ХИМИЯ И ЖИЗНЬ
12/2017

Химия и жизнь
Ежемесячный
научно-популярный
журнал

12 2017

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

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

Редакторы и обозреватели
Л.А.Ашкинази,
В.В.Благутина,
Ю.И.Зварич,
С.М.Комаров,
В.В.Лебедев,
Н.Л.Резник,
О.В.Рындина

Подписано в печать 29.11.2017

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

Адрес редакции
119991, Москва, Ленинский просп., 29, стр. 8
Адрес для переписки
119071, Москва, а/я 57
Телефон для справок:
8 (495) 722-09-46
e-mail: redaktor@hij.ru
http://www.hij.ru

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

На журнал можно подписаться в
агенствах«Роспечать» — каталог «Роспечать»,
индексы 72231 и 72232
«Арзи» — Объединенный каталог
«Пресса России», индексы — 88763 и 88764
(рассылка — «Арзи», тел. 443-61-60)
«МАП» — каталог «Почта России», индексы
99644 и 99645.
«Информсистема» — (495) 127-91-47
«Урал-Пресс» — (495) 789-86-36

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

© АНО Центр «НаукаПресс»

НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — работа художника Дитера Брауна. Фигурка из LEGO, вооруженная настоящей катаной, пролила настоящую кровь, — казалось бы, причем тут рецензирование проектов? Подробности в статье «Право на диалог».

*Никогда не отпускайте то,
что держите,
пока не схватите
что-нибудь еще.*

Первый закон Уина-Уокина

Содержание

Интервью
ИГОРЬ ГУЗОВ: «ВМЕШИВАЕШЬСЯ, ТОЛЬКО КОГДА НУЖНО ПОМОЧЬ» 2

Элемент №…
ПРОТАКТИНИЙ: ФАКТЫ И ФАКТИКИ. А.Мотыляев 10

Хемоскоп
ПРИНТЕР «РАСПЕЧАТЫВАЕТ» КАНЦЕРОГЕНЫ.
У ОГАНЕССОНА НЕТ ОРБИТАЛЕЙ? ШЕЛК И ЩЕЛОЧЬ:
КАК ОТЛИЧИТЬ ПОДДЕЛКУ ОТ ДРЕВНЕГО АРТЕФАКТА. А.И.Курамшин 12

История современности
ХОФФМАНУ — 80! И.А.Леенсон 14

Ученые досуги
БУДНИ ХИМИКОВ. М.М.Левицкий 20

Что мы пьем
СВЕТЛАЯ И ТЕМНАЯ СТОРОНЫ КОФЕ. А.И.Курамшин 23

Дневник наблюдений
ЛИСТЬЯ В КЛЕТКЕ. Н.Анина 26

Научный комментатор
СОН КАССИОПЕИ. Н.Л.Резник 30

Жертвы науки
ВСЕ МЫ НЕМНОЖКО ЛОШАДИ. С.Ястребова 32

Проблемы и методы науки
ЛУНАТИЗМ: ПРОБУЖДЕННЫЕ, НО НЕ ПРОСНУВШИЕСЯ. Н.Л.Резник 34

Мемуары Игнобеля
КАМЕННАЯ ЛИЧНОСТЬ. С.М.Комаров 38

Нанофантастика
НА ДВА БАНТИКА. Василий Быстров 41

Дискуссии
ПРАВО НА ДИАЛОГ. Р.В.Богданов 42

Мысли о будущем
РЕВОЛЮЦИИ НЕ БУДЕТ. Виктор Вагнер 46

Страницы истории
ФИЗИК СТРАННЫЙ И НЕОЖИДАННЫЙ. С.В.Багоцкий 48

Что мы съедим
МАМЕЙ САПОТА — МАРМЕЛАДНАЯ СЛИВА. Н.Ручкина. 52

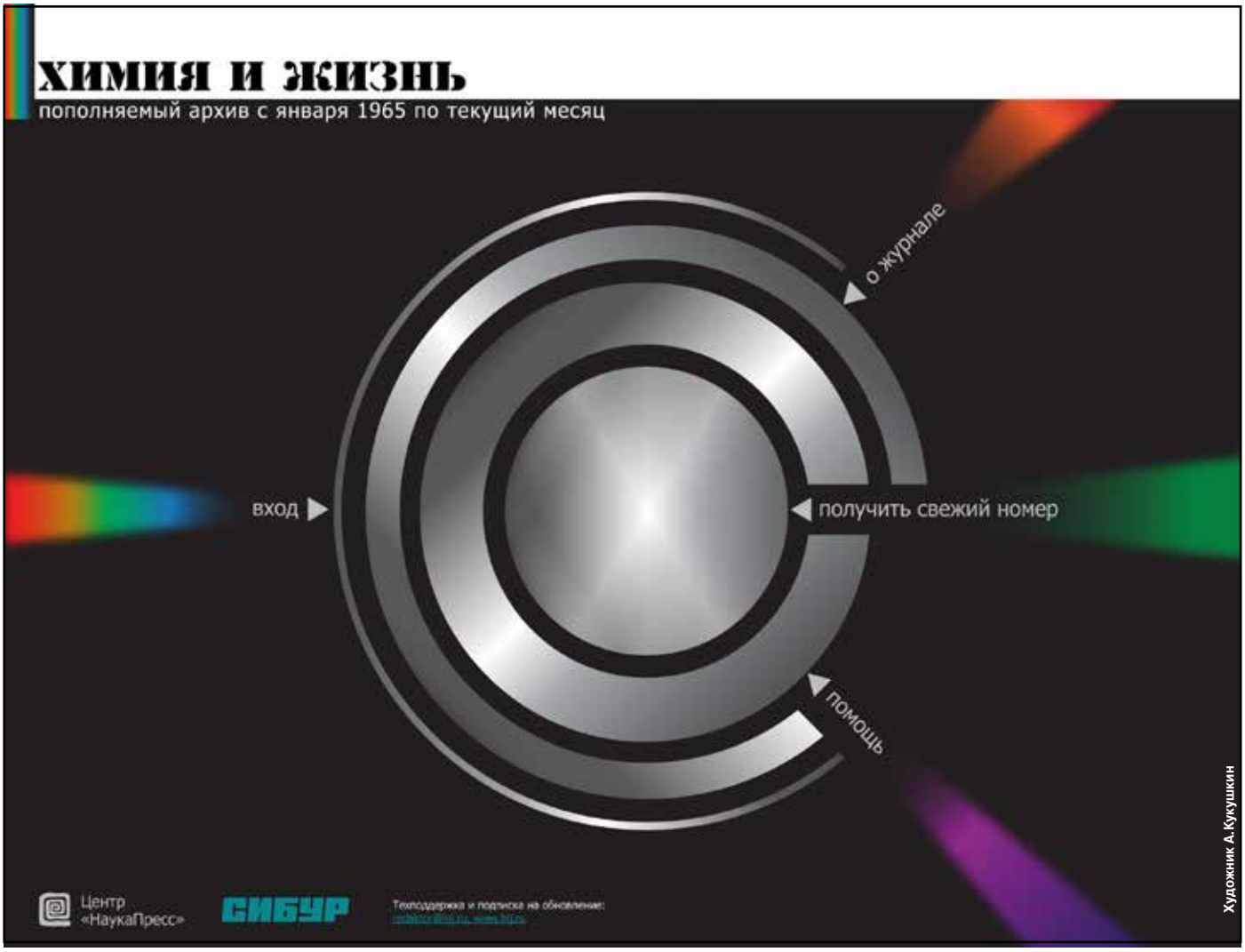
Фантастика
ЭМИЛЬ И ДИКИЙ ЗАЯЦ. Анна Кириллова 54

Литературные страницы
ВЕЛИКИЙ ОЛЕНЬ. Эрнест Сетон-Томпсон 60

Химики и лирики
САМЫЕ СТРАННЫЕ И РЕДКИЕ. Владимир Борисов, Александр Лукашин 64

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	8	КНИГИ	29
ИНФОРМАЦИЯ	7, 59	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
		ПИШУТ, ЧТО…	62

Долгожданный, уникальный, удобный!



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

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

Системные требования к рабочему месту для пользования архивом – персональный компьютер под управлением MS Windows 7.0 и старше, подключаемый напрямую, то есть мимо прокси-сервера, к сети Интернет во время установки и обновления. Ограничение: в сетях с центральным сервером и консолями доступа работоспособность архива не очевидна.

Игорь Гузов: «Вмешиваешься, только когда нужно помочь»

Фото: Екатерина Печёрина

С **Игорем Ивановичем Гузовым**, директором Центра иммунологии и репродукции, в последний раз мы беседовали почти двадцать лет назад («Химия и жизнь», 1999, 1, «Иммунология бесплодия») — дети тогдашних пациенток ЦИР уже учатся в вузах. Центр расширился: шесть клиник по всей Москве, собственная лаборатория с ультрасовременным оборудованием, компьютерная служба и уникальная информационная система, созданная в самом Центре на замену бумажным медицинским картам… Мир изменился, а проблемы бесплодия во многом остались прежними. Как их решают сегодня, спрашивала **Елена Клещенко**.

Немедицинские факторы

Игорь Иванович, сейчас много говорят о падении рождаемости. Какова в этом роль бесплодия?

Думаю, что она не так уж велика. Большая часть семей может завести детей, когда возникает желание. И когда хотят не одного, а двух, трех или больше, все получается без каких-либо проблем. Супружеские пары с бесплодием — это небольшой сегмент населения, 10—15% от всех пар генеративного возраста, и с привычным невынашиванием беременности — тоже серьезная проблема, которой также занимается иммунология репродукции, — это около 5%. Две эти категории отчасти перекрываются, но порядок величин такой. Однако посмотрим на проблему с другой стороны. Очень часто, не только у нас, но и в других странах, многие жители мегаполисов надолго откладывают рождение ребенка. Здесь мы сталкиваемся с некоторыми курьезными представлениями о биологии репродукции. Несколько лет назад в Швеции среди студентов проводили анкетирование и задавали в том числе вопрос: «Как вы думаете, до какого возраста женщина способна к зачатию?» Многие ответили: пока идут менструации, до менопаузы. Мало кто знал, что 40—41 год — медианный возраст наступления так называемого физиологического бесплодия, за десять лет до самой менопаузы.

Что происходит в результате? Молодые люди не чувствуют себя готовыми к тому, чтобы завести детей, откладывают наступление беременности. Бывает, что ко мне приходит пациентка 37—38 лет и говорит: я наконец-то нашла человека своей мечты и готова родить ему ребенка. Мы проводим обследование, и, если обнаруживаются какие-то проблемы, времени на их решение мало. После 30 лет у многих женщин наступает еще не бесплодие, но субфертильность: снижение вероятности наступления беременности и, соответственно, увеличение среднего срока, в течение которого она может наступить.

Как человек и как врач, который занимается проблемами репродукции, я заинтересован в том, чтобы общество ориентировало людей на более раннее рождение детей. И еще — на рождение «плюс одного» ребенка: кто планирует одного, те пускай все-таки подумают о втором, кто двух — пусть подумают о третьем. Постепенность, малые шажки, которые позволят решить более серьезные проблемы.

Начинать лучше до тридцати?

Безусловно. Раньше у акушеров-гинекологов был не очень красивый термин — «старородящая», так называли женщин, рожающих после 28 лет. Это, конечно, неправильно, к 30 годам обычно сохраняется хороший уровень фертильности. Но, как ни странно, увеличивается процент пациенток, которые обращаются к нам с ранней менопаузой. Бывает генетически обусловленная предрасположенность к раннему снижению фертильности — не после 40, а после 30, при этом женщины прекрасно выглядят и хорошо себя чувствуют. Все было бы проще, если бы они родили первого ребенка в 24—26, не говоря про 18—19, когда организм физиологически наиболее готов к первым родам. Я понимаю, что это нереально: нужно закончить образование, психологически созреть для жизни в современном обществе. Но до 28, хотя бы до 30, 32 — тоже было бы неплохо. Между тем контингент пациенток, которые приходят к нам, потому что планируют первую беременность и сталкиваются с проблемами, стал гораздо более возрастным, чем 20—30 лет назад: много супружеских пар в возрасте 35—40 лет. Лечение в таких случаях ориентировано на повышение вероятности зачатия. Но эта вероятность может реализоваться только раз в месяц, иногда ожидание растягивается надолго, а времени, как я уже сказал, мало. Причины разные, не только обусловленные возрастом: генетические, связанные с конституцией обоих супругов, перенесенные воспалительные заболевания, операции и прочее.

Об этих факторах можно узнать заранее? Обследоваться и выяснить, сколько лично у тебя осталось времени?

Да, существуют показатели, по которым определяют резерв яичников и их состояние. С большой точностью позволяет сделать прогноз сочетание биохимического исследования, анализа

на маркеры снижения резерва яичников — антимюллеров гормон, ингибин В — и подсчета антральных фолликулов с помощью УЗИ. Фолликулы в организме женщины закладываются еще внутриутробно; каждый фолликул — это клетка-предшественница яйцеклетки, окруженная слоем гранулезных клеток. На УЗИ они не видны, за исключением тех, что периодически просыпаются после начала полового созревания. Фолликул растет за счет того, что клетки, окружающие яйцеклетку, начинают делиться и образуют полость, , от греческого антрум, что означает «пещера», отсюда название. На этом этапе они становятся чувствительными к гормональному фону. Если у женщины не наступила беременность, волна гормональных изменений во время менструального цикла захватывает эти фолликулы, из них к пятому — седьмому дню цикла выделяется так называемый доминантный фолликул, в котором будет созревать яйцеклетка. Для нас в данном случае важно, что антральные фолликулы в начале полового цикла видны на УЗИ, их можно подсчитать. Они составляют так называемую когорту. У женщины 18—19 лет в когорте могут быть несколько десятков фолликулов, после 40 — единицы, и это число отражает общий запас яйцеклеток в яичнике. Если оно не соответствует возрасту, можно предположить, что у женщины высокий риск раннего снижения фертильности.

Также очень важна семейная история. Если у мамы, или у бабушки, или у женщин по отцовской линии раньше, чем обычно, прекращалась менструации, это может говорить о генетических факторах риска, о том, что рождение ребенка лучше не откладывать.

«Приемная комиссия»

А иммунологические факторы — это что-то совсем редкое?

Смотря о чем речь. У иммунологии репродукции есть два аспекта: общебиологический и медицинский. Общебиологический механизм заключается в том, что иммунные механизмы так или иначе принимают участие практически во всех этапах жизни. Мы, плацентарные млекопитающие — организмы долгоживущие, медленно размножаемся и медленно меняемся. Гораздо более древние микроорганизмы — бактерии или вирусы — быстро мутируют, быстро меняются. Как мы, млекопитающие, можем выжить в условиях постоянного натиска с их стороны? Путем полового размножения — с его помощью мы обмениваемся генетическим материалом и повышаем свое разнообразие, а также за счет высокого полиморфизма иммунной функции. Из всех систем нашего организма иммунная система наиболее полиморфна. Но кроме того — и тут мы от общебиологических аспектов переходим к медицинским, — иммунные механизмы играют роль в выживании плода внутри организма матери. В течение девяти месяцев организм, иммунологически наполовину чужеродный, — потому что половину генов и, соответственно, белков, ребенок наследует от отца — обитает в потенциально враждебной среде. Здесь запускаются достаточно сложные механизмы взаимодействия, и если в них возникают сбои, то беременность или не наступает, или прерывается на очень ранних этапах, или развивается патология с выраженной иммунной составляющей.

Всегда ли плохо, когда иммунная система матери агрессивна по отношению к плоду? Оказывается, нет. В биологии есть такое направление — конфликтология, оно изучает ситуации несовпадения интересов. Как ни странно, в том, что касается беременности, у матери, у отца и у ребенка биологические интересы не полностью совпадают. Цель плода — поставить организм матери под свой контроль, он в данном случае выступает как абсолютный эгоист. Материнский организм с сентиментальной точки зрения должен радостно это принимать, исполнять свое предназначение и так далее. Конечно, передача генов потомству — важная биологическая функция, тех, кто пренебрегал ей, на Земле больше нет. Однако материнский организм, условно говоря, рассчитывает, что он обеспечит развитие и рождение не одного этого ребенка. Физиологическая нагрузка при беременности на материнский организм огромна, поэтому на биологическом уровне организм принимает решение: дать доступ плоду к ресурсам на эти девять месяцев или не давать и поберечь их для следующего? Иммунная система матки — это своего рода приемная комиссия для эмбриона, у которой нужно заработать проходной балл. И на этапе имплантации, и на следующем, еще более значимом, — плацентации материнский организм может дать добро или остановить процесс.

Биологические же интересы мужчины состоят в том, чтобы распространить максимально широко свои гены. Здесь другая стратегия: мужской организм производит огромное количество сперматозоидов, большая часть которых — так называемые сперматозоиды-камикадзе, чья задача — подавить возможных конкурентов, чтобы единственный «свой» дошел до яйцеклетки. И еще одно достижение мужчин: развитие всех функций плаценты идет под контролем отцовских генов. Здесь мы сталкиваемся с таким явлением, как геномный импринтинг. Гены, контролирующие, как плацента развивается, насколько она агрессивна по отношению к материнскому организму, находятся на соматических, неполовых хромосомах. Эти гены эмбрион получает и от матери, и от отца, но работают у него только гены, полученные с мужской стороны, а гены, полученные от матери, выключаются, как правило, путем метилирования. Так мужчины выиграли этот раунд в войне интересов: взяли под свой контроль хотя бы этот аспект.

В результате всех этих противостояний уже на этапе зачатия происходит отсев. Генетики-конфликтологи подсчитали, какова вероятность наступления беременности, если при овуляции выходит одна яйцеклетка, а во влагалище попадают по нескольку десятков миллионов сперматозоидов, допустим, в течение нескольких дней перед овуляцией. Оказывается, вероятность встречи яйцеклетки и сперматозоида в таких условиях — примерно 100%. Но после этого далеко не всегда наступают биохимическая беременность, которую можно зафиксировать с помощью анализов, и затем клиническая беременность, определяемая по задержке и наблюдаемая при УЗИ. Клиническую беременность при половой жизни здоровых супругов в течение менструального цикла мы видим только в 15—20% случаев. Куда делись остальные? Не сдали экзамена, не были приняты женским организмом. А из всех клинических беременностей каждая десятая остановится в первом триместре из-за иммунных механизмов отторжения. И это нормальный биологический процесс, его, как правило, невозможно предотвратить. Примерно в 70—80% случаев остановившихся на раннем сроке беременностей у плода обнаруживаются хромосомные аномалии. И не только серьезные, опасные для жизни и здоровья. Казалось бы, шестипалость вполне совместима с жизнью, но в 99% таких случаев беременность прекращает развиваться в первом триместре. Женский организм анализирует всю совокупность сигналов, которые идут со стороны плода, и каким-то образом — мы еще не знаем

Фото: Екатерина Печёрина

каким — понимает: что-то идет не так. Лишь в исключительных случаях такой плод продолжает развиваться, и чем меньше нарушение, тем больше для него вероятность пройти мимо контроля. Двадцать первая хромосома у человека самая маленькая, и синдром Дауна, трисомия по этой хромосоме, распространен сравнительно широко.

Поэтому если у женщины один раз остановилась беременность на раннем сроке, это не называется невынашиванием. Обследование и лечение рекомендуется лишь в тех случаях, если это повторяется несколько раз, два или более.

Когда можно не спешить

При ЭКО могут быть иммунологические причины неудач?

Конечно. Супружеские пары нередко воспринимают метод ЭКО как безотказное средство, которое обязано сработать. Действительно, в последние лет десять у многих клиник значительно улучшились показатели, но все равно велик процент пар, у которых беременность не наступает даже после многократных попыток ЭКО. Здесь не так уж мало проблем: как построено в том или ином центре обследование пациентов, правильно или неправильно планируют циклы стимуляции овуляции, что делают с эмбрионами, насколько качественно работает служба криопрезервации... Безусловно, есть и достаточно серьезные иммунологические аспекты. Бывает так, что и мужчина и женщина вроде бы абсолютно здоровы с репродуктивной точки зрения, и тем не менее беременность не наступает, прямо как в мыльной опере. Но в каких-то случаях мы видим, что у пары нет и абсолютных показаний к ЭКО. Понятно, что при непроходимости маточных труб или резком снижении количества сперматозоидов другим способом беременность получить не удается. Однако если у пары ничего такого нет, можно провести углубленное обследование, учесть все факторы, воздействовать на них, и тогда во многих случаях наступает беременность без ЭКО либо повторная попытка ЭКО оказывается удачной.

Так называемые вспомогательные репродуктивные технологии, ЭКО в том числе, сейчас хорошо финансируются государством, и допустим, в Москве медицинских центров, которое предлагает услуги по ЭКО, уже избыточное количество, они конкурируют друг с другом. Технология на слуху, она вошла в моду, к ней обращаются и в тех случаях, когда можно обойтись без нее. Пациентам кажется, что это проще, а это вовсе не просто. К сожалению, некоторые люди этого не понимают.

Проговорим еще раз: что такое бесплодие? Это снижение вероятности зачатия в каждом цикле ниже пороговой величины, при которой беременность не наступает в течение года или двух. В среднем по популяции она наступает у 80% пар в течение первого года. Если не наступила, это уже проблемная группа. Но у половины из тех 20% наступит в течение второго года.

То есть если до двух лет не наступает беременность, это не повод для паники?

