркая точка Солнца. Колян выпучил глаза и вцепился в подлокотники. За его спиной Док и Михаил Юрьевич, точно зачарованные, смотрели, как перед ними проплывают звезды — медленно и торжественно, словно похоронная процессия в траурном бархате.

— Нас спасут, — сказал Док.

— Нет, — отстраненно произнес Михаил Юрьевич. — Никто не знает, что мы здесь.

— А мы подадим сигнал бедствия. Николай, на «Скарабее» есть передатчик?

— Щас... — Колян сделал несколько пассов и вытащил из воздуха трехмерный виджет в виде старинной радиостанции. — Да, вот он, исправен. Эй, чё за дела? — Он покрутил черную карболитовую ручку и растерянно обер-

нул. — Кажется, у нас нет антенны.

— Снесло взрывом, — меланхолически предположил Михаил Юрьевич.

— Ща гляну. Так, камера номер шесть...

Открылось окошко с видом звездного неба; половину обзора заслоняла бесформенная темная масса. Звезды, медленно вращаясь, выходили из-за нее, словно из-за горы. Колян включил прожектор, и темный силуэт засиял ослепительной белизной.

— Лед! — радостно объявил Колян. — «Скарабей» вмерз в здоровенную такую ледышку. Передатчик не работает, потому что антенна похоронена подо льдом. Щас я ее почищу манипулятором.

Колян пошевелил пальцами, и металлическая рука на экране, блестя суставами в свете прожектора, повторила движение. Голубым пламенем вспыхнул плазменный резак, облако пара на минуту затуманило линзы — и вот уже Колян, споро орудуя манипулятором, вынимает из ледяной горы вырезанный кусок.

— Стой, не выбрасывай! — воскликнул Док. — Его можно занести внутрь?

— Через шлюз? Манипулятор не дотянется, но попробую докинуть. А на фига?

— Это же лед! Значит, у нас будет вода, а будет вода — будет и кислород. Сколько угодно.

— Лишь в том случае, если лед водяной, — скучным голосом уточнил Михаил Юрьевич. — Возможно, это замерзший этан, или уголекислота, или что-нибудь еще.

— Николай, ты можешь определить химический состав?

— Не, без спектрометра не могу, придется на авось. К примеру, если там этан или этен — словим кайф, а если циановодород — задохнемся до смерти. Ну так чего, забрасывать внутрь или не надо?

— Мы все равно умрем, — сказал Михаил Юрьевич.

— Забрасывай, — кивнул Док.

Колян открыл внешнюю дверь шлюза, прищурился, замахнулся... Кусок льда влетел по прямой в шлюз, отскочил от внутренней двери — бамм! — и унесся куда-то в космос.

— Блин! — хмыкнул Колян. — Попытка номер два.

3

Исполнительный директор Кроссвайт злился — на коррупционеров с периферии, на старшего диспетчера Мерфи, на самого себя и на весь мир в придачу.

Филиалом на Макемаке управляла Лиза Эллиот. Ее отцу Артуру Ван Далену принадлежало четыре процента акций «Транссол», а весь клан Ван Даленов мог наскрести достаточно голосов, чтобы снять его, Рассела Д. Кроссвайта, с должности исполнительного директора. И если он хоть пальцем тронет одного из Ван Даленов, именно так и будет. Хуже того, ему придется прикрывать эту дуру Эллиот, чтобы продемонстрировать лояльность.

В ситуационном центре было тихо и пусто — не то что год назад, когда «Каледония» налетела на метеороид. За длинным столом в зале совещаний сидели сам Кроссвайт, старший диспетчер Мерфи и еще Эд Герритсен из юридического отдела. Герритсен собирал марки, звезд с неба не хватал и приходился родней Ван Даленам. Пусть знают, что директор Кроссвайт делает все возможное.

— Сэр, мы установили личности пассажиров, — доложил Фил Мерфи, его волосы стояли по струнке.

Рассел Кроссвайт поморщился, разглядывая три объ-



ФАНТАСТИКА

емные фотографии. Ну и морды! Прямо-таки «Их разыскивает Солпол».

— Слева — Николай Лобанов. Двадцать пять лет, не женат, работает механиком в «Хисе» — это небольшая горнодобывающая компания, зарегистрированная на Шибальбе. Возвращался с Макемаке из отпуска.

— Отпуск на Макемаке? — недоверчиво переспросил юрисконсульт Герритсен. — Что там хорошего?

— По сравнению с Шибальбой Макемаке просто рай, — ответил Фил Мерфи. — Да и много ли нужно шахтеру? Выпивка, женщины, азартные игры.

Кроссвайт посмотрел на фото. Мистер Лобанов брил голову по горняцкой моде, чтобы не затрудняться мытьем волос в невесомости. С грубо вылепленного лица смотрели голубые глаза, круглые и бессмысленные, как у ребенка.

— Справа — Михаил Карась, — продолжил Мерфи. — Тридцать четыре года, не женат, доктор физико-математических наук. Направлялся к месту работы — на Шибальбе строят новый телескоп.

— Вроде приличный человек, — удивился Эд Герритсен. — Как он оказался на КВ 1127?

— Ему забронировали билет на пассажирский рейс, — начал объяснять Фил Мерфи. — Но не оплатили, потому что телескопу урезали финансирование.

Доктор Карась выглядел старше своих лет. У него были испуганные брови, надменные глаза и жалобный рот. Нытик, зануда и неудачник. По мнению Рассела Кроссвайта, доктор Карась оказался именно там, где следовало.

— А кто в центре?

— Мы не знаем имени, сэр, — замялся Мерфи. — Его провел кто-то из низшего персонала.

— Коррупция в квадрате! — не удержался Кроссвайт.

— Это какой-то бродяга, — брезгливо разглядывая снимок, подумал вслух Герритсен.