Не повод. Наша задача — разобраться во всех аспектах, которые касаются состояния репродуктивной системы и вообще здоровья мужа и жены, найти слабые места и попробовать воздействовать на их, повысить вероятность и просто подождать. Конечно, если возраст женщины позволяет — когда ждать нельзя, мы даем другие рекомендации. Но когда супругам по 28—29 лет, можно не торопиться, найти минимальное воздействие, которое поможет. Все-таки беременность — это капитальная функция у млекопитающих, и, если бы она легко ломалась, не было бы никаких теплокровных наземных организмов.

Тиреоидит и беременность

А если обследование исключило все простые факторы — тогда это ваши клиенты?

Если бесплодие неясного генеза и беременность не наступает больше двух лет, то, безусловно, какие-то причины есть. Порой они находятся за рамками медицины репродукции: существует психологическое бесплодие. Женщина настолько фиксирует свое внимание на проблеме, что у нее выключаются нормальные репродуктивные функции, качество овуляции ухудшается. Очень трудно бывает доказать, что дело обстоит именно так. Но доказывается это тем, что, когда пара перестает обследоваться, достаточно быстро наступает беременность.

В части случаев могут быть скрытые проблемы, не связанные собственно с иммунологией репродукции. Например, нарушается экспрессия рецепторных белков внутри полости матки, — это утероглобин, различные микроглобулины, их не меньше двух десятков. Синтезирует их слизистая оболочка матки — эндометрий, и они сигнализируют о рецептивности, о готовности принять зародыш. Мы знаем, что такое может быть, но установить это в конкретном случае не можем — анализы на эти белки не делаются нигде. Трудно сказать почему, одно время этим много занимались, в том числе на западе. Но когда мы только открыли наш центр, я разговаривал со многими специалистами по биохимическим анализам, и никто так и не согласился начать подобного рода программу.

Могут быть скрытые генетические дефекты, например летальные мутации в половых клетках одного из родителей. Это тоже очень трудно выяснить, но, возможно, со временем, по мере развития генетических технологий станет легче.

Иммунологические методы позволяют выявить случаи, когда мы можем помочь. В последние два десятилетия есть прогресс в диагностике, сфера наших знаний все время расширяется, появляются новые анализы, однако мы не можем похвастаться тем, что у нас появились дополнительные методики лечения. Остались те же самые препараты аспирина, гепарина, иммуноглобулины. Пытаются выводить на рынок препараты плаценты, но и в этом, по сути, ничего нового нет, этим Валентин Иванович Говалто занимался еще в 80-е. На западе используются различные заменители иммуноглобулинов, например интралипиды, но это потому, что иммуноглобулины беременным женщинам там вводить запретили.

И что мы теперь знаем об иммунологических формах бесплодия?

Здесь могут участвовать несколько механизмов. Иммунная система распадается на два звена: клеточный и гуморальный иммунитет. На антигенный фактор наш организм отвечает целым спектром реакций, задействуя как механизмы клеточного иммунитета, так и гуморальный ответ. Например, при вирусной инфекции гуморальный иммунитет — это образование антител против вируса. Антитела связывают вирусные частицы в крови, вирусу уже не так легко распространяться внутри организма. Но гуморальный иммунитет не действует на клетки, зараженные вирусом, — их уничтожает клеточный иммунитет. Клетка иммунной системы — своего рода боевая машина, она подходит к зараженной клетке, узнает ее, вскрывает мембрану и засылает внутрь вещества, которые прекращают ее жизнедеятельность. Если вылечить клетку невозможно, ее надо уничтожить.

Применительно к репродуктивной функции существуют особенности как у гуморального иммунитета, так и у клеточного. Что касается гуморального, речь идет в основном о наличии у женщины аутоиммунных антител — к фосфолипидам, к ДНК, и, что очень важно, антител против щитовидной железы.

Аутоиммунный хронический тиреоидит довольно часть встречается у женщин, и во многом это иммунологическое состояние, хотя им занимается эндокринологи. Собственно, с него началась вся иммунология аутоиммунных заболеваний. Долгое время не могли представить, что иммунная система, защищающая организм от внешних вторжений, способна атаковать его собственные клетки и ткани. Об этом вспоминал Айвен Ройт, один из ведущих британских иммунологов, редактор знаменитого учебника, который и сам внес существенный вклад в эту область. В 50-е годы, когда только пытались доказать, что существуют аутоиммунные заболевания, они придумывали сложные эксперименты, пытались вызвать у подопытных животных реакцию на молоко, поскольку оно не поступает во внутреннюю среду организма. И тут к ним заглядывает перспективный молодой человек, местный гений, и говорит: что вы ерундой занимаетесь, возьмите тиреоглобулин, он же замурован в клетках щитовидной железы, и посмотрите к нему антитела. Они попробовали — и увидели в геле полоски преципитации. В итоге аутоиммунный тиреоидит, или болезнь Хашимото, стал первым аутоиммунным заболеванием, механизм которого раскрыли.

Так вот, обследование на аутоиммунные антитела позволяет выявить целый ряд состояний, связанных с высоким риском невынашивания беременности. Наш центр долго работал над этим в содружестве с Институтом ревматологии, мы до сих пор вспоминаем те годы с большой теплотой.

Разве может так быть, что у женщины есть аутоиммунные антитела, а она об этом не знает? Ведь заболевания тяжелые…

Да в том-то и дело. Когда мы работали в Институте ревматологии, то консультировали многих пациенток, которые находились там на госпитализации. Допустим, женщине 30 лет, системная красная волчанка, диагноз стоит на протяжении 3—4 лет. И оказывается, что еще до постановки диагноза у нее случилось несколько выкидышей! Репродуктивные нарушения бывают прелюдией большого аутоиммунного заболевания. Конечно, не всегда: мы не можем предсказать, что это заболевание у женщины непременно разовьется, если титр антител невысокий и нет никакой клиники.

Иногда врачи на основании наличия антител к фосфолипидам ставят диагноз «антифосфолипидный синдром», в Институте ревматологии много этим занимались и занимаются. Однако настоящий антифосфолипидный синдром — это еще и невынашивание беременности, и рецидивирующие тромбозы. Таких пациенток можно узнать по рукам — у них изменяется пигментация, все руки коричневые после тромботических эпизодов.

Аутоиммунные состояния — это срыв адаптации, срыв толерантности иммунной системы к собственным белкам организма. Они могут быть локальными и системными. Локальные направлены против конкретного органа, например щитовидной железы или желудка, системные — против всего организма: это системная красная волчанка, антифосфолипидный синдром. Но, как пишет тот же Айвен Ройт, при локальных состояниях всегда имеется элемент системности. Аутоиммунный хронический тиреоидит может влиять и на функции плаценты. Даже сравнительно небольшое повышение уровня аутоиммунных антител способно стать фактором риска репродуктивных нарушений. Например, антитела против щитовидной железы, которые эндокринологов не слишком беспокоят, если уровень гормонов в норме, повышают вероятность невынашивания беременности на малых сроках в три раза. А компенсация этого состояния риск снижает. Эти механизмы достаточно хорошо распутаны, к эндокринологии в чистом виде это имеет мало отношения, а к иммунологии — очень большое.

Выбор безопасного ответа

А что такое клеточный иммунитет?

Клеточные механизмы очень важны, и, к сожалению, они часто игнорируются, потому что уровень иммунологической грамотности врачей-клиницистов весьма низок. Врачу, как он думает, не нужно помнить, что такое антитело и лимфоцит, что делают хелперы или супрессоры, — и он просто не может прочитать иммунограмму. Ее не так сложно прочитать, не сложнее, чем гормональный анализ или клинический анализ крови, достаточно помнить основы иммунологии. Но наши врачи, особенно акушеры-гинекологи, не хотят, считается, что это дело иммунолога. Однако иммунологи не занимаются репродукцией! Их зона ответственности — иммунодефицитные состояния, аллергология, бронхиальная астма, генетические аспекты иммунологией, а репродуктивными проблемами должен заниматься акушер-гинеколог. И если бы он мог расшифровать иммунограмму, то вовремя заметил бы особенности иммунной системы, сопряженные с более высоким риском.

Такие особенности не всегда вызывают проблемы, один и тот же фактор может быть незначимым в одном случае и значимым в других. Например, у паци-

ентки высокая активность естественного иммунитета — это естественные клетки-киллеры, в частности NK: клетки, которые способны распознавать чужие антигены без предварительного этапа узнавания. Приобретенный иммунитет реагирует на фактор, который ранее уже проникал в организм, а естественный — и на незнакомую бактерию или вирус, на нечто неизвестное, но чужеродное. Клетки-киллеры очень полезны для борьбы с вирусами, с опухолевыми клетками, но они же повышают риск невынашивания.

Получается, что пациентки с проблемами по аутоиммунным антителам и по клеточному иммунитету — это две разные группы. Более активный гуморальный иммунитет выгоднее для беременности. У пациенток со склонностью к цитотоксическим реакциям больше риск послеоперационных осложнений в виде спаек, выраженных тяжелых осложнений после инфекций. Просто из-за того, что реакция на различные генитальные инфекции идет слишком бурно, такие пациентки попадает в группу субфертильности, а другие, перенесшие все то же самое, но с иной конституцией иммунной системы, — нет.

Ко мне на прием часто приходят пациенты, которые обследовались и лечились за рубежом. В Японии, например, — а там много денег вкладывают в программы репродуктивного здоровья — делают анализ клеток-хелперов, CD4, первого и второго типа. Хелперы первого типа стимулируют клеточный иммунитет, направляют реакции по цитотоксическому варианту, а второго — по гуморальному варианту, более безопасному для беременности. И вот соотношение между этими клетками позволяет выделить ситуации, когда нужно переключить иммунный ответ с первого варианта на второй. В этом случае назначают иммуноглобулины или препараты из плаценты — здесь нет ничего нового, с подобными препаратами работали и в нашей стране еще 20 лет назад, главное — обеспечить их вирусологическую безопасность. Мы сейчас тоже начнем делать такие анализы, определять типы клеток-хелперов по их цитокиновому профилю.

А почему гуморальный иммунитет лучше для беременности, чем клеточный?

В каждой ткани существует свой набор иммунных клеток. Есть главный орган, который обеспечивает иммунитет, — это костный мозг, в нем иммунные клетки созревают и воспитываются; другие проходят воспитание в вилочковой железе, в тимусе. А дальше с током крови иммунные клетки заселяют организм, путешествуют по нему. Но соотношение между клетками в органах и тканях будет различаться, потому что у клеток могут быть разные рецепторы хоуминга, и они в разных тканях по-разному задерживаются. Так вот, иммунная система матки представлена в основном большим количеством клеток-киллеров, специфических и неспецифических. Трофобласт (внешний слой клеток зародыша. — *ЕК*) атакуют именно эти клетки, именно клеточный иммунитет играет роль той самой приемной комиссии, которая ставит барьер для претензий плода: ты, малыш, сначала экзамены сдай, покажи, на что годишься. Но если «приемная комиссия» настроена всех абитуриентов заваливать, это опасно.

Лечебный эффект в этом случае достигается путем переключения иммунного ответа с клеточного на гуморальный путь. Подсадки кожных лоскутов, иммунизация лимфоцитами мужа, лечение препаратами плаценты — это все варианты такой терапии. И началось это достаточно давно. Я уже упоминал Валентина Ивановича Говалто, этот человек очень много сделал для отечественной иммунологии репродукции. Он мне рассказывал, как в 60-е годы вернулся в Институт акушерства и гинекологии после стажировки в Чехословакии и во Франции, и коллеги его стали спрашивать о том, как за границей лечат невынашивание подсадкой кожного лоскута. У них была пациентка Д., с которой никто не знал, что делать, — пятнадцать выкидышей от трех мужей. Решили, как последнее средство, подсадить ей кожный лоскут, взятый у мужа. И она выносила беременность, родила ребенка, потом второго, третьего. После этого в институте лоскуты начали делать уже на потоке. Я еще это застал в середине 80-х, потом кожные лоскуты сменила иммунизация лимфоцитами мужа. Эти методы работают. Но безусловно, наши объяснения механизмов и сейчас неполны. Одно понятно — происходит переключение с клеточного ответа на гуморальный.

Здесь можно провести аналогию со специфической иммунотерапией аллергии. Допустим, у человека поллиноз, аллергия на пыльцу березы, ольхи или амброзии, то есть неадекватная иммунная реакция на антиген — вместо иммуноглобулинов G вырабатываются иммуноглобулины E, которые вызывают при контакте с антигеном активацию тучных и других клеток, выбрасывающих огромное количество биологически активных веществ, отчего и возникает клиника аллергической реакции. А лечение проводят осенью, когда никакой пыльцы нет. Пациенту вводят маленькие дозы аллергена, постепенно увеличивая концентрацию, иммунный ответ переключается на иммуноглобулины G, при следующей встрече с аллергеном вырабатываются именно они, и аллергия не развивается или проявляется в ослабленной форме. Скорее всего, и с лоскутом это работает подобным образом, но тут еще очень много загадок.

Феномен существует, меха низм непонятен

А большое сходство между антигенами тканевой совместимости мужа и жены — это ведь тоже плохо? Какой тут механизм?

Тут мы попадаем в достаточно зыбкую зону. Мы говорим пациентке, чтобы хоть как-то объяснить ситуацию: чтобы беременность нормально развивалась, она должна быть распознана и, если она распознается слабо или слишком поздно, снижается вероятность того, что беременность приживется. Поэтому мы делаем некую прививку, которая обеспечит распознавание и т. д. Но это все очень примитивно. Если вопрос в распознавании или нераспознавании, значит, факторы, по которым идет распознавание, должны быть представлены на поверхности трофобласта. Однако антигены тканевой совместимости второго класса — HLA II, от human leukocyte antigen, «человеческие лейкоцитарные антигены», — те самые, по которым часто идет прогнозирование невынашивания, — они-то как раз на трофобласте и не представлены. Представлены антигены C, E и различные неклассические, в частности HLA-G, которые имеют колоссальное значение для плацентации, потому что взаимодействуют с рецепторами на поверхности клеток-киллеров. При этом киллерный эффект выключается, киллер превращается в так называемый хелпер третьего типа и начинает вырабатывать набор цитокинов, биологически активных веществ, помогающих развитию плаценты, — это очень важный этап. А классических антигенов второго класса на трофобласте нет.

Контакт с этими факторами случается на более поздних сроках, и, конечно, он очень важен. Макрофаги плаценты имеют антигены тканевой совместимости второго класса в большой концентрации, и они поступают в кровь матери вместе с отрывающимися ворсинками хориона. По венозной системе они попадают в организм матери — популяция этих клеток плода существует там на протяжении всей беременности, это так называемый фетальный микрохимеризм, его сейчас много изучают. Иногда эти клетки могут быть причиной развития серьезных заболеваний. В частности, системной склеродермии — раньше не понимали, почему у большинства женщин она развивается после родов.

Но все это происходит позже. А когда идут неудачи ЭКО либо невынашивание на малом сроке, мы сталкиваемся с

чем-то не до конца понятным. Каким образом материнский организм распознает эти похожести, почему он с большей вероятностью отторгает такой эмбрион — неясно. Возможно, это как-то связано с тем, о чем я говорил в начале: чтобы выжить под атаками микроорганизмов, макроорганизмы должны поддерживать полиморфизм иммунной системы, гетерозиготность по ее белкам. Какие механизмы за это отвечают, мы не знаем, но феномен существует.

Кстати говоря, когда в 60-е годы в Париже, у будущего нобелевского лауреата Жана Доссе только начали изучать гены тканевой совместимости, начала формироваться номенклатура — для того чтобы типировать антигены, нужны были антитела, и получали их из крови много рожавших женщин. Тогда появилась теория, что, если в крови присутствуют антитела к антигенам мужа, это плохо, аномально. А потом поняли, что это как раз норма; более того, эти антитела необходимы, а плохо, скорее всего, когда их нет. Начали думать, как это проверить на человеческой популяции. По очевидным причинам подходящую модель было непросто найти, но все же она нашлась: одно из течений анабаптистов, Гуттерово братство. Гуттериты существуют как замкнутая популяция с XVI века, на протяжении своей истории много мигрировали в поисках мест, где бы к ним относились терпимо. При Екатерине II переселились в Россию, но при Александре II, когда была введена всеобщая воинская повинность, гуттериты начали переезжать в Америку, поскольку они пацифисты. В США их сейчас достаточно много. Так вот, для них характерна многодетность, и сходство по генам HLA, ввиду замкнутости популяции, достаточно велико. И оказалось, что если есть полная похожесть по этим антигенам, то повышается частота невынашивания беременностей, удлиняется интервал между беременностями и интервал между началом половой жизни и рождением первого ребенка. Но при этом ни одного случая бесплодия, и во многих семьях с похожестью по антигенам больше десяти человек детей. Больше выкидышей, но рождаемость высокая.

Отсюда можно сделать вывод, что даже сходство по HLA между супругами не абсолютно препятствует рождению детей. Но это может быть дополнительным неблагоприятным фактором, иногда достаточно серьезным. Поэтому мы делаем анализы на HLA гены, выращиваем смешанные культуры лимфоцитов жены и мужа, и, когда идет ослабленный иммунный ответ на антигены мужчины, мы проводим иммунизацию лимфоцитами мужа, которая во многих случаях помогает.

ИНТЕРВЬЮ

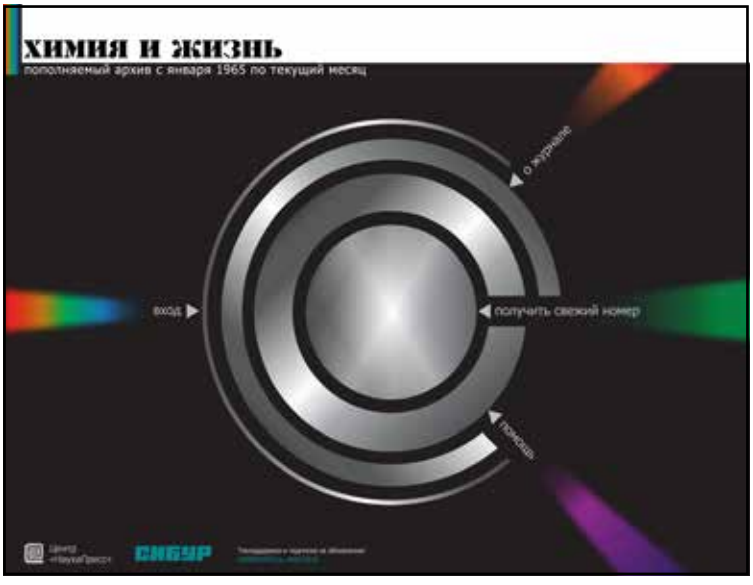
Ваши пациенты сотрудничают с врачами? Не обижаются, когда им предлагают ждать и наблюдать, а не делают все и сразу?

Мне кажется, что наши пациенты нас любят. Но иногда бывает и фрустрация. Мы не всегда можем помочь сразу, мы не всегда можем помочь всем. В этом особенность работы врача. Когда мы подходим к границам возможного с точки зрения биологии, то не всегда знаем, что ждет нас по ту сторону. Я считаю, что по возможности мы должны помогать природе, идти с ней одним курсом. В некоторых европейских языках слово, означающее «акушер», переводится как «тот, кто стоит рядом с женщиной». Ты наблюдаешь и вмешиваешься, только когда нужно помочь.

Долгожданный, уникальный, удобный!

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

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



Системные требования к рабочему месту для пользования архивом: персональный компьютер под управлением MS Windows 7.0 и старше, подключаемый напрямую, то есть мимо прокси-сервера, к сети Интернет во время установки и обновления. Ограничение: в сетях с центральным сервером и консолями доступа работоспособность архива не очевидна.

Твитт от Дерева

Несколько деревьев подключили к системе обмена короткими сообщениями

Можно ли с помощью социальной сети следить за деревом, за его реакцией на колебания погоды? Именно такой эксперимент начали исследователи из нескольких университетов Евросоюза. Для опытов они выбрали дюжину деревьев в Голландии, Бельгии и Германии, к которым приделали датчики, фиксирующие два параметра — прохождение воды через ствол и увеличение его диаметра. Беспроводным каналом датчики связали с Сетью, и данные непрерывным потоком пошли на сайт этого сообщества ученых (https://treewatch.net). А ежедневные изменения диаметра и объемы движущегося сока поступают на каналы твиттера (https://twitter.com/TreeWatchNet и https://twitter.com/TreeWatchWUR). Например, в октябре сок практически престал течь, а диаметр стволов ежедневно уменьшался на десятки микрон — деревья впали в зимнюю спячку. И эти данные доступны каждому. Исследователи надеются, что подобная работа не только привлечет их юных коллег, но и создаст основу мониторинга состояния деревьев, а это уже имеет отношение к цифровому садоводству. В ближайшем будущем число деревьев в Твиттере увеличится, и проект может выйти за пределы ЕС

Агентство «AlphaGalileo», 20 ноября 2017 года

Экономика тополиных прутьевь

Обрезая тополя каждые два года, можно сблизить цены биотоплива и ископаемого топлива

Плантации быстрорастущих тополей, посаженные для производства биотоплива, — одна из примет нашего времени, требование моды на сокращение потребления ископаемого топлива. Плантации тополя, а также ивы часто встречаются в северных районах Евросоюза, там, где не растут бамбук или кенаф. Но есть проблема: рубить тополя предполагается в двадцатилетнем возрасте. В результате пока все делается в виде экспериментов и на госдотации, ведь ни один фермер по доброй воле не вложит деньги на столь длительный срок. Ученые между тем придумали базовые технологии использования древесины для производства как топлива, так и химического сырья. Пора искать приемы, которые сделают выращивание тополей рентабельным.