Похоже на то. Косматые волосы, лицо, заросшее дикой бородой по самые глаза. Взгляд грустный и внимательный, с отблеском безумия. В добрые старые времена таких ловили и отправляли в работный дом.

— Бесполезные члены общества, которых никто не хватится, — резюмировал Рассел Кроссвайт. — Это хорошо. Мистер Мерфи, вы узнали насчет груза?

— Да, сэр. Завтраки быстрого приготовления «Старфаст».

— Старфаст, Старфаст... Что-то смутно знакомое.

— Да, сэр. Десять лет назад был большой скандал в средствах массовой информации, после которого «Старфаст» запретили. Но только в цивилизованном мире. Запасы «Старфаста» вывезли на Плутон, Макемаке и Хаумеа. А недавно несколько больших партий отправили с Макемаке на Шибальбу, так что, судя по всему, скоро «Старфаст» запретят и на Макемаке.

— Запрещенные продукты? — оживился юрисконсульт. — Можно снизить возмещение за утрату груза. Или вовсе не платить.

— Действуйте, мистер Герритсен! — одобрил директор. — А теперь скажите мне, мистер Мерфи, каковы шансы на выживание у этой троицы?

— Довольно высокие, сэр. Они находились в рубке горного комбайна «Скарабей - 19Л. Модель очень старая, но надежная.

Рассел Кроссвайт скривил лицо:

— Но они не подали сигнал бедствия, не так ли?

— Не знаю, сэр. Их передатчик работает по устаревшему стандарту QDAP. Возможно, «Скарабей» запрашивает помощь, но этого никто не слышит. Такая аппаратура осталась разве что в Музее освоения космоса.

— Я хочу знать наверняка, мистер Мерфи. Достаньте ее и послушайте эфир.

— Где же я ее достану, сэр?

— В Музее освоения космоса. Мы столько жертвуем на культуру, что не стесняйтесь, изымайте любой экспонат.

— Да, сэр. А может, все же отправим спасательный корабль?

— Мистер Мерфи! Если мы пошлем корабль, возникнут неудобные вопросы. К тому же спасательная экспедиция дорого стоит. А я не вижу смысла в лишних тратах, когда все и так складывается удачно.

4

Очередной кусок льда оттаивал в шлюзовой камере, и у Коляна образовался вынужденный перерыв в работе. Сразу вносить добычу в рубку было нельзя: переохлажденный лед примерзал к коже намертво, а свободная вода в невесомости стягивалась в круглые капельки и норовила попасть в легкие. Даже упаковки «Старфаства», летающие по комнате, могли наделать бед. Одна такая врезалась Коляну в затылок. Он разинул рот и застыл, беззвучно шевеля губами, глаза выражали адскую муку. Док тронул его за плечо:

— Николай, тебе плохо?

Тот помотал головой:

— Все путем. Это я прошился, чтоб не матюгаться. Только открою рот загнуть по-матерному — тотчас мне горло перехватывает и звездочки в глазах.

— Бедняга! — посочувствовал Док. — Как же тебя уго-раздило?

— Хотел жениться. Женщины — они ведь ушами любят... Но не срослось.

— Так снеси прошивку, не мучайся.

— Жаба душит, — признался Колян. — Ползарплаты отдал — и что, впустую? Ничего, я насобачился использовать эвфигизмы.

— Может быть, эвфемизмы?

— Ага, наверно. В смысле, ну когда говоришь «хреновень», а подразумеваешь «херовина».

Михаил Юрьевич поймал «Старфаств», пролетавший в опасной близости от лица, и желчно поинтересовался:

— Не достаточно ли мы набрали этой дряни? И воды хватит надолго. Давайте уже выбрасывать лед в космос. В конце концов, наша цель — очистить антенну, а не запасаться на голодный год.

— Выкидывать еду и воду нехорошо, — возразил прижимистый Колян. — И фиг знает, сколько там осталось «Старфаства». Может, всего ничего. Может, потом пойдут

какие-нибудь памперсы в синильной кислоте. И будешь ты, Миха, локти кусать.

Док забрал упаковку у Михаила Юрьевича и сунул в мусорный мешок. Штук восемь таких мешков, полностью набитых и завязанных, были принаитованы в разных местах комнаты, отчего в ней стало тесновато.

— «Старфаств» — это не еда, — заметил Михаил Юрьевич. — Он вреден для здоровья.

— Он вкусный! — возмутился Колян.

На ярко раскрашенной крышечке были три кнопки, подписанные «рыба», «мясо» и «курица». Колян выбрал «мясо», и корытце мелко завибрировало. Внутри шел некий процесс.

— «Полностью натуральный продукт, — прочитал Колян, — обогащенный витаминами и кальцием». Точняк, нам нужен кальций! А то костям в невесомости капеч.

Он снял с емкости крышку — та свернулась трубочкой и превратилась в ложку — и принялся с аппетитом закидывать в себя «Старфаств».

— Мы полюбим этот вкус, — вздохнул Док, открывая свою порцию.

— Помню, как-то раз мы нашли богатый астероид, — сказал Колян. — Надо было поспешать, пока не налетели остальные. А из еды у нас — только просроченный «Старфаств». И вот он начал глючить. Какую кнопку ни нажми — однофигстенно, внутри этиловый спирт.

— Ах, не могли бы вы помолчать! — раздраженно бросил Михаил Юрьевич. — Нужно что-то делать, а вы байки травите!

— Миха, не кипишись. Мы почти докопались до антенны.

— Вот именно! Антенна должна уже работать на прием, но мы ничего не ловим. Следовательно, приемник неисправен.

— И что вы предлагаете? — спросил Док. — Только конструктивно, пожалуйста!

Михаил Юрьевич сверкнул глазами:

— У «Скарабея» есть двигатель, не так ли?

— Ага, на водяной плазме, — согласился Колян. — Воды у нас хоть залейся — а толку? Изотопная батарея одна, да и та выработала половину ресурса. Большую тягу нам не развить. Будем разгоняться лет двадцать, а потом тормозить еще.

— Нас затормозят лазером на подлете, — сказал Михаил Юрьевич. — И мы не станем разгоняться, а скорректируем траекторию. Я могу рассчитать новый курс... Да, пожалуй, я смогу.

Он сел в кресло, открыл схему Солнечной системы и задумался.

5

Волосы Мерфи радостно вибрировали.

— Сэр, они вышли на связь! Николай Лобанов, Михаил Карась и третий, называющий себя «Док». Прошло тридцать пять дней, а они еще живы.

— Просто чудо! — процедил Кроссвайт.

— Воды и пищи хватит надолго, — доложил Мерфи. — «Скарабей» заморожен в огромный ледяной обломок, и они там добывают «Старфаств», словно полезное ископаемое. Кислород они получают электролизом, так что, считайте, у них неограниченный запас воздуха.

— Хм... А что они собираются делать с углекислым газом? Вряд ли на «Скарабее» неограниченный запас картриджей к воздушному фильтру. Не так ли, мистер

Мерфи?

— Сэр, это пояс Койпера, там никогда не меняют картриджи. Дикие люди! Нагревают картридж в вакууме или продувают водяным паром — в зависимости от модели. Поглощенная углекислота выделяется, и картридж можно использовать повторно.

— Какое упущение! Производители фильтров теряют прибыль. Надо придумать, как сделать их одноразовыми.

— Да, сэр, производители так и поступили, и тогда шахтеры перестали покупать системы жизнеобеспечения. В горном комбайне, сэр, есть криогенный сепаратор. Он предназначен для физического разделения льдов, но если пропатчить драйвер, то с его помощью можно вымораживать углекислый газ из дыхательной смеси. У «Скарабея» действительно неограниченный запас воздуха. А еще они включили двигатель и направляются на Эрешкигаль.

— На Эрешкигаль? Не на Шибальбу?

— На Эрешкигаль, сэр, это ближе. Тем не менее путь займет два с половиной года. Это так долго, сэр! Может, мы пошлем за ними спасателей?

— Никого спасать мы не станем! — скрипнул зубами Кроссвайт. — Запомните, мистер Мерфи.

— Да, сэр, — Мерфи покусал губу. — Но что будет, когда «Скарабей» прилетит на Эрешкигаль?

Исполнительный директор откинулся на спинку кресла и прикрыл глаза. Когда «Скарабей» прилетит на Эрешкигаль, эта история, как пить дать, попадет в новости. Журналисты докопаются до махинаций Лизы Эллиот, грянет скандал, акции «Транссолоа» рухнут, и Ван Далены сделают его, исполнительного директора Кроссвайта, козлом отпущения. Ему припомнят «Каледонию», на него повесят всех собак.

Ну уж нет!

— Пригласите сюда Герритсена, — сказал Кроссвайт. — Будем составлять контракт.

6

— Картошка с грибами.

— Зеленый горошек.

— Картошка со шкварками.

— Шоколадное мороженое.

— Картошка с курицей.

— Только не с курицей!

— Ладно, тогда с лучком. На подсолнечном масле. — Колян зажмурился. — И чтоб, знаешь, хрустела.

— Изверги вы, — бессильно констатировал Михаил Юрьевич. — Садомазохисты.

Док покрутил в руках лоток «Старфаства»:

— А как это вообще работает? Быть может, здесь есть другие программы? Кроме тех трех, что вынесены в интерфейс. А, Николай?

— Зуб даю! Было дело, наш «Старфаств» взломали хакеры, и он превратился в этиловый спирт...

— Извините, что прерываю, — ядовито произнес Михаил Юрьевич, — но из монитора торчит какой-то треугольник. Моментально посерьезнев, Колян дернул загадочный треугольник за угол и вытащил почтовый конверт.

— Ребята, чтоб мне сдохнуть! Нам письмо.

— Вы что-то путаете, — не поверил Михаил Юрьевич. — Этого не может быть. Радио не работает.

— Почему они связались с нами только сейчас? — нахмурился Док. — Странно...



ФАНТАСТИКА

Колян вскрыл конверт и вытащил заполненный мелким шрифтом лист с логотипом «Транссолоа». Док и Михаил Юрьевич придвинулись, вытянув шеи. Колян читал, шевеля губам, и на его лице проступало недоумение.

— Это «Скарабей»-то ценное имущество? Которое мы должны спасти с места катастрофы и доставить на Эрешкигаль? А нам за это заплатят три миллиона баксов? Они там спятили, в ихнем «Транссолое»? Мы так и так летим на Эрешкигаль, совершенно за бесплатно. Чё-то я не въехал... Мы спасем «Скарабей» — а кто спасет нас?

— Они не хотят нас спасать, Николай, — объяснил Док. — Видимо, посылать за нами корабль слишком дорого, дешевле дать нам отступного.

— Как унижительно! — сказал Михаил Юрьевич. — Мы не должны это подписывать.

— Но, блин, три мегабакса! По мегабаксу на рыло... Охренительные деньжищи!

— Проголосуем, — предложил Док и помахал упаковкой «Старфаства». — «Рыба» — за то, чтобы заключить сделку, «мясо» — против, а «курица» — воздержался.

Загородив ладонью крышку, Док нажал кнопку и положил лоток в мусорный пакет. Вслед за ним проголосовали Колян и Михаил Юрьевич. Пакет завибрировал, обрабатывая результаты референдума. Док вынул первый лоток, снял крышку, понюхал и объявил:

— Рыба.

Достал второй лоток, понюхал:

— Снова рыба.

В третьем бюллетене тоже оказалась рыба.