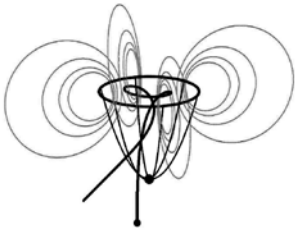
Американские агрономы из университета штата Вашингтон во главе с Доу Чаном предлагают не ждать двадцать лет, а срезать тополиные прутья каждые два года. В этом случае вложенные средства начинают возвращаться практически сразу, и таким производством фермеры могут заинтересоваться. При этом, если срезать тополя в начале осени, когда рост уже закончился, а листья еще не опали, можно получать дополнительный выигрыш — вовлечь в переработку зеленую массу. И вообще обойтись без новых посадок — плантация станет давать прутья не менее двух десятилетий.

Опыты, однако, показали, что идея с листьями не так проста, как кажется. При переработке прутьев на сахар (из него потом получают этанол) листья вовсе не помогали, а мешали; в них оказались вещества, препятствующие получению сахара. Значит, чтобы получать сахар, листья придется оборвать и отправить на корм скоту, если тот станет их есть, ведь в в тополевой листве много ароматных смол. А вот производству бионефти пиролизом листья не мешали, и такая бионефть приближается к идеалу, способному составить конкуренцию ископаемой.

Агентство «NewsWise», 15 ноября 2017 года.

Торможение у Проксимы Центавра

Придуман магнитный парус, который сможет затормозить межзвездный корабль



Более-менее освоившись в Солнечной системе за полвека космической эры, люди стали строить планы межзвездных путешествий. Одна из целей — ближайшая звезда, Проксима Центавра. Если разогнать космический корабль до нескольких десятых долей скорости света, ее можно достигнуть за разумное время — менее века. Но вот вопрос: как затормозить корабль? Ведь без этого получится билет в один конец, что интересно для распространения жизни в рамках проекта «Генезис» (см. «Химию и жизнь», 2017, 1), но бесполезно для познания мира. Тот же Клавдий Гросс из Франкфуртского университета имени Гете, который предложил в прошлом году проект «Генезис», рассчитал магнитный тормозной парус — гигантский, диаметром в десятки километров, обод из сверхпроводника. Корабль находится на оси обода. По сверхпроводнику течет незатухающий ток в миллион ампер и создает магнитное поле. Оно, взаимодействуя с протонами межзвездной среды, и обеспечивает торможение, несмотря на то, что в ней находится менее десяти частиц в кубическом дециметре. Из расчетов следует, что, разогнав космический корабль до десятой доли скорости света, за век можно управиться и с полетом, и с торможением. Однако корабль получается тяжелым, несколько тысяч тонн. Разгонять его будет совсем непросто. А вот до Трапписта-1 с его многочисленными землеподобными планетами можно запустить небольшой корабль, в полсотни килограммов, но лететь он будет двенадцать тысяч лет.

«Journal of Physics Communications», 2017, 1, 045007; doi: 10.1088/2399-6528/aa927e

Вернуть Земле ее леса

Есть план к 2050 году посадить триллион деревьев

Спасти или заново посадить триллион деревьев к середине века — такую задачу в ноябре 2017 года поставили перед собой три крупные природоохранные организации,WCS, WWF и BirdLifeInternational. Это поможет обратить тенденцию к исчезновению лесов на планете и облегчит борьбу с антропогенным парниковым эффектом. Сейчас планета ежегодно теряет 10 млрд деревьев, причем в зоне наибольшего риска находятся джунгли Африки, Азии и Латинской Америки. Почему-то в этих организациях считают, что именно тропические леса служит главным поглотителем углекислого газа, хотя это не так, ведь в них очень быстро идут процессы разложения, возвращающие углекислый газ в атмосферу. На длительное время углерод захоранивается как раз в северных лесах, хотя их продуктивность и не столь велика, как тропических. Впрочем, у тропических лесов много других достоинств. Например, там собрана чуть ли не половина всех биологических видов наземных существ.

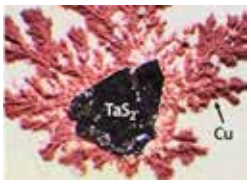
Тем не менее восстановление любых лесов, хоть северных, хоть тропических, — важная инициатива, базирующаяся не на пустом месте, а на международных договоренностях, предусматривающих к 2020 году двукратное сокращение скорости исчезновения лесов, прекращение глобального исчезновения лесов к 2030 году и переход к политике нулевого баланса когда вырубленные площади замещаются новыми посадками в той же стране.

Образовавшееся сообщество будет вести пропагандистскую кампанию, а также изыскивать средства для повсеместного восстановления зеленых насаждений, хотя приоритет все-таки отдается тропическим лесам, сильнее всего страдающим от человеческой жадности. До появления нашей цивилизации на планете было шесть триллионов деревьев, теперь же их число сократилось в два раза.

Агентство «NewsWise» 16 ноября 2017 года

Миграции бездомных ионов

Хитрыми манипуляциями с ионами удается создавать новые материалы



Метод имплантации ионов, при котором поверхность материала бомбардируют заряженными частицами некого вещества и получают состав, невозможный с точки зрения теории фазового равновесия, придуман давно. Его широко применяют для модификации поверхностей, это бывает нужно и для придания прочности, и для получения особых электронных свойств. Однако к некоторым материалам сложно применить такую процедуру. Например вставить ионы элемента-гостя между атомными плоскостями слоистого вещества-хозяина — графита, сульфида молибдена, сульфида тантала -- удается лишь с помощью химической реакции. А она может повредить кристаллическую структуру материала-хозяина, что нежелательно.

Исследователи из Университета Хоккайдо во главе с Фудзиоки Масая придумали щадящий метод внедрения ионов. Они сделали многослойный пирог из твердых веществ: снизу графитовый катод, на нем материал-хозяин, а сверху один или несколько слоев веществ — источников ионов-гостей. Саму работу по внедрению гостей выполняли разность электрических потенциалов и протоны, которые получаются разложением водорода на втором, иглообразном, электроде.

Вот как выглядела операция для внедрения меди между слоями сульфида тантала. Под действием напряжения протоны попадали в слой фосфатного стекла и освобождали оттуда ионы натрия. Те были вынуждены мигрировать в нижележащий слой иодида меди и, вступив в связь с иодом, выгоняли оттуда медь. А напрямую бить протонами по иодиду нельзя, ведь получался бы иодоводород — вещество агрессивное и ядовитое. Ионы меди, гонимые разницей потенциалов, шли внутрь сульфида. Тут возникли нюансы. Если медь интегрировалась в него быстрее, чем поступала, ей удавалось занять межслойные промежутки, и получалось полноценное соединение с формулой Cu2/3TaS2. А если медь прибывала быстрее, выходил брак — между сульфидом и иодидом формировался слой металла, так называемая сегрегация, которая живет по своим правилам и никакие ионы сквозь себя не пропускает, а растет за их счет. Аналогичные сегрегацию растут и вокруг сульфида, что видно на фото.

С помощью нового метода авторы предполагают создавать электроды для ион-литиевых батарей и другие интересные материалы.

«Journal of the American Chemical Society», 16 ноября 2017 года; doi: 10.1021/jacs.7b09328

В зарубежных лабораториях

Загадочные позитроны

Астрономы опровергли гипотезу о происхождении околоземных позитронов

После того как в 2008 году орбитальный телескоп зафиксировал чрезмерно много позитронов на околоземной орбите, астрономы стали искать их источник. Первым делом они понадеялись на два не столь уж далеко расположенных пульсара, один из которых носит имя Геминда, а второй безымянный. Пульсары порождают потоки сильно ускоренных частиц, в том числе позитронов, и, согласно расчетам, эти потоки могут достигать Земли.

Проверить расчет удалось лишь сейчас. Сильно разогнанные частицы излучают гамма-лучи, и, анализируя свечение пульсаров в этом диапазоне, можно измерить их число. Это стало возможным после ввода американцами в эксплуатацию наземной гамма-обсерватории HAWC (от High-Altitude Water Cherenkov, высокогорной обсерватории с водяными детекторами Черенкова) в районе Мехико. Гамма-лучи ловят с помощью трехсот огромных баков с водой, окруженных детекторами. Такая обсерватория одновременно видит 15% земного неба, то есть получает чрезвычайно четкие изображения гамма-источников. По данным этих наблюдений исследователи произвели расчет и выяснили, что оба пульсара окружены слишком плотными оболочками из вещества, чтобы частицы антиматерии могли через него пробиться к Земле в достаточном количестве.

Теперь основной стала гипотеза, что излишние околоземные позитроны — это следы процессов, происходящих с таинственной темной материей. Возможно, непосредственно в Солнечной системе.

«Science», 2017, 358, 6365, 911—914; doi: 10.1126/science.aan4880

В зарубежных лабораториях

Атака на шмеля

Шмели страдают от борьбы с грибками

Когда американские исследователи, возглавляемые доцентом Скоттом Макартом из Корнелловского университета, занялись проблемой гибели шмелей и проанализировали полторы дюжины факторов, действующих почти в трех сотнях местностей США, они ожидали, что причинами окажутся использование инсектицидов, изменение ландшафтов или агрономические практики. Но к своему удивлению, выяснили, что лучше всего коррелирует с уменьшением числа шмелей использование фунгицидов. «Да, инсектициды убивают насекомых, это естественно, — говорит Макарт. — Но фунгициды ведь на них не действуют напрямую. Удивительно, что они оказались столь зловредными».

Для объяснения парадокса пришлось придумать две гипотезы. Согласно одной, фунгициды усиливают действие инсектицидов, особенно накапливаясь в улье, поскольку фермеры полагают их безвредными для опылителей и борются с грибками, не считаясь с планами шмелей и пчел. Другая гипотеза состоит в том, что фунгициды способствуют развитию инфекционного заболевания пчел и шмелей — ноземии. Ее вызывает кишечный паразит Nosema bombi, как ни странно, совсем недавно отнесенный именно к грибкам. Он буквально опустошает ульи пчел и гнезда шмелей, и вот, оказывается, именно противогрибковое средство способствует его развитию. Самым же опасным для перепончатокрылых фунгицидом оказался хлороталонил.

Отсюда вывод: бороться с мучнистой росой на крыжовнике или смородине надо уже после того, как завяли все цветы.

«Proceedings of the Royal Society B», 2017, 284, 20172181; doi: 10.1098/rspb.2017.2181

В зарубежных лабораториях

Космическая бережливость

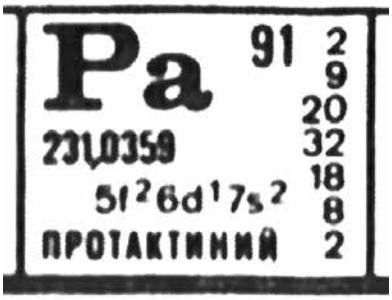
На МКС начет работать устройство для переработки пластика

В 2014 году на борт МКС был отправлен 3D-принтер. Он печатает необходимые космонавтам детали из так называемого зеленого полиэтилена — этилен для его синтеза получают, перерабатывая сахарный тростник. Устройство оказалось востребованным, и в 2018 году к нему должно добавиться второе — переработчик. Он состоит из измельчителя и экструдера, а выдает пластиковые стержни, которые потом отправятся в уже упомянутый принтер. Таким образом удается замкнуть использование пластиков в пределах космической станции. Сырьем для переработчика служит и пластиковая тара, которая в изобилии поступает на космическую станцию, например упаковка от еды. Конечно, речь идет только о чистой упаковке, работать с той, в которой осталась еда, переработчик еще не научился. В любом случае такой комплекс позволит отработать технологии и пригодится для будущих экспедиций и внеземных поселений. Оборудование совместно разработали изготовитель пластиков, компания «Braskem» и созданная в 2010 году «Made In Space», планирующая создавать внеземные производства как средство поддержки развития космонавтики.

Собственная информация

Выпуск подготовил кандидат физико-математических наук **С.М.Комаров**

Протактиний: факты и фактики



А.Мотыляев

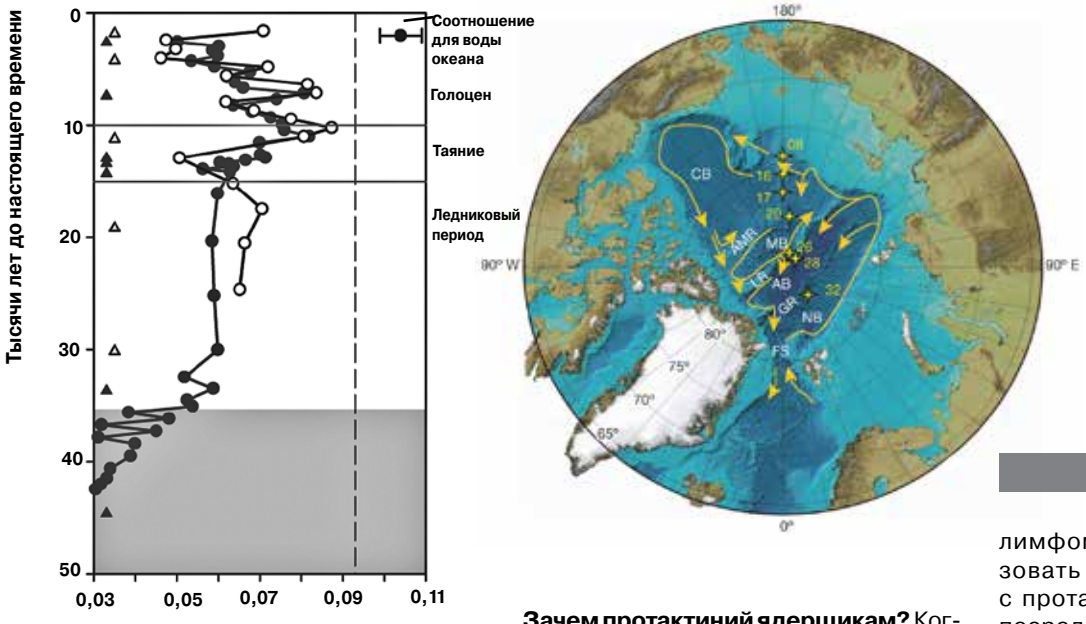
Когда был открыт протактиний? Ответ на этот вопрос непрост. В старых изданиях, авторы которых близки по времени к описываемым событиям, говорится, что Лиза Мейтнер и Отто Ган впервые выделили соединение долгоживущего изотопа Ра-231 из фракции урановой смолки, содержащей тантал, в 1917 году, то есть в нынешнем году у протактиния юбилей. Однако статью в «Physikalische Zeitschrift» они опубликовали уже в 1918-м, поэтому историки науки, судящие о событиях по письменным источникам, датируют открытие мартом 1918 года. Кроме того, еще в 1913 году К.Фаянс и О.Гёринг обнаружили высокорадиоактивный элемент, который потом оказался Ра-234. Его период полураспада мал, около одной минуты, поэтому его назвали бревием. Мейтнер и Ган попытались провести его химическую идентификацию и обнаружили, что по свойствам бревий похож на тантал, но подробно его исследовать не удавалось из-за малого времени жизни. Его сочли разновидностью урана; действительно, Ра-234, испустив бета-электрон, превращался в U-234. Внимание же физиков в то время было занято поисками экатантала; согласно гипотезе Фредерика Содди, он должен был испускать альфа-частицу и становится актинием. Согласно. Именно так себя и ведет Ра-131 с периодом полураспада 32 тысячи лет. Ган и Мейтнер совсем ненамного опередили английскую группу Содди — Крэнстона в идентификации этого элемента, выделив его из кремниевой фракции взятых для анализа образцов урановой смолки. ,Новый элемент действительно, излучив альфа-частицу, становился актинием, поэтому авторы работы и дали ему название «протактиний» (хотя первоначально в рабочих отчетах именовали его «абракадаброй»). В 1949 году ИЮПАК утвердил это название. Так менделеевский экатантал занял свое место в Периодической системе.

Что дал протактиний фундаментальной науке? В 1921 году Ган, изучая протактиний, обнаружил очень интересное явление: Ра-234 претерпевает два типа радиоактивного распада. Подавляющее большинство его атомов, как уже говорилось, быстро испускает бета-электрон и превращается в уран-234. Но 13 атомов из десяти тысяч ведут себя по-другому: они сначала испускают гамма-квант. Скинув лишнюю энергию, такие атомы живут существенно дольше — период полураспада более шести часов, а потом также испытывают бета-распад. Это явление называется ядерной изомерией.

Сколько протактиния на Земле? Очень мало, примерно столько же, сколько и радия. Причина проста: он постоянно образуется при распаде тория и достаточно быстро, в лучшем случае в течение тысячелетий, становится ураном. То есть исходный, доставшийся от протозвезды, протактиний давно распался, а новый все время образуется и распадается. В сущности, это первый долгоживущий продукт распада урана-235: U-235 — Th-231 — Pa-231 — Ac-227 — ...-Pb-207, поэтому больше всего протактиния должно быть в урановой руде. Но и там его очень мало: из тонны руды удается добыть миллиграммы. В урановых отходах больше, почти полтора грамма на тонну. Еще один источник протактиния — отработанное топливо АЭС. Так или иначе, в руках всех физиков и химиков Земли редко когда оказывалось одновременно больше ста граммов этого элемента.

Кому нужен протактиний? Прежде всего геологам, археологам и климатологам: с его помощью можно датировать породы в интервале 10—100 тысяч лет. Такой метод датировки хорошо работает для осадочных пород. Уран неплохо растворим в воде, а такие долгоживущие продукты его распада, как торий-230 (он получается из урана-234) и протактиний-231, в воде нерастворимы и быстро выпадают в осадок с твердыми частицами. Поэтому можно предположить, что весь протактиний и торий в воде получаются в результате распада имеющегося в ней урана. Соответственно, установив концентрацию урана измерением либо по каким-нибудь модельным соображениям и измерив содержание тория и протактиния в осадках, можно рассчитать дату их образования сразу по двум шкалам – ториевой и протактиниевой. А затем сравнить ториевый возраст с протактиниевым и при совпадении надеяться, что расчет проведен правильно. Если же есть расхождения, тогда можно подумать о причинах. Например, известно, что древние кораллы содержат несколько больше урана-234, чем современные, поэтому именно ториевый возраст для них будет определен с большой ошибкой.

Иногда само по себе расхождение концентраций тория и протактиния наводит на важные выводы. Исследователи из Колумбийского университета (штат Нью-Йорк) и Океанографического института Вудс-Хол («Nature», 2013, 497, 603—607; doi: doi:10.1038/nature12145) измеряли содержание протактиния-231 и тория-230 в кернах, взятых во время экспедиции 1994 года в разных участках дна Северного Ледовитого океана. Как оказалось, керны, взятые с глубин более двух километров, на 30—40% обеднены протактинием по сравнению с поверхностными водами. Изучив, как изменялось это соотношение в последние 100 тысяч лет, то есть в предыдущий ледниковый период, во время таяния ледника 10—15 тысяч лет назад и в нынешнем голоценовом межледниковье, исследователи сделали вывод, что протактиний все-таки дольше не выпадает в осадок, чем торий, и вместе с глубинным потоком воды утекает в Атлантику. Значит, на протяжении всего этого времени глубинные воды свободно проходили через пролив Фрама между Гренландией и Шпицбергеном. Это важный вывод, ведь сейчас некоторые специалисты считают, что из-за глобального потепления и распреснения северных вод может отключиться Гольфстрим и наступит новый ледниковый период. Проблемы с Гольфстримом неизбежно должны сказаться на циркуляции воды в Северном Ледовитом океане. А коль скоро его воды свободно перемещаются в Атлантический независимо



В глубинах под полярной шапкой (справа) есть несколько холодных течений, которые огибают подводные возвышенности, вроде хребта Ломоносова (LR), но в конце концов вытекают через пролив Фрама (FS). Этот путь занимает несколько столетий, в течение которых из воды выпадают твердые частицы с осевшими на них слаборастворимыми элементами, в частности, торием и протактинием. Интересно (слева), что соотношение тория-230 и протактиния-231 в осадках на дне Северного Ледовитого океана остается почти постоянным все 20 тысяч лет господства ледника. А во время его таяния и наступившего затем голоцена оно испытывает сильные колебания. Значит, либо потоки твердых частиц с суши, либо сами потоки глубинных вод из Ледовитого океана в Атлантику становятся сильно переменными на вековых масштабах времени (из S.S.Hoffman e. a., «Nature», 2013, 497, 603)

от наличия или отсутствия ледника, видимо, таких проблем опасаться не надо.

Интересно, что в ледниковый период дефицит протактиния оказался больше, чем в голоцене. Казалось бы, из этого следует, что поток воды тогда был мощнее. Однако исследователи говорят, что тогда, при наличии ледника, в океан сносило меньше твердых частиц с суши, протактинию было не на что высаживаться и, оставаясь в воде, он в большем количестве покидал северную акваторию.

Протактиниевая датировка может пригодиться и следователям, занятым такой специфической областью, как контрабанда делящихся материалов. По концентрации этого элемента можно довольно точно установить дату изготовления урана, а стало быть, (и) выйти на его источник. Это пригодится в том гипотетическом случае, если у кого-то найдут несанкционированное хранилище урана.