— Никто ничего не перепутал? — спросил Док. — Неужели единогласно?

— Я хочу эти деньги, понятно?! — с вызовом сказал Колян. — Хочу миллион баксов. Мне всю жизнь надо вкалывать, чтобы столько заработать. И какая у меня работа? Думаете, очень интересная? Сидеть в том же комбайне, колупать тот же лед и жрать тот же «Старфаств».

— Понятно, — кивнул Док. — А вы, Михаил? Как же ваш телескоп?

— А никак. — Михаил Юрьевич горько усмехнулся. — Финансирование урезали, строительство заморожено. Что я буду здесь ковать, что там. В деньгах нет счастья, но есть некоторое утешение.

— А я кое-что искал, — туманно сказал Док, — и кажется, нашел то, чего мне не хватало.

— Денег, что ли? Да ты, блин, философ!..

7

Сто седьмого числа 2210 года Фил Мерфи переступил порог директорского кабинета. Он уже чувствовал себя виноватым, топча газон, а бешеный взгляд начальника едва не отправил его в нокаут.

— Как вы объясните это, мистер Мерфи? — Кроссвайт швырнул ему какую-то книжку.

«Транссол: деньги в космосе не пахнут», — прочел Мерфи. С обложки смотрели два легко узнаваемых лица — Николая Лобанова и Михаила Караса — и одно узнаваемое с трудом. Побритый и постриженный бродяга оказался известным журналистом Петром Докучаевым.

— Кто бы мог подумать, сэр... — выдавил Мерфи.

— Вы, мистер Мерфи. Эти материалы пришли в редакцию с вашего адреса.

— Нет, сэр! Клянусь, я ничего не посылал.

— Неужели? — процедил Кроссвайт. — А почему вы не вернули радиостанцию в музей? С какой целью вы два года держите ее дома?

Фил Мерфи опустил глаза.

— Это не простая радиостанция, сэр, а пульт управления зондом «Инфинити». В конце двадцать первого века его послали в облако Оорта, и он до сих пор там летает.

— Какая вам от этого польза?

— Никакой, сэр. Но у меня сын, ему девять лет, и он бредит космосом. И я подумал: когда еще ребенку представится возможность порулить космическим зондом? Простите, сэр, не понимаю, что на меня нашло.

— Мерфи... Знаете что? Идите отсюда к черту.

— Да, сэр. Спасибо. До свидания. Удачи вам.

8

— Сильнее! — потребовал Михаил Юрьевич. — Привяжите меня покрепче!

Его голова торчала из спального мешка, а Док затягивал стропы.

— Спина должна чувствовать твердую поверхность, — объяснял Михаил Юрьевич раздраженно. — Не могу спать в невесомости.

— «Невесомость» происходит от слова «невесело», — заметил Колян, крепко спеленатый в своем спальнике.

— И означает невозможность повеситься, — мрачно добавил Михаил Юрьевич.

— Потерпи, Миха, недолго уже осталось.

Док затянул последнюю стропу и отлетел полюбоваться.

— Ну, всем удобно? Все хорошо привязаны? Тогда у меня для вас две новости — плохая и хорошая. Начну с плохой. Наша история стала достоянием широкой общественности. Шишки из «Транссол» делают круглые глаза и пытаются от нас откrestиться. Так что обещанных миллионов мы не получим.

— Кончай прикалываться, Док.

Тот смущенно развел руками:

— Помните, я все набивал что-то на компьютере? Это была книга про наше путешествие на «Скарабее». Я отправил рукопись в издательство, и ее напечатали.

— Гонишь! У нас нет Интернета.

— Есть, но с узким каналом и большой задержкой. Ре-транслятор почему-то в облаке Оорта.

— Но зачем вы так поступили? — спросил Михаил Юрьевич. — Зачем?

— Я журналист, и моя работа — говорить людям правду. Я долгое время скитался по Солнечной системе, писал статьи о страданиях простых людей и о жадности корпораций. Но все это было не то. То есть, конечно, факты вопиющие, но об этом столько понаписано, что приелось. Собирая материал о махинациях на транспорте, я попал на «Скарабей». И когда «Транссол» предложил нам

сделку, — в глазах Дока сверкнули огоньки, — я понял: вот она, моя тема!

— Сволочь ты, Док! — Колян задергался в крепко привязанном спальнике. — Тебе, значит, слава и почет, а мы два года мучились задаром?

— Не задаром, и это хорошая новость, — сказал Док. — Я включил вас в соавторы, гонорар разделим поровну. Кроме того, мы продадим право на экранизацию. Плюс к этому, поскольку никто не признает «Скарабей» своей собственностью, по закону он принадлежит нам. Продадим его на Эрешкигаль, в сумме то на то и выйдет — по миллиону каждому.

— Вот это другой разговор! — обрадовался Колян. — Еще можно сбавить остатки «Старфаства».

— Может, не надо «Старфаства»? — нерешительно возразил Михаил Юрьевич. — Он вреден для здоровья...

— Да ладно, Миха. Мы ели и не померли.

9

Руслан Селиванов, громыхая магнитными ботинками, вошел в диспетчерскую космопорта Эрешкигаль. На нем были списанный десантный бронескафандр и портупея с плазмоганом.

Вчера таможня конфисковала пиратскую копию блокбастера «Каледония», и теперь вся диспетчерская рыдала, не отрывая глаз от мониторов.

— Ой, девочки, не могу смотреть! — всхлипывая, говорила Мила Ким. — Вот этот момент, когда он сажает ее в спасательную капсулу... А ведь это последняя капсула, и он это знает, но ей не сказал... Прямо все в душе переворачивается.

— Придумают же чушь! — проворчал Селиванов.

— Так все и было! — возмутилась Мила Ким.

— Да ну?