Зачем протактиний ядерщикам? Когда появилась задача создания атомной бомбы, физики стали искать наиболее подходящее вещество для заряда. Как отмечает Г.Н.Флеров в воспоминаниях об И.В.Курчатове (см. «Химию и жизнь», 1978, 11), протактиний-231 был в числе кандидатов: при распаде этого элемента возникает более сильный нейтронный поток, чем при распаде урана-235, поэтому критическая масса для начала цепной реакции оказывается меньше — сотни граммов. Увы, подсчитав, что и масса доступного для извлечения протактиния измеряется в сотнях граммов, от его использования отказались.

Однако протактиний еще может стать важным элементом ядерной энергетики будущего. Он выгодно отличается от урана-235 особенностями своего взаимодействия с нейтронами, благодаря чему добавка этого элемента в топливо для атомной станции позволяет добиться 60% его выгорания. Сейчас топливные стержни вынимают из реактора и отправляют на переработку по исчерпании ими 15% запаса урана.

Но где же взять столько протактиния? Ответ прост: в термоядерном реакторе. В нем возникает мощный поток нейтронов; подставив под него мишень из тория, можно в большом количестве получать долгоживущий протактиний-231. При этом от термоядерного реактора не требуется вырабатывать больше энергии, чем он поглощает. Достаточно будет, чтобы он создавал достаточно много нейтронов: тогда все окупит энергия, полученная от сгорания сделанного с их помощью протактиния. Впрочем, это не более чем планы на будущее.

Зачем протактиний медикам? Для лечения сложных видов рака, таких, как лейкемия, опухоль мозга, меланома, лимфома, предполагается использовать альфа-эмиттеры. Препарат с протактинием можно нанести непосредственно на опухоль, а можно прикрепить эмиттер к молекуле, способной различить опухоль и осесть на ее поверхности либо проникнуть внутрь злокачественной клетки. Альфа-частицы хороши тем, что в организме способны уничтожать все живое на расстоянии до ста микрон, после чего теряют свою убийственную силу, то есть они повреждают не более чем несколько слоев клеток. Среди альфа-эмиттеров весьма перспективным считается уран-230 с периодом полураспада 20,8 дней; он порождает торий-226 с периодом 31 день, а тот дает три поколения радиоактивных продуктов с малыми временами жизни, то есть один атом урана, подобно винчестеру, всаживает в раковую клетку подряд четыре пули — альфа-частицы.

Получать уран-230 можно двумя способами. Первый — облучить в циклотроне быстрыми протонами мишень из тория-232: поглотив протон, он испускает три нейтрона и становится прот актинием-230. Тот, в свою очередь, с периодом полураспада 17,4 дня, испускает бета-электрон и превращается в уран-230. Остается только провести очистку и использовать уран для приготовления препарата. Процесс очистки весьма непрост, ведь в мишени накапливается много паразитных продуктов, поэтому (есть) идея применить мишень из протактиния-231, который, поглотив протон, сразу становится ураном-230. Беда в том, что такого протактиния слишком мало, а согласно предварительным исследованиям, одному больному понадобится примерно 200 мг этого элемента.

Принтер «распечатывает» канцерогены

Исследователи из США обнаружили, что при работе принтера вещества, входящие в состав тонера, образуют канцерогенные частицы («Environmental Science: Nano», 2017, 4, 2144—2156, doi: 10.1039/c7en00573c).

Пять лет Филипп Демокриту из Гарварда и его коллеги изучали влияние материалов, содержащихся в тонерах для принтеров и копировальных машин, на здоровье человека. Они обнаружили, что некоторые компоненты тонера во время печати могут образовывать воздушный аэрозоль. Проведенные in vitro и in vivo исследования показали, что наночастицы, входящие в состав такого аэрозоля, токсичны для животных. Благодаря небольшому размеру наночастицы могут попадать в легкие и накапливаться там, а оттуда проникать в кровеносную систему. Причем это не просто угольные наноаэрозоли, как думали раньше – новое исследование показало, что на них еще сидят и вредные органические соединения.

В лазерных принтерах — их используют не только в офисах, но и в квартирах — применяют тонеры, содержащие

При печати образуются вещества и аэрозольные частицы, опасные для здоровья человека

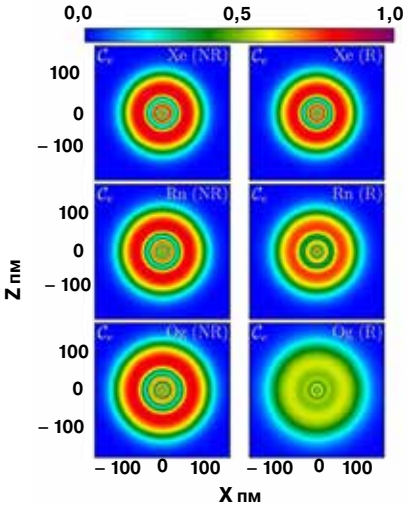
каталитически активные наночастицы. Когда принтер печатает, наночастицы попадают в воздух и во взвешенно-аэрозольном состоянии реагируют с летучими органическими веществами. С помощью ядерного магнитного резонанса и масс-спектрометрии ученые установили строение органических веществ в таких аэрозолях. Было доказано, что содержащиеся в тонере низкомолекулярные полициклические ароматические соединения (ПАУ) и наночастицы взаимодействуют при температуре печати, причем в результате каталитических и стехиометрических реакций образуются более массивные ПАУ. Высокомолекулярные ПАУ известны мутагенными и канцерогенными свойствами. А поскольку они остаются связанными с наночастицами, которые имеют тенденцию накапливаться в легких, то, естественно, это настораживает.

Демокриту уверен, что результаты их работы позволят уменьшить риск для здоровья человека, ведь эту информацию можно учесть при разработке новых тонеров для принтера. Ну а пока — поработав на принтере, не забудьте проветрить помещение.

У оганессона нет орбиталей?

Результаты теоретических исследований позволяют предположить, что ядро элемента № 118 окружено смазанным облаком из электронов, не распределенных по привычным орбиталям (arxiv: 1707.08710, 2017).

Элемент № 118, оганессон, назван в честь Юрия Цолаковича Оганесяна, научного руководителя Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н.Флерова ОИЯИ в Дубне. Это второй человек после Глена Сиборга, именем которого еще при его жизни назвали химический элемент. Суффикс «он» в названии оганессона объясняется его положением в Периодической системе — формально его можно считать самым тяжелым инертным газом. Именно формально: получено достаточно данных в пользу того, что характер заполнения электронной оболочки сверхтяжелых элементов совершенно не таков, как у легких. Дело в том, что из-за большого заряда тяжелых атомных ядер электроны в сверхтяжелых элементах разгоняются до такой скорости, при которой пренебрегать теорией относительности уже нельзя. Конечно же время жизни оганессона слишком мало, и определить экспериментально, будет ли элемент № 118 проявлять свойства инертного газа, невозможно. Тем не менее исследователи из Новой Зеландии и США провели квантово-химические расчеты, результаты которых позволяют считать оганессон уникальным атомом.



Смоделированная локализация электронов без релятивистских поправок (слева) и с учетом релятивистских поправок (справа) в атомах ксенона, радона и оганессона. Согласно расчетам, в оганессоне электроны не распределены по орбиталям, а образуют более или менее равномерно распределенное облако

Любой школьник (иногда и школьный учитель химии) скажет, что оганессон обладает электронной оболочкой инертного газа, а значит, строение его внешнего слоя можно записать как $7s^27p^6$. Тем не менее, химики-теоретики Петер Швердтфегер , Пол Жерабек (Университет Мэсси, Новая Зеландия), Бастиан Шутрумпф и Витольд Назаревич (Университет Мичигана) предсказывают, что распределение электронов, вращающихся вокруг столь большого ядра, в большей степени теряет свою оболочечную структуру, размываясь в «электронный газ».

Некоторые искусственные радиоактивные трансфермиевые элементы химики получили в количествах, достаточных для химических экспериментов. Элементы разделили с помощью хроматографии и определили валентные состояния для отдельно взятых атомов. Например, оказалось, что свойства резерфордия и дубния

(элементы № 104 и № 105) отличаются от тех, которые можно было бы спрогнозировать по их положению в Периодической системе, а вот для элемента № 106 (сиборгия) никаких отклонений от предсказаний, сделанных с помощью Периодического закона, не было («Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences», 2002, 3, 113—120; doi: 10.14494/jnrs2000.3.113). Отклонения вызваны изменением энергий электронов, развивающих околосветовые скорости под воздействием ядра со значительным положительным зарядом, говоря проще — релятивистских эффектов.

Исследователи отмечают, что для оганессона проявление релятивистских эффектов очень существенно — они обусловливают так называемое спин-орбитальное сочетание, то есть взаимосвязь спинового состояния электрона и характеристик его перемещения по орбиталям. При значительном спин-орбитальном сочетании заселенность электронов по уровням со строго определенными энергетическими характеристиками размывается, и электроны, находящиеся около ядра, распределяются практически равномерно, образуя облако электронного газа, или Ферми-газа.

Эффект размывания электронных оболочек постепенно увеличивается вместе с ростом заряда ядра. Согласно расчетам, оганессон существенно отличается от инертных газов, расположенных в той же группе Периодической системы. Состояние электронов в его атоме должно быть очень близким к предельной их делокализации — Ферми-газу. В таком «размазанном» состоянии электроны легко поляризуются, а значит, атомы оганессона будут связываться друг с другом прочными вандерваальсовыми взаимодействиями, и, наиболее вероятно, при комнатной температуре это будет не газ, а твердое вещество. Кроме того, коль скоро внешняя оболочка оганессона — не устойчивый октет, элемент № 118 будет гораздо реакционноспособнее по сравнению с его соседями — инертными газами.

ХЕМОСКОП

Шелк и щелочь: как отличить подделку от древнего артефакта

Химики разработали метод, позволяющий определять, является ли артефакт из шелка подделкой. Шелк, изготовленный сотни лет назад, отличается от современного, который искусственно состарили, замочив в горячем растворе щелочи, по аминокислотному составу («Analytical Chemistry», 2017, 89, 19, 10158—10161, doi: 10.1021/acs.analchem.7b02854).

Фото: © Музей текстиля, Вашингтон, округ Колумбия

Новый метод позволяет отличить настоящий древнеперсидский шелк (справа) от подделки (слева)

В 1924 году археологи обнаружили в гробнице принцессы Биби Шархбану на территории современного Ирана небольшое количество редких шелковых артефактов Буидского периода (934—1062 гг. н. э.). Эти артефакты быстро заняли свои места в европейских и американских музеях, а также в частных коллекциях. Вскоре после этого открытия, в 1930-х годах, на рынке предметов старины появились фрагменты шелковых тканей с полусотней дополнительных вариантов орнамента, которые преподносили как шелковые артефакты того же периода. Многие музеи и коллекционеры приобрели «буидский шелк», но многие и засомневались в подлинности артефактов. Тщательное изучение ткани усилило подозрение, а появившийся спустя пару десятилетий радиоуглеродный анализ показал, что по крайней мере часть «буидских шелков», проданных после 1930-х годов, — подделка.

В запасниках Музея Вашингтонского университета и Музея текстиля в Вашингтоне находится несколько шелковых артефактов спорного происхождения, подлинность которых так и не подтвердили и не опровергли с помощью радиоуглеродного анализа. Мехди Моини, химик с кафедры криминалистики Вашингтонского университета, решил использовать метод, ранее разработанный в его лаборатории. Метод Моини отличается дешевизной, а кроме того, требует меньшего количества образца, чем радиоуглеродный анализ. Для экспертизы ученый получил 12 неидентифицированных образцов шелковой ткани и один артефакт из буидского шелка, подлинность которого радиоуглеродный анализ подтвердил.

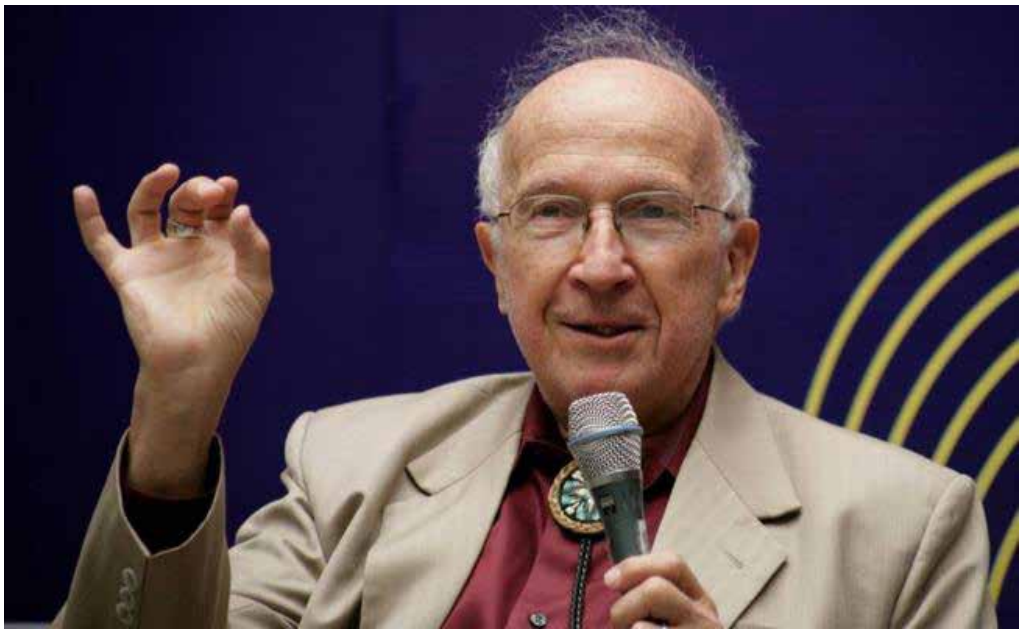
Метод Моини основан на изучении аминокислотных остатков, входящих в состав шелка. В белках, образующих волокна натурального шелка, как и в любых других, по мере старения идет рацемизация аминокислот, они переходят из L-формы в D-форму (аналогичный молекулярный механизм объясняет развитие катаракты — хрусталик глаза со временем мутнеет). Быстрее всего трансформируется аспарагиновая кислота, поэтому в 2011 году Моини придумал, что для анализа ее D- и L-форм можно использовать капиллярный электрофорез, совмещенный с масс-спектрометрией («Analytical Chemistry», 2011, 83, 19, 7577—7581, doi: 10.1021/ac201746u). С увеличением возраста шелкового артефакта увеличивается и соотношение D- и L-форм. Так, в шелке, возраст которого 2500 лет, на D-форму приходится 45% от общего количества аспарагиновой кислоты.

В аутентичном буидском шелке содержание D-аспарагиновой кислоты составляет 29,6%, что же касается подозрительных образцов — в них содержание D-аспартата колебалось в широких пределах, от 32,5% до 51,8%. Такие результаты либо свидетельствовали о том, что возраст самого молодого изученного образца — 1200 лет, а самого старого превышает 2500 лет (более старых образцов настоящего шелка, необходимых для калибровки метода, у Моини просто не имелось) либо, что более вероятно, — подозрительные образцы были искусственно состаренными фальшивками, быстрая рацемизация кислот в которых вызвана химическими реагентами. Еще одно свидетельство в пользу второй версии: в сомнительных образцах наблюдалось высокое содержание D-фенилаланина и D-тирозина. Однако эти аминокислоты очень медленно рацемизуются, и в подлинных образцах шелка с возрастом в тысячу лет их D-изомеры обнаружить невозможно.

Выпуск подготовил
кандидат химических наук
А.И.Курамшин

Хоффману — 80!

И.А.Леенсон



У лауреатов Нобелевской премии нечасто оказываются такие драматические судьбы, как у Роалда Хоффмана.

Хоффман в России

В 2017 году исполнилось 80 лет Роалду Хоффману, лауреату Нобелевской премии по химии за 1981 год — совместно с Кэнити Фукуи, «за разработку теории протекания химических реакций, созданную ими независимо друг от друга». И уже в мае 1982 года в «Химии и жизни» было опубликовано одно из первых интервью с Хоффманом, которое взял у него сотрудник редакции В.Р.Полищук. В мае 1990 года А.Д.Иорданский опубликовал в журнале перевод лекции Хоффмана «Хвала синтезу», один из вариантов которой он в начале 90-х прочитал на химическом факультете МГУ. А в 2011 году, в Год химии, главный редактор «Химии и жизни» Л.Н.Стрельникова взяла у Хоффмана интервью, в котором представила его как давнего друга журнала. В этом интервью она обращает внимание на то, как Хоффман относится к своей «избранности». «Каждый год, — сказал он, — перед церемонией вручения этой награды вы, я и научное сообщество можем назвать тридцать человек, которые ее достойны, но получат только трое. Вывод прост: выбор лучших в любой области — дело случая».

Связи Хоффмана с нашей страной имеют долгую историю. Получилось так, что в раннем детстве он около двух лет жил с родителями на территории СССР. А в 1960—1961 годах по линии обмена аспирантами приехал с женой Евой Берьессон на девятимесячную стажировку в Москву. Они жили в Зоне Е главного здания МГУ, откуда рукой подать до физического факультета. Будучи химиком-теоретиком, Хоффман работал с заведующим кафедрой квантовой механики физфака А.С.Давыдовым; темой работы была теория экситонов. С того времени, по словам Хоффмана, его знания русского языка и интерес к русской культуре только увеличивались. В последующие годы он часто приезжал в Москву, читал лекции, а в трудные 90-е годы помогал российским коллегам. Он сотрудничал с заведующим лабораторией комплексных металлоорганических катализаторов Института элементоорганической химии и директором этого института академиком М.Е.Вольпиным, с сотрудником химфака МГУ Л.В.Вилковым, с другими советскими и российскими учеными. Хоффман неоднократно выступал перед студентами Высшего химического колледжа РАН и был членом его попечительского совета. В своем приветствии руководству колледжа он написал: «Колледж приобщил к радостям химии и химического исследования сотни блестящих юных студентов России. Удовольствие осмысления, сопровождающее этот процесс, — наиболее важная вещь, которую дает им ваш химический колледж».

Хоффман и Вудворд

Хоффман известен химикам всего мира, в том числе как автор правила Вудворда — Хоффмана (оно же правило сохранения орбитальной симметрии), которое было сформулировано в 1965 году; в том же году Роберт Вудворд получил Нобелевскую премию по химии «за выдающийся вклад в искусство органического синтеза». Хоффман как-то в шутку представился следующим образом: «Я — Роалд Хоффман, а мое первое имя — Вудворд». По его словам, именно сотрудничество с Вудвордом показало ему всю красоту химии. Говоря о правиле Вудворда — Хоффмана, студентам объясняют, почему, например, невозможна реакция прямой димеризации двух молекул этилена с образованием молекулы циклобутана ($2C_2H_4 \rightarrow C_4H_8$) или же прямая реакция $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$.

В 1965 году, когда была опубликована основополагающая статья по орбитальной симметрии, Хоффману было всего 28 лет. Но ему самому потребовалось два года, чтобы понять важность этой работы. В своих дальнейших исследованиях он всегда старался, по его собственному выражению, строить мосты между химией и всем, что ее окружает.

Присуждение Нобелевской премии почти не изменило жизнь и работу лауреата: «В США много нобелевских лауреатов, здесь люди мало обращают внимания на ученых и их достижения и нет никакого преклонения перед ними. Мой статус нобелевского лауреата никак не повлиял на финансовую поддержку моих работ. Даже Лайнус Полинг десятилетиями испытывал трудности с финансированием. В США нас окружает мир жестокой конкуренции. С другой стороны, премия дала возможность делать то, что было невозможно раньше. Например, я совместно с другими авторами сделал 26 получасовых фильмов в серии “Мир химии”. Сработал имидж нобелевского лауреата, однако мне пришлось для этой работы взять годовой отпуск без сохранения содержания. Но денег на три передачи о химии на телевидении в прайм-тайм, 1,35 млн долларов, найти не удалось. Когда я получил премию, она соответствовала примерно годовой зарплате. Не такие уж потрясающие деньги».

Биографию Хоффмана можно прочитать в Википедии, причем на 40 языках. О его вкладе в теоретическую химию было написано множество статей на всех основных мировых языках. Ограничимся лишь выдержкой из вступительной речи на нобелевской церемонии награждения Хоффмана и Фукуи, произнесенной профессором Шведской королевской академии наук Ингой Фишер-Хьялмарс (перевод автора статьи).

«В химических реакциях создаются новые вещества. И химики умеют их создавать. Но для этого необходимо понимать, что происходит во время реакции на атомном уровне, какие законы управляют превращениями молекул. Во время реакции молекулы сталкиваются. При этом на электроны одних атомов начинают влиять ядра других атомов, атомные орбитали изменяются, одни связи рвутся, другие образуются. В конечном счете получаются новые молекулы. От чего же зависят все эти события при столкновении молекул? Один из важнейших факторов — это энергия. Когда энергия новых молекул меньше, чем у исходных, реакция часто идет без затруднений: реакционный комплекс просто скользит вниз по “энергетической горке”. Но нередко системе, прежде чем скатиться вниз, приходится вначале преодолевать некий барьер, то есть подниматься вверх по энергии. И нужно на этой энергетической горе найти перевал минимальной высоты. Часто заранее известно довольно много об исходном и конечном состояниях, а также об энергетическом профиле в начале пути и в его конце. А вот о том, как выглядит “горный перевал”, известно очень мало.

Было показано, что химической реакцией управляет не только энергия молекулярных орбиталей, но и их симметрия. Впоследствии Хоффман продолжал развивать теорию и сделал из нее чрезвычайно полезный инструмент для химиков-синтетиков, осуществляющих самые разнообразные превращения. Теоретические работы Хоффмана, а также Фукуи, значительно облегчили химикам разработку схем химического синтеза».

Сам же Хоффман в конце своей речи на нобелевском банкете в Стокгольме процитировал строчки из поэмы Чарльза Томлинсона, посвященной Винсенту Ван Гогу:

And the fruit that we shall pick tomorrow
Await us, weighing the unstripped bough.

(Завтра мы сорвем плоды, которые ждут нас, свешиваясь с необобранных ветвей.)

Но какие плоды ожидают нас на древе химии, не знает никто, не исключая и самого лауреата. Он справедливо считает, что предсказывать научные открытия практически невозможно и потому заниматься прогнозами — дело неблагодарное. Химия эволюционирует, движимая собственными, порой случайными и хаотическими предпочтениями.

Фото художницы Вивиан Торренс, соавтора книги Хоффмана «Chemistry Imagined»

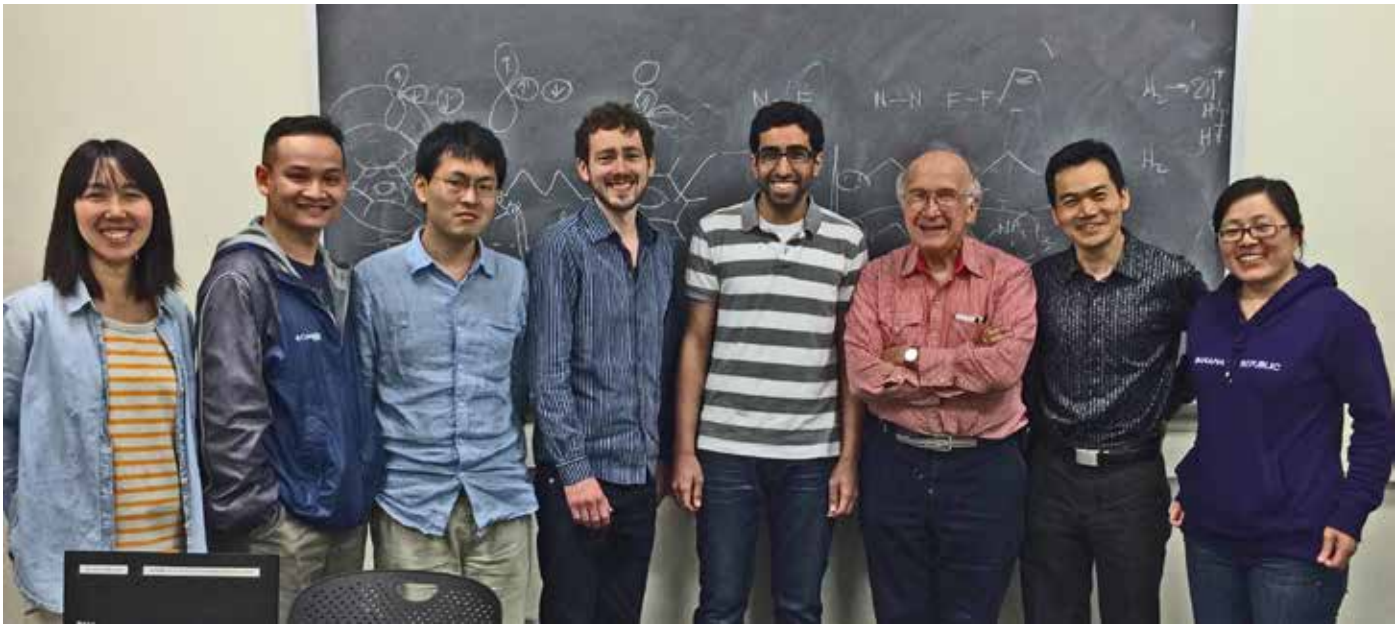
Хоффман за стеклом «зажигательной линзы» в Немецком музее в Мюнхене

Роалд с матерью Кларой в Кракове, 1945

Спасенный от нацистов

Он появился на свет в 1937 году польском городе Злочув (ныне — Золочев в Львовской области), в еврейской семье инженера-мостостроителя Гилеля Сафрана и школьной учительницы Клары Розен. Когда родился сын, им попалась на глаза газетная статья о норвежском полярном исследователе Роалде Амундсене. Имя им понравилось, и они так же назвали сына. До 1945 года будущий нобелевский лауреат был Роалдом Сафраном.

Золочев сотни лет принадлежал Польскому королевству. В 1772 году в результате первого раздела Польши город перешел к Австрийской империи. Недолго, в 1918–1919 годы, он был в составе самопровозглашенной Западно-Украинской Народной Республики, а затем снова перешел к Польше — до ее раздела в 1939 году между Германией и СССР. Это был город с преобладающей польской культурой и многочисленным украинским населением. Вскоре после начала Второй мировой войны Золочев был включен в состав Украинской ССР. После 22 июня 1941 года Золочев почти сразу был захвачен немцами, и 2 июля 1941 года в городе начался погром, в котором за три дня погибло от трех до четырех тысяч евреев. Оставшихся в живых поместили в гетто, а затем в лагерь смерти Белжец. В 1943 году отцу Роалда, одному из руководителей подпольной группы в лагере, удалось тайно переправить на волю жену и шестилетнего сына. В том же году он был убит немцами при попытке организовать массовый побег из лагеря. От рук нацистов погибли также бабушка, два деда, нескольких дядей и теток Роалда. Самого же его с матерью и несколькими другими евреями прятали, с риском для своей собственной семьи, школьный учитель Микола Дюк (1892—1972), который был до войны знаком с отцом Роалда, и его жена Мария (1914—1983). И в течение 15 месяцев, до прихода Советской армии в июне 1944 года, их убежищем служила школа. Вначале тайник находился на чердаке, но крыша протекала, и пришлось прятать беженцев в кладовой, где не было окон. Хоффман вспоминал, как несколько месяцев смотрел в маленькое окошко на чердаке на играющих украинских детей и завидовал им, ведь он не мог выйти из убежища. Хоффман наказал своим детям и



Хоффман в своей лаборатории

внукам поддерживать контакт с потомками семьи Дюк и всегда помнить о том, как их спасли. В 2007 году Роалд с сестрой Элинор посетили в Иерусалиме национальный мемориал Катастрофы Яд ва-Шем и попросили признать спасителей семьи «праведниками народов мира». И 23 сентября того же года это звание было присвоено Миколе и Марии Дюк, а израильский посол в Киеве Зина Клейтман на официальной церемонии вручила сертификат и медаль их сыну.

В конце 1944 года, когда немцы отступили на Запад, мать Роалда отправилась с сыном в том же направлении. Ей было очевидно, что эта часть Польши окажется, как и осенью 1939 года, под властью Сталина. Поэтому она вместе с сыном сначала двинулась в Перемышль, а в 1945 году — в Краков. Там мать Роалда познакомилась с человеком по фамилии Маргулис, который потерял жену, и вышла за него замуж. В начале 1946 года семья переехала в Чехословакию. Покидая Польшу, отчим купил документы погибшего немца по фамилии Hoffmann, и эта фамилия стала его, а также Роалда.

В послевоенной Чехословакии семья получила статус беженцев, не имеющих гражданства. Быстрая советизация страны заставила их перебраться в Западную Германию, в Мюнхен. А в 1949 году, когда Роалду было 11 с половиной лет, семья попала в США: их вместе с другими эмигрантами доставил туда транспортно-десантный самолет.

Хоффман, как и многие другие иммигранты, был благодарен за предоставленные ему в США возможности. Но сначала семья очень бедствовала: начинать с нуля было нелегко. У матери и отчима не хватало денег, чтобы купить сыну хотя бы

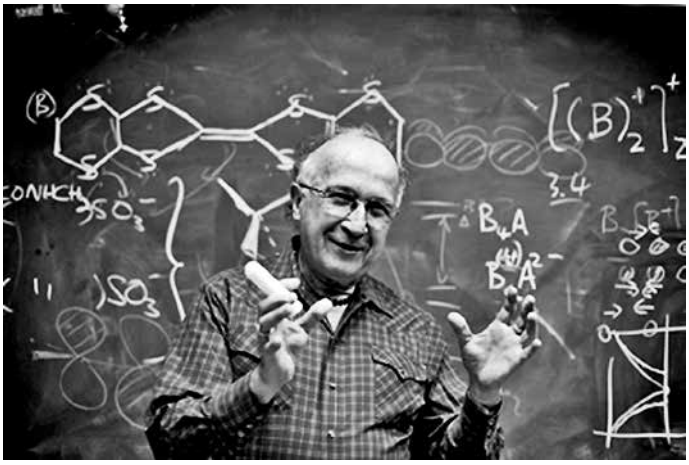
Хоффман, кофе и какао

Много лет назад в одной научно-популярной книге, переведенной с английского, я прочитал, что среди ароматических веществ кофе содержится сложное комплексное соединение родия. Я очень удивился. И не потому, что родий — драгоценный металл (некоторые растения и золото могут накапливать), а потому, что такое химическое соединение должно быть слишком тяжелым, чтобы оказаться среди газообразных компонентов запаха. Я пошел в библиотеку и полистал указатели реферативного журнала «Химия». Публикаций про родий в кофе я не нашел, зато как бы в качестве компенсации за поиски нашел удивительную статью «Об аромате какао». Ее авторами были шесть химиков из исследовательской лаборатории компании «Нестле» в городе Веве. Город этот находится во франкоязычном кантоне Во, поэтому неудивительно, что статья была опубликована на французском языке в известном швейцарском журнале «Helvetica Cimica Acta» (1967, 50, 6, 1509—1516). Даже не знающему французский язык химику были понятны все названия приведенных в большой статье веществ. Они были разделены на группы: производные алканов и циклоалканов, ароматические соединения, гетеролитические соединения с атомами кислорода или серы в кольце, производные пиррола и производные пиразина — всего 126 разных веществ разной степени сложности.

Поскольку многие вещества содержатся в запахе в очень малых количествах, авторы переработали 2000 кг жареных бобов какао, привезенных из Ганы! В результате перегонки с паром было получено 200 кг ароматических веществ, которые экстрагировали с помощью 50 кг дихлорметана. Органический слой высушили и, отогнав растворитель, получили около 50 мл остатка. Его подвергли фракционной перегонке при низком давлении, собирая фракции, выкипающие через каждые 10 градусов в интервале от 30 до 90°С. Итогом этой немалой работы было обнаружение 35 новых веществ, о присутствии которых в аромате какао ранее не сообщалось.

Так или иначе, вопрос о родии в аромате кофе оставался открытым. В книге, где я это прочитал, была ссылка на работу, одним из авторов которой был Роалд Хоффман. Появилась мысль написать нобелевскому лауреату и прямо спросить, как родий мог оказаться в кофе? Почтовый адрес Хоффмана был общедоступен, и я ему написал, спросив про родий. Я даже предположил в шутку, что родий мог как-то попасть в кофе у переводчика из адреса Хоффмана, в котором есть его инициалы — RH = Rh. Хоффман ответил очень быстро. Он написал, что, конечно, никакого родия в аромате кофе нет, что это, скорее всего, ошибка при переводе или при редактировании книги. Ответ был вполне благожелательный, и я решил, зная, что Хоффман когда-то учился в Москве, послать по адресу Корнелловского университета свою недавно вышедшую книгу «Занимательная химия». Естественно, она была на русском языке. Хоффман ее довольно быстро прочитал и… прислал мне в ответ свою книгу.

Родий же в кофе так и остался загадкой.



Хоффман объясняет

одну книжку, пока ему не исполнилось 16 лет. В то же время сложная судьба сделала из Роалда полиглота. Первым его языком был польский. В Золочеве говорили на польском и украинском, и на украинском языке он учился, хотя всего несколько месяцев, в украинской школе. С детства вокруг ребенка постоянно звучал идиш. После войны он учился на польском языке в начальной католической школе в Кракове. Потом на идише — в лагере для перемещенных лиц в Австрии и на немецком языке — в Германии. В десятилетнем возрасте его очень впечатлили биография Марии Кюри, написанная ее дочерью Евой, и биография американского ботаника, миколога и химика Джорджа Вашингтона Карвера, родители которого были рабами. Он прочитал эти книги в переводе на немецкий. А в пятом и шестом классах ему уже все предметы, в том числе алгебру, преподавали на иврите в Мюнхене — благодаря образовательной программе в послевоенной американской оккупационной зоне в Германии. Так или иначе, к тому времени, когда семья попала в США, его главным языком был немецкий. Английский, свой шестой язык, он выучил в США довольно быстро, посещая государственную школу в Бруклине. Все это было типично для беженца, смесью языков пользовались многие дети в тот послевоенный период. Дома у Хоффманов попеременно говорили на четырех языках: английском, немецком, польском и идише. Но со временем английский взял верх, а Роалд заставлял родителей говорить с ним только по-английски. Впоследствии он хорошо освоил еще два языка — русский во время стажировки в Москве и шведский благодаря своей шведской жене Еве. Девятый язык, французский, он знает хуже, потому что учил его только в американской школе. Однако лишь на английском, по признанию Хоффмана, он может писать, и английский стал его родным языком.

Химик или гуманитарий?

Как и многие другие знаменитые химики, Хоффман в школе не особенно интересовался химией. В старших классах он выбрал углубленные курсы по биологии и физике и прослушал также много курсов по математике. К концу школьных лет он собирался заняться медицинскими исследованиями. Родители хотели, чтобы он стал врачом, а сам он мечтал посвятить себя научной работе, так что это был бы компромисс. В то же время в Колумбийском университете, где он учился, были замечательные преподаватели гуманитарных дисциплин. И если бы на последнем курсе колледжа он не встретил таких педагогов, как Джордж Френкель и Ральф Хэлфорд (они преподавали квантовую механику), то пошел бы по гуманитарной линии. Гуманитарные предметы, особенно теорию искусств, читали намного интереснее, чем естественные науки; они открыли для него совершенно новый мир. Хоффман говорил, что у него были фантастические наставники по японской литературе, по истории искусств, по английской литературе, поэзии и другим гуманитарным предметам. Он с восторгом изучал японскую литературу, теорию стихосложения и почти полностью переключился на историю искусств как на основной учебный предмет, решив специализироваться именно на ней. Он ушел с подготовительных курсов по медицине, но все же не решился полностью перейти на гуманитарный цикл. В конце концов верх взяла химия. По его словам, «основные объекты химии — молекулы не так велики, как планеты, звезды, галактики и другие астрономические объекты, и не так малы, как частицы, которыми занимаются физики; молекулы как раз посередине, и это привлекательно».

Оказалось, что его руки «пришиты правильно», как у настоящего химика-экспериментатора: Хоффман был очень успешен в студенческом практикуме. Ему нравились и химические превращения с изменением цвета, и ощущение размягчающегося стекла при стеклодувных работах, и «экзистенциальное чувство» того момента, когда получаешь результат качественного или количественного анализа неизвестного вещества. Но лекции по гуманитарным наукам оставили в нем неизгладимый след. Хоффман убежден, что грамотный ученый должен быть грамотен не только в своей узкой области. Как известно, многие ученые — музыкальные исполнители, многие очень начитанны. Наука лишь частично удовлетворяет духовные потребности человека. Он считает также, что современное искусство и современная музыка не менее сложны, чем современная наука, и гуманитарные курсы в университетах должны помочь будущим ученым, химикам в том числе, лучше понять самих себя. Возможно, это поможет добиться большего и в науке.

Случилось так, что сам Хоффман тоже начал писать стихи, хотя и довольно поздно: в 40 лет. В свое время огромное впечатление на него произвел курс в Колумбийском университете, который на протяжении многих лет вел американский писатель, поэт и критик, лауреат Пулитцеровской премии в области поэзии Марк Ван Дорен (1894—1972). Однако он не учил студентов писать стихи, но учил, как нужно стихи читать! Поэзия оказала сильное влияние на Хоффмана. Он отмечал, что она позволяет интенсивно, но сжато высказать чувства, впечатления от созерцания природы, выразить то, что не получается сделать по-другому. На своих лекциях по химии он читает студентам стихи, и многим его коллегам это не нравится. Оказывается, стихами можно выразить даже такие прозаические вещи, как переход ксенона в металлическое состояние при давлении 1,4 млн атмосфер. В 1993 году была опубликована книга Хоффмана (совместно с художницей Вивиан Торренс) «Chemistry Imagined» — комбинация эссе, коллажей и стихов. Московское издательство «Текст» выпустило в 2011 году сборник избранных стихотворений, написанных Хоффманом в 1983—2005 годах, в прекрасных переводах на русский язык.

Когда Хоффмана спросили, кем легче зарекомендовать

себя, химиком или поэтом, и помогает ли нобелевский статус публикациям его «лирики», он ответил: «О, химиком намного легче! Я второстепенный поэт, но хороший химик. По-видимому, так устроен мир. Поэту намного труднее добиться успеха, чем ученому. В лучшем в мире химическом журнале (Хоффман имеет в виду знаменитый JACS — «Journal of the American Chemical Society») принимают к публикации примерно 65% присланных статей и 35% кратких сообщений. В литературных же журналах, далеко не самых лучших, к публикации принимают менее 5% присланных поэм. То, что я нобелевский лауреат, никак не помогло мне с публикацией стихов. С моим последним поэтическим сборником я ходил вокруг издателей четыре года, и отдельные стихотворения прошли через множество отказов, прежде чем их опубликовали».

На вопрос о том, действительно ли ученые думают, что знают больше любого поэта, Хоффман сказал, что если бы это было так, то у ученых не было бы столько же проблем, сколько у всех людей, в том числе у гуманитариев. Проблем с концом жизни и концом любви, с детьми и родителями, наконец, проблем в их собственных науках. На самом деле знания ученых ограничиваются очень небольшой областью — той, в которой они работают. Между тем важны и естественно-научный, и художественный способы познания; каждый из них вносит свой вклад в понимание мира человека и мира природы вокруг нас.

«Кислород»

К 100-летнему юбилею первых присуждений Нобелевских премий в 1901 году Хоффман и его коллега Джерасси написали серьезно-юмористическую пьесу «Кислород», хорошо известную американским химикам, но мало известную химикам российским. Американский химик и писатель Карл Джерасси (1923—2015) знаменит у нас главным образом как один из создателей противозачаточных таблеток. На русский язык переведены его книги «Дисперсия оптического вращения. Применение в органической химии» (1962) и, в соавторстве, «Интерпретация масс-спектров органических соединений» (1966). Авторов заинтересовала драматическая коллизия осени 1774 года, когда Лавуазье, единственный человек, который понял природу кислорода, узнал, что этот газ еще раньше открыли Шееле и Пристли. Но они не поняли, что новый химический элемент дает ключ к процессам горения, дыхания и коррозии. Джерасси всегда интересовался вопросами конкуренции и приоритета в науке и тем, каких моральных норм должны придерживаться ученые. И он убедил Хоффмана начать совместную работу над пьесой.

Представим себе, что в 2001 году, в год столетия присуждения первых Нобелевских премий, Шведская королевская академия наук решила присудить Ретронобелевскую премию за самое выдающееся открытие в химии в прошлом. Таковым было признано открытие кислорода. И на заседании Нобелевского комитета в Стокгольме рассматривается важный и деликатный вопрос: кому присудить эту премию — французу Антуану Лорану Лавуазье (1743—1794), шведу Карлу Вильгельму Шееле (1742—1786) или англичанину Джозефу Пристли (1733—1804). События в пьесе попеременно происходят в современности и в 70-х годах XVIII века.

На первый взгляд, премию должен получить Лавуазье, признанный отец современной химии. Однако не все так просто. Оказывается, Лавуазье в своей работе с кислородом использовал данные, полученные его соперниками. В 1774 году у Лавуазье в его парижском доме гостил Пристли, который рассказал хозяину о получении нового вещества, названного им «дефлогистированным воздухом». Пристли получил его, нагревая оксид ртути в закрытом сосуде с помощью сфокусированных солнечных лучей. На той же неделе Лавуазье получил письмо от Шееле, в котором детально описал свое открытие: получение (из селитры) и свойства «огненного воздуха». Причем Шееле был первым: чистый кислород был у него в руках еще в 1772 году, но по вине издателя публикация его «Трактата о воздухе и огне» задержалась до 1777 года. Пристли и Шееле были сторонниками теории флогистона и поэтому не поняли, что они открыли. Вот почему только противник флогистона Лавуазье смог разобраться в природе кислорода и понять, какую роль он играет в процессах окисления и горения. Однако знаем ли мы в точности все события и факты, связанные с открытием кислорода? Авторы пьесы делают упор на моральный аспект, с которым сталкивается предполагаемый Нобелевский комитет в поисках достойнейшего. Ведь Лавуазье понял, что на самом деле происходит в процессе горения, только после того, как побывавший в его парижском доме Джозеф Пристли рассказал французскому коллеге о способе получения кислорода из оксида ртути и о свойствах этого газа. Сразу после этого Лавуазье опубликовал работу, которая полностью объяснила сущность горения, но в ней он не упомянул роль Пристли.

Пьеса вызвала множество откликов. Обсуждалось, например, кто был бы достоин второй Ретронобелевской премии. Среди «номинантов» был Авогадро: он установил важнейший закон и придумал слово «молекула», которая может состоять из нескольких атомов. Не меньше заслуг было у Берцелиуса (определение атомных весов, современная химическая номенклатура, разработка аналитических методов, открытие изомерии, катализа, нескольких химических элементов). Но пока у нас есть только пьеса «Кислород».