— Знаешь, кто писал сценарий? Бывший директор «Транссол», тот самый, который руководил спасательной операцией. Уж он-то знает, как оно было на самом деле.

— Например, почему спасательных капсул не хватило на всех.

— Селиванов, ты сухарь и зануда.

— Угу. Зачем вызывали-то? О фильмах поговорить?

— Помнишь триллер «Деньги в космосе»? — спросила Мила. — Сейчас у нас в шестом доке швартуется «Скарабей».

— Ну и что? Мне пойти и попросить для тебя автограф?

Мила промокнула глаза, высморкалась и сказала деловым тоном:

— Иди и арестуй их. У них на борту груз «Старфаства» на продажу.

Селиванов нахмурился:

— Слушай, они же два года болтались в космосе, бедолаги! Может, просто не знают, что «Старфаств» запретили ввозить на Эрешкигаль?

Мила Ким пожала плечами:

— Незнание закона не освобождает от ответственности. Пускай выбирают: два года тюрьмы или штраф в три миллиона баксов.





Московский Дом Книги

СЕТЬ МАГАЗИНОВ

Анна Урманцева

Мозговой штурм:
избранные дискуссии
СВР-Медиапроекты, 2013

Книга «Мозговой штурм. Избранные дискуссии» возвращает читателя в те времена, когда жители нашей страны всерьез были приобщены к обсуждению самых смелых идей ученых. Как создать человека-амфибию? Куда лучше полететь — на Луну или на Марс? Возможно ли создать эликсир молодости? Эти и другие темы обсуждают самые известные ученые России.



Поль де Крюй

Охотники за микробами:
лучшая книга о величайших
открытиях в микробиологии
Астрель, 2012

Эта книга входит в сотню лучших научно-популярных книг всех времен и народов. Новые и новые поколения читателей открывают для себя историю первых микробиологов, вступивших в борьбу с извечными врагами человека — болезнетворными микробами



Антонио Лима-де-Фариа

Похвала «глупости» хромосомы
Исповедь непокорной молекулы
Бином, 2012

Издание содержит современные сведения о молекулярной организации хромосом, представленные в виде небольших тематических рассказов. Хорошо проясняют предмет тщательно подобранные красочные иллюстрации.



КНИГИ

Франс де Вааль

Истоки морали: в поисках человеческого у приматов
Альпина нон-фикшн, 2013

На протяжении многих лет автор изучал жизнь обыкновенных шимпанзе и бонобо и обнаружил зачатки этического поведения в их сообществах. По мнению автора, мораль — не сугубо человеческое свойство, ее истоки нужно искать у животных. Помимо увлекательного рассказа об этических формах поведения у приматов, де Вааль поднимает глубокие философские вопросы, связанные с наукой и религией.



Карл Циммер

Эволюция. Триумф идеи
Альпина нон-фикшн, 2013.

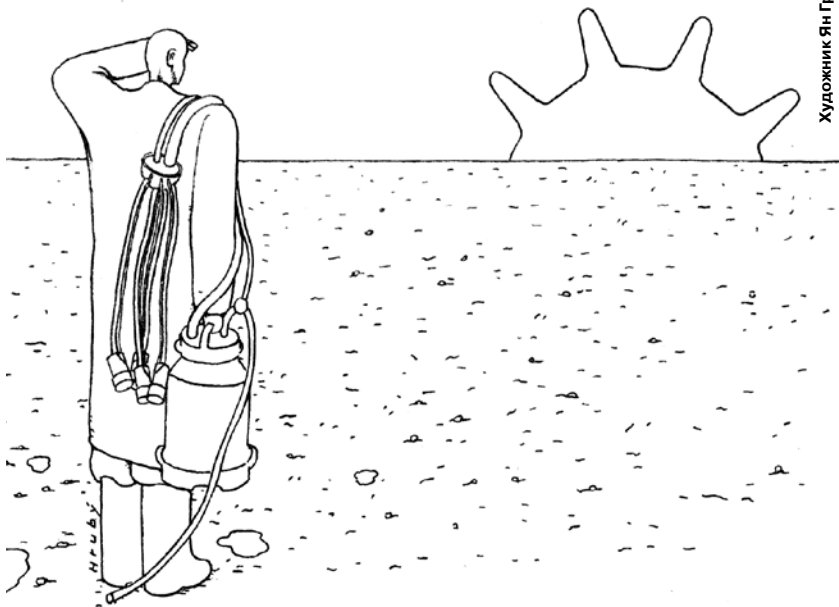
Один из лучших научных журналистов нашего времени со свойственной ему основательностью, доходчивостью и неизменным юмором делает полный обзор теории эволюции Чарльза Дарвина в свете сегодняшних научных представлений и открытий. Эта книга не только дает понимание основных положений теории Чарльза Дарвина, но рассказывает о новейших исследованиях процессов эволюции, показывает, как современная наука расширяет и углубляет теоретическое наследие великого ученого. В книге перед нами просто и величественно раскрывается вся история эволюции.



Эти книги можно приобрести в Московском доме книги.

**Адрес: Москва, Новый Арбат, 8,
тел. (495) 789-35-91**

Интернет-магазин: www.mdk-arbat.ru



Пишут, что...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Пейте, дети, молоко — будете здоровы!

Оказывается, призыв, вынесенный в заголовок, не работает, причем абсолютно. Дети, услышав подобное, проникаются отвращением к рекламируемому продукту и потреблять его вообще не желают. Это установили Майкл Майморан и Айлет Фишбах из Северо-западного и Чикагского университетов («Journal of Consumer Research», октябрь 2014).

В своих опытах они давали детям от трех до пяти лет посмотреть иллюстрированную книжку про девочку, которая ела крекеры или морковку. В одном варианте книжки делался вывод, что есть морковку очень полезно, в другом такого вывода не было. Затем исследователи выясняли, чего и сколько малыши едят. Как оказалось, рассматривание книги без намеков на нравовучение вызывало гораздо большее желание съесть морковку.