Все персонажи Нобелевского комитета выдуманы авторами, начиная с председателя — выдающегося химика-теоретика Астрид Розенквист, которая постоянно выясняет отношения с другим членом комитета, ее бывшим любовником Бенгтом Хьялмарссоном, и кончая секретарем комитета Уллой Зорн, которая работает над диссертацией о роли женщин в истории науки. Улла советует членам комитета при рассмотрении трех кандидатур расспросить жен номинантов — ведь эти женщины не были просто посторонними наблюдателями исследований ученых, с которыми они жили под одной крышей. Поэтому активное участие в пьесе принимают чопорная 35-летняя Мери Пристли — жена Джозефа Пристли; практичная 19-летняя Мария Анна Пьеретта Польз, которая вышла замуж за Лавуазье в возрасте 13 лет; 26-летняя Сара Маргарета Поль (фру Поль) — вдова городского аптекаря, преданная экономка Шееле, на которой он женился за три дня до смерти.

Пьеса начинается со сценки в стокгольмской сауне, где в 1777 году собрались и беседуют жены трех номинантов: Лавуазье, Пристли и будущая жена Шееле. Уже начало первой сцены дает представление о том, в каком стиле написана пьеса. Пьеса много раз переписывалась авторами, поэтому у нее несколько версий. Вот некоторые фрагменты пьесы, дающие представление не только о ее героях, но и об авторах.

Кислород

Жак Луи Давид.
Портрет Лавуазье с женой.
1788

Сауна в Стокгольме, Швеция, 1777 год. Три женщины сидят на скамье в сауне, завернутые, в разной степени, в банные полотенца или простыни. Из них миссис Пристли — самая благопристойная, а мадам Лавуазье — самая озорная. На дамах чепцы, прикрывающие волосы, или парики различного фасона, но все — в соответствии с модой того времени.

Миссис Пристли (*обмахивая лицо рукой)*. Я не могу дышать, тут такая жара…

Фру Поль. Миссис Пристли, не бойтесь, мы скоро выйдем отсюда — и почувствуем себя очень бодрыми. А слуга нам в этом поможет.

Мадам Лавуазье. Слуга? Мужчина?! О, как это прогрессивно!

Фру Поль. Вовсе нет, мадам Лавуазье, слуга — женщина! Она отхлещет нас березовыми вениками.

Мадам Лавуазье (*хихикая*). Ого!

Миссис Пристли (*шокирована*). Что?! Нас будут бить?

Фру Поль (*ласково*). Только чтобы усилить кровообращение в коже. Это намного лучше, чем пиявки.

Миссис Пристли (*полотенце сползает с ее плеча, и она быстро натягивает его назад*). Сауна — это просто неприлично! Я очень этим обеспокоена.

Мадам Лавуазье (*обращаясь к миссис Пристли, намеренно слегка спускает свое полотенце*). Миссис Пристли, ну мы же все женщины. (*В сторону.*) Вот если бы здесь были мужчины…

Миссис Пристли. Вы молоды, мадам!

Мадам Лавуазье. Мне девятнадцать!

Фру Поль. Когда я выходила замуж, мне было двадцать…

<…>

Мадам Лавуазье (*мечтательно*). Меня никогда так не раньше не били… Во всяком случае, так, как сейчас. Я бы повторила!

Миссис Пристли. Мадам Лавуазье! В Англии березовые прутья используют для порки.

Мадам Лавуазье. На юге моей страны живет молодой дворянин, маркиз де Сад…

Фру Поль. Дорогие дамы, секрет сауны в том, что она расслабляет и успокаивает…

<…>

Мадам Лавуазье. Поговорим о науке. В детстве я получила образование в пансионе при монастыре, а уже в тринадцать лет вышла замуж за Антуана. Он сказал мне очень важную вещь: «Цель науки — получение знаний, цель ученых — завоевать репутацию». Для него это было важно. А когда я вышла за него замуж, это стало важно и для меня. Особенно когда он попросил меня помогать ему в занятиях химией.

Фру Поль. Он попросил вас? Когда вам было только тринадцать?

Мадам Лавуазье. Разумеется. Я принимала участие не только в научных изысканиях. Чтобы помогать Антуану, я брала уроки рисования у Жака Луи Давида. Каждый день в лаборатории я готовила список экспериментов, которые нужно проделать. Антуан диктовал, я записывала. Я рисовала иллюстрации для его книг и потом гравировала их. Я должна была изучить латынь, а также английский. Я перевела шеститомный труд Пристли «Эксперименты и наблюдения, касающиеся различных видов воздуха», а также его работы по флогистону.

Миссис Пристли. Что такое огонь… это объясняет всю химию.

Мадам Лавуазье. Эго *его* объяснение!

Миссис Пристли. Что вы имеете в виду?

Мадам Лавуазье. Мы не уверены…

Миссис Пристли. *Мы*?

Мадам Лавуазье. Мой муж не уверен… поэтому и я не уверена.

Фру Поль. Герр Шееле уверен. Он написал это в своей книге.

Мадам Лавуазье (*очень удивленно*). В какой книге?

Фру Поль. Он написал только одну книгу. «Химический трактат о воздухе и огне».

Мадам Лавуазье. Мой муж никогда не упоминал ее.

Фру Поль. Она скоро выйдет. Может быть, вы еще успеете застать ее в Стокгольме.

<…>

Мадам Лавуазье. Вы помогали месье Шееле?

Фру Поль. Да, но не в лаборатории.

Мадам Лавуазье. И тем не менее вы знаете о его новой книге!

Фру Поль. Когда Карл… (*Спохватившись.*) Когда аптекарь Шееле два года назад приехал в наш маленький город, он рассказал о своих экспериментах с воздухом моему отцу и мне. Он был очень взволнован результатами.

Мадам Лавуазье (*ошеломленно*). Когда были проделаны эти эксперименты?

Фру Поль. Несколько лет назад. В этой книге все описано.

Мадам Лавуазье. Кто-нибудь знает ее содержание?

Фру Поль. Знает *ваш* муж. Разве герр Шееле три года назад не послал в Париж письмо с описанием его экспериментов с «огненным воздухом»?

Мадам Лавуазье. Я ничего не знаю о переписке между ними.

Фру Поль. Должна признаться, что герр Шееле удивлялся, почему ваш муж ни разу его не поблагодарил.

Миссис Пристли (*пытаясь разрядить обстановку*). Дорогие дамы, пожалуйста, успокойтесь.

Фру Поль. Вы правы, пойдемте.

Будни химиков

Кандидат химических наук
М.М.Левицкий

Каждодневная работа в лаборатории может показаться скучноватой, тем не менее бывают ситуации, которые запоминаются надолго. Их с удовольствием вспоминают и пересказывают знакомым.

Дым без огня

Во дворе каждого химического института есть склад, откуда хозлаборанты приносят в лабораторию небольшие порции нужных реактивов — кислоты, щелочи, растворители и многое другое. В некоторых институтах есть лаборатории, потребляющие в заметных количествах особые реактивы, нужные только им. Для специфических реактивов на складе сооружают небольшой металлический сарай, куда имеют доступ те, кто с ними работает. Например, лаборатория кремнийорганических соединений использует хлорсиланы — жидкости, которые очень легко гидролизуются на воздухе, образуя хлороводород.

Однажды химики переливали из двадцатилитровой бутыли в литровые хлорсилан. Сифонировать через резиновую трубочку, видимо, не хотелось (очень медленно), поэтому наливали просто через воронку, стоя в противогазах и наклоняя вдвоем двадцатилитровую бутыль. В это же время, буквально в двадцати метрах, хозлаборанты вынесли из общего склада бутыль с концентрированным водным раствором аммиака и тоже, стоя в противогазах, наливали его в небольшие бутылки. Поскольку и те, и другие были в противогазах и внимательно смотрели на свои бутыли, то не сразу заметили, что все вокруг скрылось в густом дыму. Этот широко известный и совершенно безопасный опыт (дымовую завесу образовали кристаллики NH4Cl в воздухе), воспроизведенный в большом масштабе, произвел ошарашивающее впечатление. Густой, все усиливавшийся дым невольно заставлял ожидать появления языков пламени...

Химики поняли, в чем дело, и прекратили разливать хлорсилан, а вот лаборанты сильно перепугались. Не обошлось без аплодисментов — это радовались проходившие мимо сотрудники института.

Объем имеет значение

В отраслевых институтах, в отличие от вузов и академических институтов, синтезы обычно проводят в больших объемах, поскольку за ними следует испытание нового вещества или композиций на его основе. В одном из таких институтов два молодых сотрудника решили получить дигликолят натрия, чтобы затем конденсировать его с хлорангидридом двухосновной кислоты и полученный полимер добавлять в композицию. Набор лабораторного оборудования был скромным и малопригодным для проведения масштабных синтезов. Первый этап работы выглядел несложным — в этиленгликоле заместить атомы водорода в двух гидроксильных группах натрием. Самый простой способ (обычный метод получения алкоголятов) — подействовать металлическим натрием.

Два энергичных юноши взяли пятилитровую шаровую колбу и залили в нее почти три литра этиленгликоля. Затем отвесили нужное количество металлического натрия (примерно 2 кг), соскоблили скальпелем коричневую корку с каждого куска и стали их резать на мелкие части, протирая фильтровальной бумагой каждый кусочек от следов керосина, в котором хранился натрий. Отрезанный и очищенный ломтик кидали в колбу. Реакция начиналась сразу, кусочки натрия покрывались пузырьками водорода. Сложность в том, что легко замещается первый гидроксил в этиленгликоле, а второй заметно труднее, поэтому вскоре реакция замедлилась. Очевидно, следовало немного нагреть, что и сделали, поставив колбу на плитку (колба была из термостойкого стекла). Разумеется, содержимое периодически взбалтывали. Но ребята немного перегрели, и реакция пошла слишком бурно. Надо охладить. Самый простой вариант — водопроводная вода. Колбу засунули в раковину и, направив горло вбок, пустили струю воды на стенку, при этом продолжая взбалтывать содержимое, чтобы охлаждение было равномерным. В какой-то момент колба стукнулась о водопроводный кран и по ней побежала изогнутая трещина. Колбу аккуратно опустили в раковину — на раздумье было несколько секунд.

Оба химика взглянули на дверь, но она была далековато, открывалась внутрь и, как назло, была частично загорожена большой бутылью с силиконовым маслом. Зато рядом стоял большой двухтумбовый письменный стол, одной тумбой повернутый к раковине — оба мгновенно прыгнули под стол. Вспыхнул желтый свет, и раздался взрыв такой силы, что выбило и фанерную дверь, и хлипкое окно. Вбежали перепуганные сотрудники из соседних комнат, и ребята, сидящие под столом, сквозь звон в ушах услышали примерно следующее: «Здесь же вроде бы двое работали... Куда они делись, атомизировались, что ли? Да нет, их, наверное, высадило с окном!» Когда герои невредимыми выбрались из-под стола, все очень обрадовались и быстро засыпали песком догорающие кусочки натрия, разбросанные по всей комнате. В объяснительной записке в дирекцию ребята написали: «Синтезировали дигликолят натрия, но в какой-то момент реакция стала неуправляемой».

Не допустить «козла»

Трехмерная поликонденсация, когда взаимодействуют разветвленные олигомеры, часто проходила на нервах. Если конденсацию провести слишком глубоко, то в колбе образуется гель, так называемый «козел», который уже ни в чем не растворим, и выскрести его из колбы очень трудно. Чтобы этого избежать, в процессе конденсации отбирают пробы, которые помещают на разогретую металлическую плиту (примерно до 200оС), и, помешивая стеклянной палочкой, определяют время желирования, за которое она превратится в твердый, не размягчающийся продукт. Таким образом удавалось вовремя остановить конденсацию в колбе.

В то время в органические полимеры начинали вводить кремнийорганические (силоксановые) фрагменты. В качестве органического исходного соединения часто использовали дифенилолпропан с романтическим торговым названием «Диан». Он был продуктом многотоннажного производства, поскольку его использовали для получения эпоксидных смол, поликарбонатов и полисульфонов. Молодая сотрудница в первой половине дня собрала прибор для конденсации, загрузила из бумажного мешка в двухлитровую колбу изрядное количество диана и соответствующее количество силоксанового олигомера, проверила работу мешалки и колбонагревателя, затем все выключила и ушла обедать. Шеф ее уже предупредил, что есть опасность получить «козла», поэтому она должна отбирать пробы каждые пятнадцать минут, пока время желирования пробы не станет меньше минуты. Таймеры в то время не были распространены, и предусмотрительная девушка принесла из дома большой обычный будильник с двумя колокольчиками, сигнал которого мог поднять с постели любого. Во второй половине дня она запустила конденсацию, поставила будильник на пятнадцать минут и начала читать роман Дюма. Именно в тот момент, когда зазвонил будильник, в лабораторию вошел шеф и, услышав будильник, спросил: «Голубушка, ты боишься проспать конец рабочего дня?»

На заре компьютеризации

Хроматографы широко используют в лабораторной практике, они позволяют разделить смесь веществ на отдельные компоненты. Раньше в результате анализа из самописца медленно выползала лента, на которой были нарисованы чередующиеся пики разной величины. Если соединения в смеси оказывались близкими по составу, то площадь пиков соответствовала количественному соотношению компонентов. Определить площадь пиков было не так просто. Химики, разложив ленту на столе и вооружившись карандашом с линейкой, измеряли высоту пиков, а затем ее умножали на ширину пика на половине высоты. Другие терпеливо вырезали ножницами сами пики и затем эти бумажные кусочки взвешивали на аналитических весах.

Наступала эпоха полупроводниковых компьютеров, и уже можно было раздобыть некоторые электронные узлы. Один молодой энергичный химик вместе с толковым физиком сумели собрать простенький блок, который обсчитывал информацию, поступающую на самописец, то есть вычислял площади пиков. На выходе этой установки они поставили маленький матричный принтер с узкой бумажной лентой, используемый в магазинах. В итоге из принтера с треском выползал кусочек бумаги, напоминающий кассовый чек, на котором столбиком были напечатаны площади пиков. Проведя успешное испытание, наш рационализатор с гордостью понес первый такой кусочек бумаги шефу, ожидая восторгов и похвал. Реакция шефа была краткой: «Не хватает фразы “Спасибо за покупку!”»

Война и мир

Способный и толковый научный сотрудник выполнил хорошую физико-химическую работу и стал готовиться к защите кандидатской диссертации. Когда все было готово к защите, произошло неприятное событие. Времена были трудные, и, чтобы прокормить семью, этот сотрудник устроился на дополнительную работу ночным сторожем. Каким-то образом это стало известно в институте. Проблема в том, что с дополнительного заработка он не платил партийные взносы. Это был неизмеримо больший грех, чем прогул, грубое нарушение техники безопасности или подтасовка экспериментальных результатов. Защиту отменили из-за «сомнительного морального облика» диссертанта. Постепенно времена смягчились, и защиту разрешили.

Интересная деталь состояла в том, что диссертанта звали Лев Николаевич. Его имя много раз повторяли во время защиты при чтении различных официальных документов. Этим воспользовался председатель диссертационного совета. В заключительной речи он сказал: «Все мы хорошо знаем Льва Николаевича. Практически у нас на глазах прошли его научные “Детство, отрочество, юность”. Был трудный период, который можно было бы назвать «Война и мир». Сегодня у Льва Николаевича истинное «Воскресение». Пожелаем, чтобы дальнейшая научная судьба Льва Николаевича была светлой и спокойной, как Ясная Поляна».

Главное – хорошо пометить

Международная научная конференция у нас в стране всегда была особым событием. Создавались рабочие группы, в том числе группа регистрации. На основе присланных заявок она составляет списки участников. Каждый прибывший подходит к регистраторам и, назвав фамилию, получает материалы конференции. В них входят сборник тезисов докладов, программа конференции, приглашения на экскурсии, иногда значок с эмблемой конференции и обязательно бедж — прозрачная пластмассовая «брошка» с булавкой, а внутрь вставлена бумажка с именем участника. Если после знакомства с тезисами вас заинтересовала какая-то работа, то вы можете найти его по беджу и обсудить работу.

Были времена, когда на международной конференции анонимно обязательно присутствовали сотрудники известного ведомства, чтобы следить за контактами советских участников с иностранцами. И вот при подготовке конференции в какой-то момент к руководителю группы регистрации подошел председатель оргкомитета, протянул ему список и сказал:

— Это восемь участников из «того» ведомства, приготовь для них все материалы и беджи с фамилиями, а я потом заберу и передам им.

Удивленный руководитель группы спросил:

— Неужели они вам сообщили свои фамилии?

— Конечно, нет. В этом списке указаны имена и фамилии моих ближайших родственников. Таким образом, я их помечу и смогу вычислить.

Учите языки

В прежние времена научные сотрудники разговорный английский язык практически не знали, да и не очень он был нужен. Тем не менее возможность

поехать на международную конференцию изредка появлялась. Молодому кандидату наук по фамилии Гуревич представился случай поехать на конференцию по полимерам в Прагу. Пройдя собеседование в райкоме и получив визу, он стал интенсивно репетировать свой доклад на английском языке и одновременно показывать слайды на домашнем проекторе для диапозитивов (в пластмассовых рамочках 5х5 см).

Прибыв на конференцию, он зарегистрировался и при регистрации получил карточку — направление в соседний ресторан, где кормили участников за счет оргвзноса. Гуревич решил позавтракать, вошел в ресторан и сел за пустующий столик. Тут он со страхом увидел, что к нему направляется какой-то иностранец, и, стало быть, общение на иностранном языке неизбежно. Иностранец подошел, вежливо наклонил голову и сказал: «Бон аппети!» Гуревич с перепугу решил, что ему представились, встал и, поклонившись, сказал: «Гуревич». Прошло утреннее заседание конференции, и за обедом все повторились, что немного удивило Гуревича. Решив, что иностранец плохо слышит, он постарался произнести свою фамилию как можно отчетливей. На вечернем заседании он поделился своим недоумением с соотечественником: «Какой-то иностранец перед едой мне все время представляется, его зовут Бон Аппети». Коллега расхохотался: «Ты что, со страху не понял, что по-французски это — приятного аппетита?»

Герой нашего рассказа решил за ужином исправить свою оплошность, дождался, когда француз сел за столик, подошел и, поклонившись, сказал: «Бон аппети», француз привстал и, роскошно грассируя, произнес: «Гуревич».

Исторический курьез

Во время работы в ИНЭОСе РАН моим руководителем был профессор А.А.Жданов — великолепный ученый и яркий человек. Однажды я сказал ему, что пишу научно-популярную статью об истории фотографии. Жданов сразу спросил:

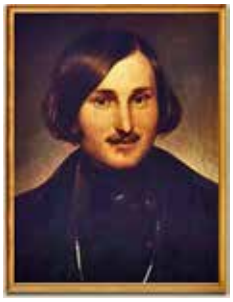
— А с чего фотография началась?

— С дагеротипов.

— Правильно. Всю химию процесса ты, конечно, опишешь, но статья получится скучной. Знаю историю, которая сможет оживить твою статью.

При имени Николай Васильевич Гоголь сразу вспоминается лицо с живыми хитроватыми глазами, острым носом и длинными волосами... ну, словом, с пробором слева. Может быть, все-таки справа? Нет, конечно, слева — посмотрите на портреты Гоголя кисти Моллера или Иванова

Групповой дагеротип. Н.В.Гоголь среди русских художников в Риме (1845)



Н.В.Гоголь. Портрет работы А.Иванова (1840)

Н.В.Гоголь. Портрет работы Ф.А.Моллера (1841)

Портрет Н.В.Гоголя, выкадрированный из группового дагеротипа

А у Репина на гравюре Матэ, например, или на картине «Гоголь сжигает второй том “Мертвых душ”» (1909) — пробор на правой стороне. Вряд ли Гоголь причесывался и так, и эдак. Ведь мужчины консервативны в прическах, да и волосы обычно сами лежат только в одну сторону.

Н.В.Гоголь. Гравюра В.В.Матэ с портрета работы Репина (1878)

Секрет в том, что Иванов и Моллер видели Гоголя и писали его с натуры. Соответственно — писали правильно. А Репин и другие пользовались уже дагеротипом — ведь ему было всего восемь лет, когда умер Гоголь. Николай Васильевич, пожалуй, единственный из русских писателей-классиков начала прошлого века, успевший дожить до появления дагеротипии.

На обычной фотографии, если она правильно сделана, не может быть все наоборот. Но во времена Гоголя были известны только дагеротипы, а на них изображение получается в зеркальном отражении, как на негативе. Посмотрите на известную групповую дагеротипию, где изображен Гоголь в кругу русских художников в Риме, и вы увидите Гоголя «наоборот» — с правосторонним пробором. Художники— современники Репина про это обстоятельство забыли (или не знали), поскольку уже существовали и обычные снимки на фотобумаге. В результате они изобразили Гоголя как на дагеротипе, полагая, что прежние художники могли что-то нафантазировать, а «фотография не лжет». То есть все прижизненные портреты Гоголя — левые, а посмертные в некоторых случаях — правые. Как оптические стереоизомеры.

Светлая и темная стороны кофе

Кандидат химических наук
А.И.Курамшин

ЧТО МЫ ПЬЕМ

Кофе — пожалуй, единственный безалкогольный напиток, репутация которого неоднозначна и противоречива. Кто-то считает, что питие кофе — предосудительное удовольствие с оттенком вины, своего рода зависимость, для кого-то кофе просто эликсир, спасающий жизнь и здоровье. Кто же прав в этом споре? Как это часто бывает, правы обе стороны.

Пить или не пить?

Многие думают, что кофе вреден, что привычка к этому напитку не сулит ничего хорошего и хорошо бы навсегда отказаться от бодрящего зелья. Это совершенно лишнее — эпидемиологические исследования говорят, что со здоровьем людей, годами и десятилетиями потребляющих кофе, все не так уж и плохо. Более того, для человека, выпивающего одну-две чашечки кофе в день, существенно понижен риск заболевания различными формами рака, включая рак печени и рак прямой кишки. В 2008 году группа исследователей из Медицинской школы Гарварда и Университета Мадрида обработала данные двух главных эпидемиологических исследований США, в которых за состоянием здоровья 125 000 человек наблюдали в течение двух десятилетий («Annals of Internal Medicine», 2008, 148, 12, 904—914; doi: 10.7326/0003-4819-148-12-200806170-00003). Результаты показали, что регулярное потребление кофе не повышает смертность. А если учитывать такие факторы риска, как курение, ожирение и хронические заболевания, можно даже сделать вывод, что у любителей кофе риск развития сердечно-сосудистых заболеваний понижен.

Есть свидетельства в пользу того, что кофе, снижая содержание мочевой кислоты и ее солей уратов в крови, препятствует развитию подагрического артрита («Arthritis Care&Research», 2007, 57, 5, 816—821; doi 10.1002/art.22762) и появлению желчных камней (JAMA, 1999, 281, 22, 2106—2112; doi:10.1001/jama.281.22.2106). Предполагается также, что регулярное потребление кофе уменьшает шанс заболеть диабетом второго типа («Diabetes Care», 2006, 29, 2, 398—403; doi: 10.2337/diacare.29.02.06.dc05-1512).

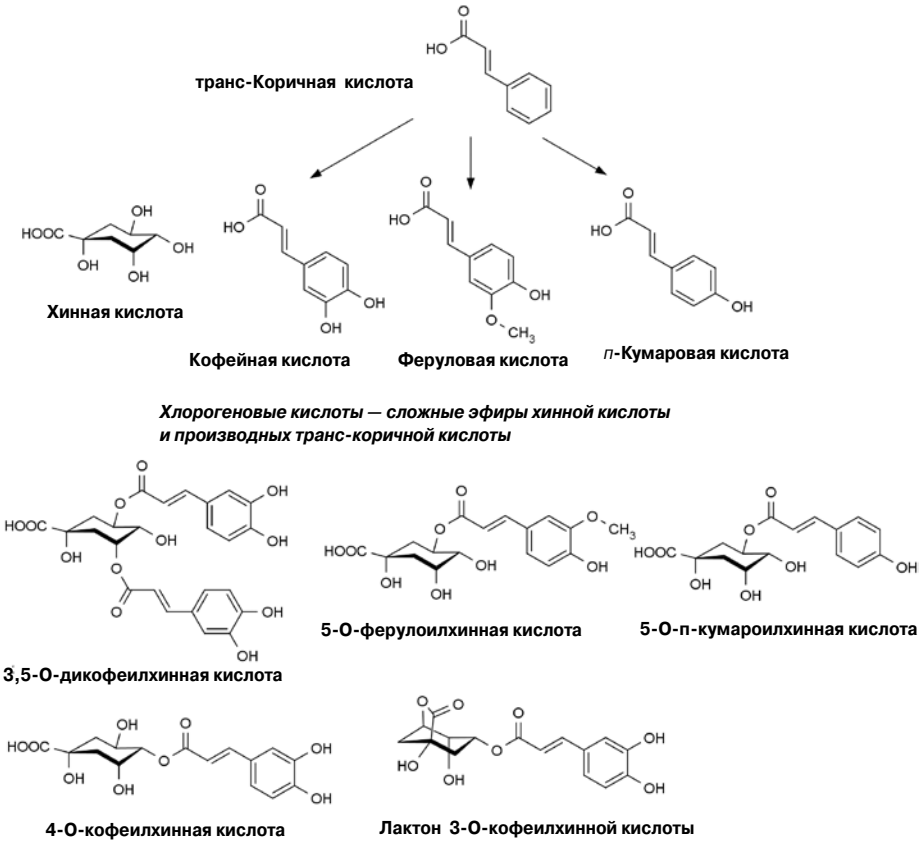
В новостях по теме «Здоровье», что ни день, появляются сообщения о полезных свойствах того или иного продукта, который обязательно нужно потреблять, чтобы понизить шанс заболевания всеми мыслимыми недугами, включая рак. Сначала диетологи всех стран рекомендовали нам овощи и ягоды, потом очередь дошла до красного вина, шоколада, и вот наконец-то на роль всеобщего спасителя назначен кофе. Нам так часто рассказывают про кофейные антиоксиданты, которые смело сражаются со свободными радикалами, что словосочетание «полифенольные антиоксиданты» выучили даже далекие от химии люди. Не отстают и маркетологи: «Уникальное сочетание обжаренных и необжаренных зеленых кофейных зерен дарит вам пользу природных полифенольных антиоксидантов, помогающих защитить клетки вашего тела от ежедневных повреждений». Так ли это?

Действительно, кофе — один из самых важных источников полифенолов в нашей пище. Теоретически кофе может значительно пополнить организм антиоксидантами, опять же теоретически контролирующими содержание свободных радикалов. Увы, не все так просто, и защитные функции любого источника полифенолов, обладающих антиоксидантными свойствами — и кофе, и шоколада, и красного вина, и ягод, — не сводятся к простому соперничеству между свободными радикалами и антиоксидантами.

Горькие, но полезные

Кофе содержит огромное количество химических веществ, одних вкусоароматических соединений не менее тысячи. Пальма первенства среди полифенольных антиоксидантов кофе принадлежит хлорогеновым кислотам, на которые приходится до 12% от сухой биомассы зеленых необжаренных кофейных зерен. Хлорогеновые кислоты придают кофе горький вкус, а иногда бывают причиной кислотного рефлюкса (отрыжки).

При вызревании кофейных зерен хлорогеновые кислоты образуются в результате этерификации гидроксильных групп хинной кислоты производными транс-коричной кислоты (главным образом кофейной, феруловой и *п*-кумаровой кислотами). Продукты этерификации называются кофеилхинной, феруолилхинной и *п*-кумароилхинной кислотами соответственно. Иногда «хлорогеновой



Антиоксиданты кофе — хлорогеновые кислоты образуются при взаимодействии производных коричной кислоты с хинной кислотой

кислотой» называют только изомеры кофеилхинной.

Обработка кофейных зерен и их заваривание понижают содержание хлорогеновых кислот. При высокотемпературной обжарке кофе протекает множество химических реакций, в результате до половины хлорогеновых кислот, содержащихся в зеленых зернах, разрушается. Оставшиеся могут гидролизоваться до свободных производных коричной кислоты уже в процессе заваривания, но может произойти и дегидратация хлорогеновых кислот с образованием их лактонов, также отличающихся горьким вкусом. Определенное количество хлорогеновых кислот при обжаривании кофе вступает в реакцию Майяра, образуя коричневые и очень горькие полимерные антиоксиданты — меланоидины. Кроме того, реакция Майяра, протекающая между белками и сахарами в составе кофейных зерен, приводит к образованию сотен важнейших вкусоароматических соединений, важных для формирования кофейного букета. К этим веществам можно отнести фураны, которые придают напитку сладкий карамельный аромат, и пиразины, присутствие которых отвечает за более сложные цветочные ноты.

Из-за химических процессов, протекающих при обжарке кофе и заваривании, содержание хлорогеновых кислот в чашке может колебаться в очень широких пределах — от 20 до 675 мг (речь, конечно, о стандартной чашке кофе). В средней чашке чая 20—60 мг хлорогеновых кислот. Точное количество зависит не только от времени и температуры обжарки и способа приготовления напитка, но и от сорта кофе. Например, в арабике меньше хлорогеновых кислот, чем в робусте. Кофе без кофеина по содержанию фенольных антиоксидантов не отличается от обычного, в нем их может быть даже больше из-за концентрирования в процессе декофеинизации.

Из кофе в кровь

Хлорогеновые кислоты всасываются в тонком и толстом кишечнике и попадают в систему кровообращения в виде сульфатированных, метилированных и глюкуронидированных метаболитов. Последние представляют собой соединения с глюкуроновой кислотой — таким способом чужие для человеческого метаболизма соединения обычно модифицируются в печени для последующего вывода их из организма через почки.

Толстый кишечник играет важную роль в обогащении нашей крови хлорогеновыми кислотами. У людей, подвергшихся илеостомии (удалению толстой кишки), в тонком кишечнике абсорбируется лишь 30% хлорогеновых кислот. Это означает, что у здоровых людей толстого кишечника должно достигать 70% полифенольных антиоксидантов кофе («Nutrients», 2010, 2, 8, 820—833; doi: 10.3390/nu2080820). Изучение образцов мочи с помощью хромато-масс-спектрометрии показало, что у здоровых людей с мочой выводится до 30% поступающих в организм хлорогеновых кислот, в то время как у людей, подвергшихся илеостомии, — всего лишь 8%. Все это позволяет говорить о том, что в толстом кишечнике в кровеносную систему всасывается больше хлорогеновых кислот, чем в тонком. Предполагается, что в тонком кишечнике от хлорогеновых кислот отщепляется хинная кислота, при этом высвобождаются кофеиновая и феруловая кислоты, которые далее либо образуют глюконуриды, либо этерифицируются с образованием сульфатов. В толстом кишечнике хлорогеновые кислоты могут всасываться в виде сульфатов, но более значительная их часть расщепляется кишечной флорой до свободных кофейной, *п*-кумариновой и феруловой кислот. Считается, что эти соединения работают как пребиотики, активирующие жизнедеятельность кишечных бактерий.

В последнее время появляется все больше свидетельств в пользу того, что продукты превращения хлорогеновых кислот в кишечнике обеспечивают биологическую доступность флавоноидов и других полифенольных антиоксидантов, источником которых может быть не только кофе, но и другие напитки, а также овощи и фрукты. Исследования *in vitro* показывают, что образующиеся в кишечнике производные коричной кислоты проявляют противовоспалительную активность и могут защищать нервные клетки от окислительного повреждения. Предполагается, что именно некоторые из производных коричных кислот предотвращают развитие диабета второго типа у тех, кто регулярно потребляет кофе.

Как они работают?

Эксперименты *in vitro* с жировыми клетками человека (адипоцитами) показывают, что кофе в два раза повышает усвоение ими глюкозы. Можно видеть, что на уровне организма это снизит содержание глюкозы в крови. До конца не понятно, какие компоненты кофе отвечают за этот эффект. Как утверждает автор многочисленных исследований, посвященных различным аспектам влияния кофе на здоровье, И-Фан Чу, это точно не кофеин. С хлорогеновыми кислотами тоже не все просто — их концентрации в растворах, применяющихся в экспериментах, как правило, не коррелируют с активностью клеток. Почему исследователям хочется найти в кофе вещество или вещества, регулирующие усвоение глюкозы, и узнать, взаимодействуют ли они с рецепторами инсулина, — излишне объяснять («Food Chemistry», 2011, 124, 3, 914—920; doi: 10.1016/j.foodchem.2010.07.019).

Чу установил, опять же in vitro, что как обжаренный, так и зеленый кофе защищают нервные клетки от окислительного стресса, вызванного пероксидом водо-

рода. Предполагается, что нейпропротекторные свойства кофе обусловлены липофильными антиоксидантами, например лактонами хлорогеновых кислот. Обжаренный кофе эффективнее зеленого, что и неудивительно: его липофильная антиоксидантная активность в 30 раз выше. О липофильности речь идет потому, что мозг считается липофильным органом, так что водорастворимые вещества должны быть менее эффективными. Для окончательной идентификации ключевых нейропротекторов в составе кофе опять-таки требуются дополнительные исследования.

Исследователи из группы Чу также изучили противовоспалительное действие кофе на клетки в культуре. Интересно, что чистые образцы хлорогеновых кислот действовали слабее, чем «цельный» кофе.

Все знают, что кофеин улучшает память и ускоряет обработку информации мозгом. Кофеин связывается с рецептором аденозина — вещества, которое помимо прочего участвует в стимуляции сна и подавлении бодрости. Кофеин — неселективный антагонист аденозиновых рецепторов A_1 и A_{2A}, расположенных в сердце и мозге, иными словами, его эффект прямо противоположен эффекту аденозина — он оказывает на организм стимулирующее действие.

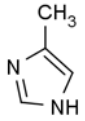
Есть предположение, что кофеин может облегчать состояние людей, страдающих синдромом Альцгеймера. Сущность гипотезы в том, что блокировка рецепторов A_{2A} ослабляет повреждения, которые вызываются бета-амилоидными белками. Действительно, добавление кофеина в рацион мышей, генетически модифицированных таким образом, чтобы у них развивался аналог болезни Альцгеймера, снижает в организме животных содержание бета-амилоидов («Neuroscience», 2006, 142, 4, 941—952; doi: /10.1016/j.neuroscience.2006.07.021). У людей четкой связи между потреблением кофеина и развитием болезни Альцгеймера обнаружить не удалось. Однако исследование, которое провел Марью Эскелинен из Университета Восточной Финляндии с коллегами — в течение 20 лет они наблюдали 1409 людей с различным уровнем потребления кофе, — с осторожностью позволяет говорить о том, что 3—5 чашечек кофе в день снижают риск развития болезни Альцгеймера и других форм старческого слабоумия («Journal of Alzheimer's Disease», 2009, 16, 1, 85—91, doi: 10.3233/JAD-2009-0920).

В ходе другого исследования более 7000 людей старше 65 лет, проживавших в Бордо, Дижоне и Монпелье, опросили на предмет потребления чая и кофе, а также с помощью обычных приемов оценили их когнитивные способности. Для женщин удалось выявить зависимость между регулярностью потребления напитков с кофеином и более медленным угасанием разума. Любопытно, что для мужчин такая связь не обнаружена («Neurology», 2007, 7, 69, 6, 536—545; doi: 10.1212/01.wnl.0000266670.35219.0c).

Ложка дегтя в чашке кофе

Как и в любом блюде или напитке, в кофе тоже есть вредные вещества, и речь не о кофеине. 4-метилимилдазол — вещество, внесенное в список потенциальных канцерогенов. Это вещество применяется в качестве сырья для промышленного получения многих продуктов — химикатов сельскохозяйственного назначения, красителей и эластомеров. К сожалению, оно может образовываться в пищевых продуктах в результате реакции Майяра, особенно в тех, которые обладают карамельным ароматом и привкусом («Journal of Agricultural and Food Chemistry», 2011, 59, 2, 615—618; doi: 10.1021/jf104098a). Содержание 4-метилимидазола в кофе и напитках вроде кока-колы или пепси-колы примерно одинаково, в кофе его даже меньше.

Строго говоря, опасность 4-метилимидазола, о которой после его обнаружения в коле много волновались и СМИ, и соцсети, преувеличена. В исследовании, благодаря которому он попал в список канцерогенов, рак развивался у подопытных мышей, которым ежедневно скармливали 170 мг этого вещества на килограмм живого веса на протяжении двух лет. Человек весом 60 килограммов, ежедневно выпивающий шесть чашечек кофе по 100 мл (а больше



4-метилимидазол

не рекомендуется из-за опасности передозировки кофеина), принимает внутрь 4 мкг 4-метилимидазола на килограмм веса, что практически безопасно (если оценивать опасность со стороны именно этого вещества). Даже если человек пьет очень много кофе и запивает его стаканами карамельсодержащих газировок, главной опасностью для здоровья такого человека останется не 4-метилимидазол, а переизбыток кофеина и сахара.

Другой компонент кофе с дурной репутацией, также канцерогенный и тоже продукт реакции Майяра — это акриламид (CH_2=CH–C(O)NH_2). Водорастворимый акриламид образуется при обжарке зерен, но чем сильнее прожарен кофе, тем меньше в нем акриламида. Сорт кофе тоже важен — в одинаковых условиях обжарки робуста дает вдвое больше акриламида в сравнении с арабикой. Так или иначе пять чашечек эспрессо из робусты средней обжарки содержат всего 4—7 мкг акриламида, и при таком потреблении опасным будет не акриламид, а кофеин.

Так что с кофеином? Из организма взрослого здорового человека он выводится за 5 часов, однако в ряде случаев (женщины, принимающие гормональные противозачаточные средства, беременные, дети и люди с нарушением функции печени) может оставаться в организме до 30 часов. Людям из групп риска, перечисленных выше, медики не рекомендуют потреблять более 200 мг кофеина. Понятно, что людям с сердечно-сосудистыми заболеваниями его могут и вовсе запретить. Считается, что в чашке (225 мл) растворимого кофе содержится 60—85 мг кофеина, а в чашке эспрессо (28 мл) его содержание колеблется в пределах 30—50 мг.

Однако более детальные исследования показывают, что это упрощенный подход — кофе разных сортов и разных торговых сетей может существенно различаться по концентрации кофеина. Алан Крозье из Университета Глазго и его соавторы анализировали порции эспрессо (кофейные чашки объемом от 23 до 70 мл), купленные в кофейнях и недорогих ресторанах, которые находились в шаговой доступности от места работы, методом высокоэффективной жидкостной хроматографии и обнаружили, что в различных порциях содержание кофеина может различаться в шесть раз — от 51 до 322 мг. Выпив одну-две порции богатого кофеином эспрессо, человек рискует получить дозу, опасную для здоровья («Food & Function», 2012, 3, 30—33; doi: 10.1039/C1FO10240K; «Food & Function», 2014, 5, 1718—1726; doi: 10.1039/C4FO00290C).

В этой статье удалось рассказать про пользу и вред кофе далеко не все — ведь нельзя объять необъятное. Можно было бы упомянуть и о том, что молоко или сливки, добавленные в кофе, понижают активность кофейных антиоксидантов, а пена капучино затрудняет их усвоение организмом. Но лучше оставим кофе часть его магии, ведь независимо от результатов научных исследований люди не перестанут его пить. Считать ли нам кофе ядом или целебным снадобьем — решено до нас, снадобье от яда отличается только дозой. А посему пейте кофе, наслаждайтесь им, однако не забывайте о вреде излишеств и пользе умеренности.

Листья в клетке

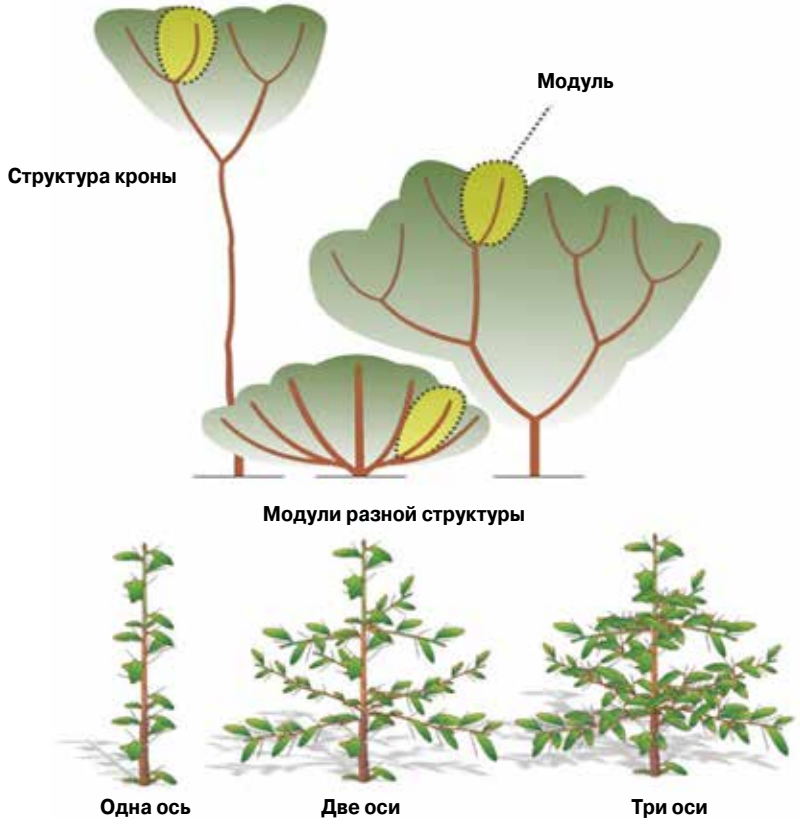
Н.Анина

Нелегка жизнь растений в окружении травоядных, особенно крупных млекопитающих. А если они еще стадами ходят… Впрочем, спасение есть. Растения располагают разнообразными методами химической защиты: токсинами, веществами, замедляющими пищеварение или просто отвратительными на вкус. Мелкие листочки, которые приходится ощипывать с веток один за другим, тоже не добавляют растению привлекательности — слишком много времени придется потратить, чтобы насытиться. Травоядные предпочитают легкодоступные источники зелени. А еще у растений есть колючки. Именно о них специалисты, исследующие механические средства защиты растений, думают в первую очередь, и лишь недавно они сообразили, что сама структура кроны куста или дерева тоже может защитить. Спутанные ветки мешают крупным травоядным дотянуться до листьев, расположенных в глубине кроны.