По мнению авторов работы, ларчик просто открывается. Родители, стараясь впихнуть в ребенка полезную еду, постоянно подчеркивают ее пользу. Но зачастую такая еда оказывается не очень-то вкусной. После нескольких подобных упражнений у ребенка возникает стойкое ощущение, что, раз его так уговаривают, так подчеркивают, что пища полезная, значит, у нее нет никаких других достоинств и, значит, она невкусная. Возникает реакция отторжения именно полезной пищи. Ну а вредная пища, вроде чипсов, видимо, в силу аналогичного рассуждения, привлекает внимание. Вспоминаются слова Венедикта Ерофеева из «Москва — Петушки»: «Во вступлении к первому изданию я предупреждал всех девушек, что главу "Сerp и Молот — Карачарово" следует пропустить, не читая, поскольку за фразой "и немедленно выпил" следует полторы страницы чистейшего мата... Добросовестным уведомлением этим я добился того, что все читатели, особенно девушки, сразу хватались за главу "Сerp и Молот — Карачарово"...» Отсюда следует мораль: чтобы ребенок ел полезную пищу, не надо создавать запретных плодов и не надо говорить, что именно эта пища способствует росту мышц, крепости костей и развитию ума. Лучше вообще кормить детей без всяких комментариев

С.Анофелес

...в 2011 году NASA опубликовало рекомендации по защите и сохранению имеющих историческое и научное значение следов пребывания американцев на Луне, в частности отпечатков подошв астронавтов, следов колес («Астрономический вестник», 2014, 48, 3, 183—191)...

...фемтосекундные нити, созданные из воздуха, могут образовать волновод с временем жизни несколько миллисекунд для доставки слабых световых сигналов из удаленных мест («Physical Review», 2014, X, 4, 011027, doi: 10.1103/PhysRevX.4.011027)...

...экспериментальное включение и выключение ассоциативной памяти у животных достигнуто путем усиления и ослабления синаптической связи между определенными нейронами («Nature», 2014, 511, 7509, 348—352)...

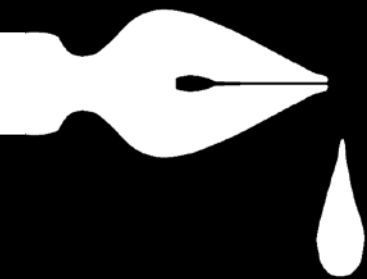
...в рамках проекта «1000 Bull Genomes» секвенированы геномы 232 бычков и двух телок джерсейской и голштинской пород, а также флекфи, происходящей от симментальской («Nature Genetics», 2014, онлайн-публикация 13 июля, doi: 10.1038/ng.3034)...

...в Северо-Капской провинции ЮАР, в местонахождении близ города Кату, найдены десятки тысяч артефактов ашельской культуры — раннего палеолита (PLoS ONE, 2014, 9, 7, e103436, doi: 10.1371/journal.pone.0103436)...

...летучие мыши-вампиры не чувствуют горького привкуса крови («Proceedings of the Royal Society B», 2014, 281, 1788, 20141079)...

...причудливые формы, которые принимают птичьи стаи в небе, связаны с тем, что каждая птица стремится занять положение, дающее максимум информации о других членах стаи («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2014, 111, 29, 10422—10426)...

...переносимый комарами вирус центральноафриканской лихорадки чикунгунья, сопровождающейся высокой температурой, суставной, мышечной и головной болью, тошнотой и сыпью, впервые отмечен как местное заболевание в США и, возможно, завезен в Европу («New Scientist», 2014, 2979, 6—7)...



Потепленцы не отступают

Медленно, но верно оппоненты ведут подкоп под устои гипотезы об антропогенном характере глобального потепления. В частности, они неоднократно разлагали кривую изменения температуры на планете за многие тысячелетия на волны ряда Фурье и указывали, что, по их расчетам, пик потепления приходится на конец XX века, теперь же идет похолодание. Странники же гипотезы смеялись над этими выкладками и говорили, что неуклонный рост содержания парниковых газов в атмосфере уже давно покончил с природными циклами и вообще мы живем в антропоцене, когда могущество человека сравнялось с геологическими силами.

Но вот прошло четырнадцать лет нового века. Измерения температуры на планете год от года пополняли таблицу данных, и расчетная кривая глобального потепления уходила все выше и выше от экспериментальных значений. Наконец уже и адептам гипотезы потепления стало ясно, что надо как-то оправдываться. Они начали пересматривать оценки возможного изменения температуры, говорить о слабом учете роли облаков и аэрозолей, ссылаться на промахи в учете последствий гигантского Эль-Ниньо 1998 года. В общем, «отрицающие изменение климата получили козыри для того, чтобы подвергать сомнению результаты математического моделирования и свести все к естественным причинам». Это фраза не из полемической статьи, а из недавней научной публикации профессора Шона Лавджоя из монреальского Университета Мак-Гилла («Geophysical Research Letters», 14 июля 2014 года; doi: 10.1002/2014GL060478).

В своей статье он рассмотрел, с какой периодичностью могут происходить естественные флуктуации температуры разной величины. Из расчета вышло следующее. Флуктуация 0,87 градуса (это рост температуры за промышленную эпоху, 1880—2004 годы) очень велика, она случается раз за 1000—20 000 лет. Похолодание на 0,42—0,47 градуса, наблюдавшееся в 1944—1976 годах имеет период 125 лет. А вот флуктуация 0,27—0,37 градуса случается с периодом 20—50 лет. Как раз за 1993—1998 годы температура выросла на 0,3 градуса, а за 1998—2013 — упала на 0,37 градуса. Таким образом, получается, что некоторые отклонения от кривой потепления вызваны естественными причинами, а вот сама кривая ввиду нереальности флуктуаций с периодом в тысячелетия с вероятностью 99% носит-таки антропогенный характер. Однако «мы должны сражаться с аргументом скептиков, что, дескать, модели ненадежны и изменчивость вызвана естественными причинами. Для победы следует оцифровать все эти вариации климата и отвергнуть гипотезу, что это лишь многовековая флуктуация», — так формулирует текущую тактическую задачу профессор Лавджой. В своей непримиримости он прав: противники могут ведь вспомнить, что примерно 8 тысяч лет назад был так называемый голоценовый оптимум, когда температура на планете без всякого вмешательства человека была на 1—3 градуса выше, чем сейчас. Это время вполне укладывается в отведенный Лавджоем временной интервал повторяемости.

А.Мотыляев

...для управления космическими аппаратами предлагается использовать шарообразные солнечные паруса, в частности парус из шести таких шаров («Космические исследования», 2014, 52, 3, 257—263)...

...сточными водами напрямую или косвенно снабжают 7% всех орошаемых территорий в мире; в мексиканском городе Сан-Луис-Потоси 60% городских сточных вод используют повторно («Водные ресурсы», 2014, 41, 3, 235—246)...

...за последние 250 лет леса на Среднерусской возвышенности сократились на 5—6%; максимальная скорость их восстановления наблюдается на правом берегу Оки, наиболее заметное исчезновение — на 20% — в пограничной полосе степи и лесостепи («Лесоведение», 2014, 3, 23—30)...

...одновременное применение лазерного излучения инфракрасного и красного диапазонов эффективно при заживлении ожоговых ран («Доклады Академии наук», 2014, 456, 1, 111—113)...

...патологическое ожирение у взрослого человека может быть отдаленным последствием дефицита жидкости у новорожденного («Биофизика», 2014, 59, 3, 612—620)...

...в Сибири найдены останки динозавра из отряда птицетазовых, имевшего и перья, и чешую; возможно, перья были характерны и для древнейших динозавров («Science», 2014, 345, 6195, 451—455)...

...предложен акустический метод измерения температуры и влажности воздуха в помещении; наиболее приспособлены для его применения концертные и театральные залы, где часть необходимого оборудования уже есть («Акустический журнал», 2014, 60, 3, 327—331)...

...для военно-морской экспедиции в Каспийском море в 80-х годах XVIII века решено было изменить состав провианта: вместо быстро портящегося на жаре кваса выдавать две чарки смеси красного кизлярского вина с водой, а за неимением обычной на Балтике свинины и трески — мелкую сухую рыбу, сазана и судака («Известия РАН. Серия географическая», 2014, 3, 103—110)...



Углеводородная звезда



РАДОСТИ ЖИЗНИ

Е.В.ГОЛОДНЫХ, Москва: Растворы для цветных мыльных пузырей должны содержать красители, способные превращаться в бесцветные лейкосоединения после того, как пузырь лопнет, например кристаллический фиолетовый лактон; но, судя по жалобам в Сети, многие составы содержат другие красители, которые исчезать не торопятся.

Н.П., электронная почта: Пастеризованное молоко при хранении становится тягучим, если заражено различными бактериями, которых не убивает пастеризация, например *Bacteria lactis viscosum*, *Enterobacter gerogenes*, *Streptococcus cremoris*, некоторыми видами микрококков; такое молоко выглядит неаппетитно, но для здоровья не опасно.

Т.Б.МОРОЗ, Челябинск: Папаин, который содержится в кремах-пилингах, — это протеолитический фермент, то есть белок, расщепляющий белки, причем любые, а не только кератин кожных чешуек и волосков, как уверяют некоторые производители; человеческую кожу он не проест, но местная реакция может быть, в том числе аллергическая.

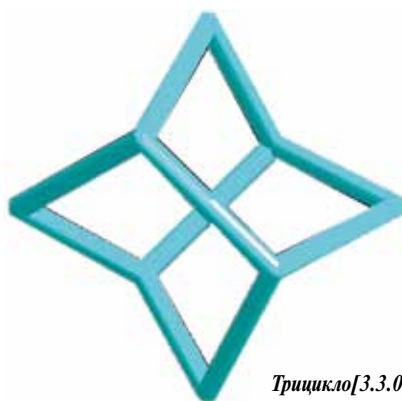
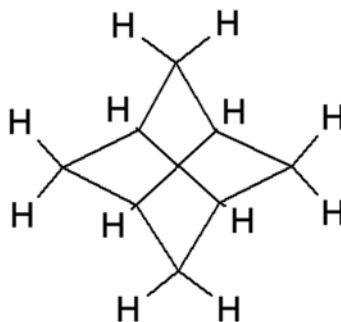
М.Д.НОВИКОВОЙ, Санкт-Петербург: Генцианоза никаких цианогрупп не имеет, этот трисахарид получил название в честь горечавки (род *Gentiana*), в корнях которой он содержится.

А.В.ИЛЬИНОЙ, Омск: Базилик бывает и зеленым, и фиолетовым, это просто разные сорта; считается, что фиолетовый базилик с более резким запахом чаще применяется в блюдах восточной кухни, тогда как зеленый — в западной.

О.Е.ГОНЧАРОВОЙ, Саратов: Компьютерную мышшь можно протирать спиртовыми салфетками как снаружи, так и изнутри, главное — потом правильно ее собрать.

Алексею ВАСИЛЬЕВУ, Москва: Серой жабе, пойманной в природе, можно предложить мотыля, мучного червя, про другие виды корма идут споры; если жаба не начнет есть через три—пять дней, лучше вернуть ее обратно в природу.

Николаю, электронная почта: Мы не смогли найти в нашем архиве публикации о засолке грибов с помощью соляной кислоты, и, по нашему мнению, лучше все же использовать пищевые кислоты, например уксусную.



Трицикло[3.3.0.0^{3,7}]октан

Казалось бы, что может быть общего между углеводородом трицикло[3.3.0.0^{3,7}]октаном, созвездием северного неба, логотипом автомобиля «Субару» и контролем остроты зрения? Тем не менее... Одна из проекций каркасного углеводорода весьма похожа на звездочки логотипа.

А «Субару» («собранные вместе») — японское название созвездия Стожары (Плеяды), которое, в свою очередь, служит для проверки остроты зрения: только людям с хорошим зрением удастся без оптики разглядеть его отдельные звездочки. Вот такая неожиданная связь.



Стожары (Плеяды)

Доктор химических наук
М.Ю.Корнилов

СИБУР

объявляет о проведении

V-го Международного конкурса идей

6 НОМИНАЦИЙ
в различных областях



6 МИЛЛИОНОВ
рублей призового фонда

решения в области
производства и применения
полиэтилена высокого
давления и полипропилена

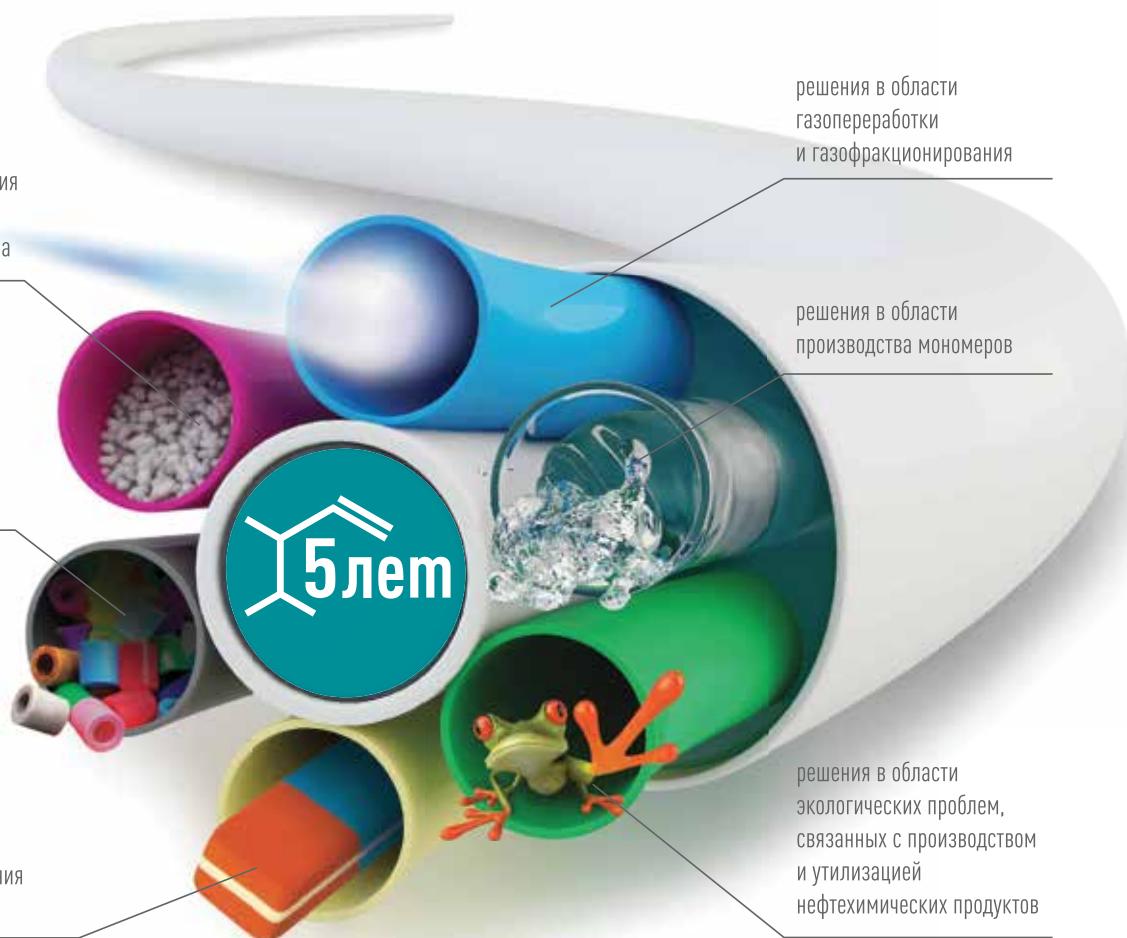
решения в области
производства
и применения пластиков

решения в области
производства и применения
синтетических каучуков

решения в области
газопереработки
и газофракционирования

решения в области
производства мономеров

решения в области
экологических проблем,
связанных с производством
и утилизацией
нефтехимических продуктов



I место – 500 000

II место – 300 000

III место – 200 000

Прием заявок - до 31 октября 2014

Узнать подробнее о конкурсе
и скачать заявку на участие Вы можете
на сайте компании в разделе Конкурс идей

По всем вопросам конкурса можно обращаться к Елене Сергиенко (495) 777-55-00
sergienkoea@sibur.ru



www.sibur.ru/idei

Международная выставка
химической промышленности и науки



ХИМИЯ+



ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ



ХИМ-ЛАБ-АНАЛИТ



ХИММАШ. НАСОСЫ

21–24
ОКТАБРЯ
2014

12+

www.chemistry-expo.ru
www.ica-expo.ru

ISSN 1727-5903



9 771727 590006 >

Организатор:

 **ЭКСПОЦЕНТР**
МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНГРЕССЫ
МОСКВА

При официальной поддержке:

- Министерства промышленности и торговли РФ
- Торгово-промышленной палаты РФ
- Российского Союза химиков
- ОАО «НИИТЭХИМ»
- Российского химического общества им. Д.И. Менделеева
- Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова



Реклама