Впервые эту идею высказал в начале XXI века профессор Кейптаунского университета Уильям Бонд. Он и его коллеги предположили, что плотная, запутанная крона некоторых новозеландских деревьев возникла для защиты от травоядных птиц моа, а на Мадагаскаре деревья так оборонялись от слоновой птицы. Эти громадины вымерли, а кроны остались и помогают деревьям спасаться от страусов и эму, которые тоже не прочь пощипать листья. И не только птиц, но и млекопитающих можно таким образом отвадить. Например, акация кару, растущая в переполненной травоядными африканской саванне, имеет густую, плоскую и широкую крону из множества ветвящихся побегов. Такая крона образует своего рода клетку, которая, по мнению исследователей, делает листья менее доступными для травоядных («Oikos», 2003, 102, 3—14, doi: 10.1034/j.1600-0706.2003.12181.x). Почему же не все деревья в саванне формируют клетки? А потому, что за малую съедобность приходится расплачиваться высокой горючестью. Профессор Бонд с коллегами исследовал устойчивость девяти видов африканских акаций к пожарам и травоядным. Оказалось, что у саженцев малосъедобных видов толстая кора, относительно мало крахмала и крона-клетка. Такие деревца хорошо горят. А виды, устойчивые к огню, удобно и приятно есть, потому что у них тонкая кора, относительно рыхлая крона и большие запасы крахмала («Ecology Letters», 2012, 15, 673—679, doi: 10.1111/j.1461-0248.2012.01784.x).

Гипотеза о кроне-клетке выглядит убедительно, однако требует экспериментальных доказательств. Именно этим и решили заняться исследователи из Франции и Южной Африки («Functional Ecology», 2017, doi: 10.1111/1365-2435.12876). И сразу столкнулись с проблемой: как описывать структуру кроны? Плотность ветвей — один из признаков клетки — в качестве критерия не подходит. Это очень изменчивый показатель, зависимый от многих факторов: возраста дерева, положения кроны, перенесенных пожаров, доступности света и воды и других обстоятельств. Так что сравнивать растения по этому признаку нельзя, для описания структуры кроны нужны другие критерии.

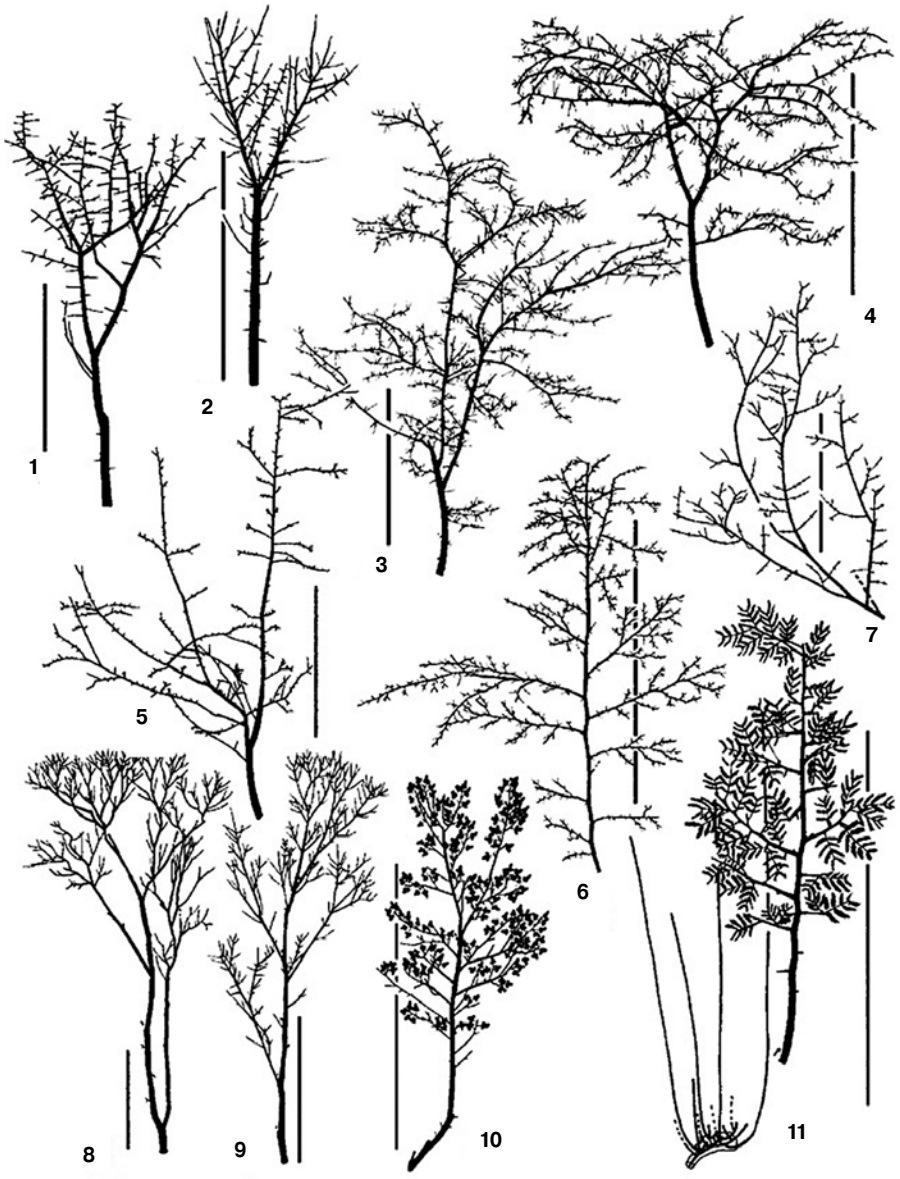
Крона любого дерева структурирована, она состоит из повторяющихся модулей, а каждый модуль — из разнокачественных ветвей (рис. 1). В основе модуля — главная ветка, ось первой категории. На этой оси располагаются другие побеги: толстые многолетние ветви, веточки потоньше, короткие однолетние побеги. Эти разнокачественные ветки исследователи



1
Крона дерева состоит из повторяющихся модулей, а модули — из разнокачественных осей

называют осями разных категорий и подчеркивают, что категория оси не равнозначна знакомому нам со школы порядку ветвления, при котором главный побег, разветвляясь, формирует боковые побеги второго порядка, а те, в свою очередь, побеги третьего порядка и так далее. Оси разных категорий различаются направлением роста, возрастом, формой, наличием шипов. Так, ось первой категории на рис. 1 направлена вертикально вверх, коническая и шипастая; ось второй категории растет горизонтально, шипастая и цилиндрическая; ось третьей категории, цилиндрическая и с шипами, направлена вверх под углом. При этом короткие молодые побеги (оси третьей категории) могут отходить и от толстых ветвей (осей второй категории), и от основной ветки (оси первой категории). Количество осей ветвления у лиственных деревьев достигает четырех, у хвойных — шести.

Чтобы образовать настоящую клетку, ветви должны быть или очень густыми, или различаться по длине. Модуль состоит из разнокачественных ветвей, а повторение модулей создает густоту. Число осей обусловлено генетически, это постоянный количественный признак, по которому вид достаточно охарактеризовать единственный раз.



2

Саженцы 11 видов растений с разной структурой кроны, отданные козлам на съедение: 1. Gymnosporia harveyana; 2. Gymnosporia maranguensis; 3. Acacia nilotica; 4. Acacia robusta; 5. Elaeodendron transvaalense; 6. Ziziphus mucronata; 7. Scutia myrtina; 8. Euclea racemosa; 9. Euclea divinorum; 10. Rhus pentheri; 11. Dichrostachys cinerea. Вертикальная черта — высота 1 м

ДНЕВНИК НАБЛЮДЕНИЙ

А вот число и взаимное расположение модулей зависят от возраста растения. Исследователи учли количество осей в модуле, направление их роста (горизонтально, вверх или наклонно) и режим ветвления, длину междоузлий, наличие и расположение шипов. На основании этих данных для каждого вида рассчитали его вклад в структурную защиту (investment in structural defences — ISD). Этот показатель и стал основной характеристикой кроны. Чем он выше, тем сильнее у вида развита «клеточность».

Ученые предположили, что скорость поедания растений зависит от ISD, и для проверки этой гипотезы им понадобилось экспериментальное животное. Африканская саванна полна травоядных, там бродят антилопы многих видов, зебры, жирафы, слоны и даже черные носороги. Но использовать диких животных в контролируемых экспериментах трудно, и для этой цели обычно привлекают козлов. Они такого же размера, как антилопы средней величины: импалы, дукеры или бушбоки. Более крупные животные, такие как антилопа куду, для этих экспериментов не подходят, потому что могут просто перекусить ветку молодого деревца.

Прежде всего нужно было выяснить, какие листья козлам нравятся, а какие нет. Двадцати голодным животным предложили образцы двадцати пяти самых распространенных в саванне видов деревьев и кустарников. После дегустации ученые исключили шесть наименее привлекательных видов, а из оставшихся выбрали одиннадцать с контрастной архитектурой кроны (рис. 2).

Теперь можно было приступать к экспериментам. Их было два. В первом животным предлагали одиночные ветви растений высотой около метра. Ветку втыкали в землю посреди небольшого загончика и запускали туда случайно выбранного козла, которому давали откусить 50 раз. Затем козла заменяли на другого, который тоже кусал 50 раз. Всего ветку пробовало четверо животных. Так протестировали пять веток, взятых с пяти разных деревьев

3
До и после 200 укусов.
Вверху — Euclea divinorum обглодана дочиста.
Внизу — крона Ziziphus mucronata защищает его листья.
Слева — участник эксперимента

одного вида, и определили для каждого вида среднюю скорость кусания. К сожалению, ученые не описали подробно процедуру замены козла. Страшно представить, как голодное травоядное отрывают от кормежки и выволакивают из загона.

Во втором эксперименте животным предлагали не отдельные ветки, а невысокие, около метра саженцы, с которых предварительно удалили все периферийные листья. Поэтому козлам были доступны только листья, растущие внутри кроны и ею защищенные. Скорость кусания зависит и от досягаемости листьев, и от количества пищи, которое животное может запихнуть в пасть. Если за каждым листком приходится тянуться, козел кусает редко. Если удается одновременно ухватить много крупных листьев, он тоже кусает редко, потому что, прежде чем тянуться за следующей порцией, нужно прожевать то, что уже есть во рту. Поэтому исследователи определяли объем одного укуса и количество съеденной биомассы.

Сравнивая параметры обгладывания отдельной ветки и саженца того же вида, можно определить, насколько дерево защищено клеткой. Листья шести растений (на рисунке это 1, 2, 3, 6, 7 и 11) явно находились под защитой кроны. Козы ели листья внутри кроны медленнее, чем обгладывали изолированные ветви, и с меньшей эффективностью. У остальных видов козлы объедали крону саженцев эффективнее, чем отдельные ветки, потому что с незащищенной кроны можно за один раз оборвать изрядный пучок листьев. За 200 укусов саженец могли обглодать почти дочиста (рис. 3). Чем выше ISD дерева, тем труднее его обгладывать. У самых труднопоедаемых деревьев, — *Acacia nilotica* и *Ziziphus mucronata* (о нем см. «Химию и жизнь», 2017, 7) — модуль состоит из осей трех категорий и есть шипы, поэтому крона у них очень запутанная и колючая. У более доступных растений оси двух категорий: древесные побеги и короткоживущие веточки, которые через год опадают и не могут защитить внутреннюю часть кроны от травоядных.

Как показало наблюдение, козлы медленно обгладывают деревья с кроной-клеткой, потому что им трудно дотянуться до внутренних листьев. Делая это, они часто прижимают уши и закрывают глаза.

Исследователям удалось доказать, что структура кроны влияет на скорость ее уничтожения и может защитить дерево. Чем доступнее и питательнее растение, тем быстрее наедается травоядное. Слишком долго пастись невыгодно. Во-первых, на это уходит слишком много энергии. Во-вторых, питание идет в ущерб другим занятиям, в том числе размножению и наблюдению за хищниками. Поэтому животные при возможности выбирают самые удобные для поедания растения.

Чтобы насытиться, козам нужно съесть 2,5% от массы тела. Если растения доступны и питательны, им достаточно для этого двух часов в день. Если крона имеет структуру клетки, козлы наедаются за 4 — 10 часов. Это неудовлетворительный результат, они такое растение бросят и уйдут к другому, если будет возможность, конечно.

Исследователи отмечают, что эффект клетки работает только в центре кроны и, следовательно, имеет сезонное значение. В начале года животные объедают молодые побеги и почки на периферии кроны, а к концу сухого сезона листья остаются только в середине.

Если сравнивать структуру кроны-клетки у разных деревьев, наилучшим защитным эффектом обладают колючки. Это, пожалуй, наиболее важный фактор, замедляющий поедание. Но одних колючек недостаточно, максимальную защиту дает весь комплекс мер: прочные многолетние ветви и оси разных категорий. Это дорогое удовольствие, и кроны-клетки встречаются только в саванне, где много солнца, в затененных африканских лесах их нет. Там деревья не могут себе позволить такие энергетические траты.

Однако и в саванне жизнь растений не безоблачна. Деревьям нужно несколько лет, чтобы сформировать прочную клетку, а до того они крайне уязвимы. Как они при этом выживают и как справляются в саванне другие растения, которые не образуют клетку, еще предстоит выяснить.

издательство МАНН, ИВАНОВ И ФЕРБЕР

КНИГИ

Джон Чад
Вулканы.
Манн, Иванов и Фербер
2017
Перевод с английского :
Мария Скаф
Серия «Научный комикс»

В основе книги лежит история о жизни человечества после наступления нового ледникового периода. В центре событий — девочка Аврора, которая находит несколько книг о вулканах и верит, что они могут спасти всех от холода и замерзания. Присоединяйтесь к Авроре, чтобы узнать, как устроены вулканы!

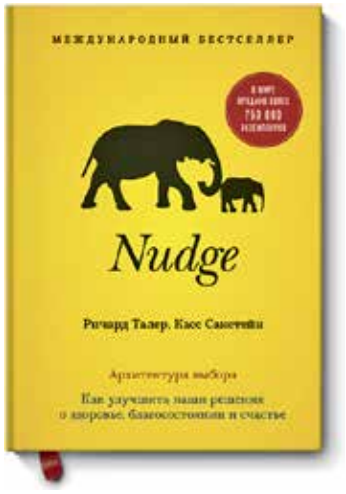
Бо Лотто
Преломление.
Наука видеть иначе
Манн, Иванов и Фербер
2017
Перевод с английского:
Татьяна Землеруб

Бо Лотто, нейробиолог с мировым именем, рассматривает принципы и противоречия работы мозга по восприятию. Он утверждает, что наши органы чувств, призванные помочь нам познать окружающий мир, в то же время не позволяют воспринимать его объективно. Когда вы открываете глаза, видите ли вы мир таким, каков он есть на самом деле? Видим ли мы реальность?

Дэниел Левитин
Путеводитель по лжи.
Критическое мышление
в эпоху постправды
Манн, Иванов и Фербер
2017
Перевод с английского:
Ольга Терентьева

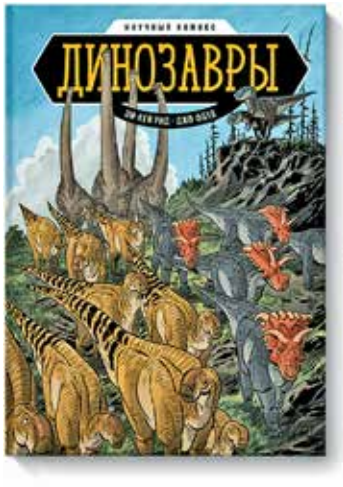
Автор показывает, как увидеть манипуляции с численными данными, как определить, что вам врут в новостях и исследованиях из серии «9 из 10 стоматологов рекомендуют». Чтобы найти истину, нужно мыслить критически. Прочитайте эту книгу, а потом посмотрите новости по телевизору. Что-то изменилось в вашем восприятии, не правда ли?
Книга выпущена при поддержке фонда «Эволюция».

Ричард Талер,
Касс Санстейн
Nudge.
Архитектура выбора
Манн, Иванов и Фербер
2017
Перевод с английского:
Екатерина Петрова



Люди принимают неправильные решения — делают неудачные инвестиции, не заботятся о природе и естественных ресурсах, питаются некачественной едой... Но многие из таких решений можно предотвратить с помощью разумной «архитектуры выбора». Книга стала международным бестселлером еще до того, как один из авторов, Ричард Талер, получил Нобелевскую премию по экономике 2017 года.

Эм-Кей Рид,
Джо Флуд
Динозавры
Манн, Иванов и Фербер
2017
Перевод с английского:
Мария Скаф
Серия «Научный комикс»



Динозавры — одна из величайших загадок истории Земли. Как они выглядели? Когда появились, из-за чего вымерли? Погрузитесь в историю и вместе с палеонтологами разберитесь в окаменелостях, слоях земной коры. Кстати, комикс рассказывает не только о динозаврах, но и о том, как работают палеонтологи и как меняется наука в последние 300 лет.

Подробности на сайте издательства
https://www.mann-ivanov-ferber.ru/science-books/

Сон кассиопеи

Для чего нужен сон? Чтобы ответить на этот вопрос необходимо выяснить, когда сон возник, как эволюционировал и какие преимущества создает. Потому так важно сравнительное изучение сна у разных групп животных, особенно таких древних, как медузы.

Сон бывает у самых разных представителей животного царства. Какое бы животное ни взялись на этот предмет исследовать, оно, оказывается, спит. Исследовали, однако, немногих. Спят позвоночные, насекомые, пауки и ракообразные, некоторые моллюски (обыкновенный прудовик *Lymnaea stagnalis*), один вид круглых червей (популярный модельный объект *Caenorhabditis elegans*) и свободноживущий плоский червь — планария *Girardia tigrina.* Судя по этим данным, сон возник не позже, чем сформировалась центральная нервная система: мозг или головной ганглий (рис. 1).

Интересно, как обстоят дела у животных, центральной нервной системы не имеющих. К ним относятся гребневики (Ctenophora) и кишечнополостные, или книдарии (Cnidaria), — кораллы, морские анемоны, гидры и медузы. У этих многоклеточных уже появились ткани и разные типы клеток, в том числе нервные и мышечные, и нейроны образовали нецентрализованные сети и кольца.

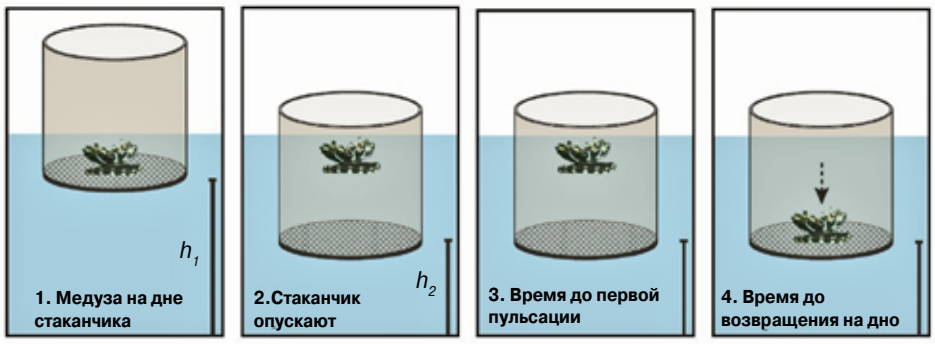
На первый взгляд кажется, что книдарии тоже спят. Некоторые мягкие кораллы ксении (Xeniidae) чередуют пульсацию щупалец с периодами отдыха. Австралийские ученые из Университета Джеймса Кука обнаружили, что представитель класса кубомедуз морская оса *Chironex fleckeri* в дневное время часами лежит на дне, вытянув свои длинные щупальца, и не шевелится. Медузу можно потормошить и вынудить всплыть, но она почти сразу опускается на дно. Есть сообщения о схожем поведении двух других кубомедуз: *Copula sivickisi* подолгу отдыхает днем, прикрепившись к камням или кораллам, *Tripedalia cystophora*, напротив, плавает днем, а значительную часть ночи проводит на дне лагун («Current Biology», 2017, 27, R1060—R1080, doi:10.1016/j.cub.2017.08.024).

1
Упрощенное и сокращенное филогенетическое древо животных. Представителей этого царства можно разделить на три уровня: 1 — животные; 2 — животные, имеющие нервную систему; 3 — животные с централизованной нервной системой

Эти наблюдения, однако, не означают, что медузы и кораллы действительно спят, поскольку нельзя всякое регулярное длительное пребывание в покое считать сном. Животные, которые выглядят спящими, могут на самом деле бодрствовать. Например, бурогорлые ленивцы *Bradypus variegatus* подолгу неподвижно висят на ветке с закрытыми глазами, но не спят. С другой стороны, спящие нередко производят впечатление бодрствующих. Кролики и многие другие травоядные в период медленного сна почивают с открытыми глазами. Жвачные при этом стоят и даже жуют. Дельфины спят то одним полушарием мозга, то другим, не прекращая движения. Страусы спят сидя, вытянув шею вверх и открыв глаза. Только в период быстрого сна они их закрывают и шею расслабляют. Птицы, которые проводят в воздухе по нескольку суток подряд, спят на крыле. В общем, ошибиться легко. Как говорил Наимудрейший из чудесного фильма «Волшебная лампа Аладдина», не про сон сказать, что это сон, — это все равно, что про сон сказать, что это не сон.

Чтобы не впасть в столь чудовищную ошибку, ученые определяют состояние сна по изменению электрической активности мозга. О том, как она меняется у млекопитающих, написаны тома. Активность и чувствительность нейронов снижена у спящих дрозофил и медоносных пчел.

Можно также протестировать животное на наличие характерных признаков сна. Прежде всего, это пониженная активность и слабая реакция на внешние раздражители, причем потревоженное животное из такого состояния быстро выходит, в отличие от паралича, зимней спячки или комы. Еще одна особенность сна — его гомеостатическая регуляция, иными словами, потребность доспать недоспанное. Эту потребность каждый хоть раз испытал на себе. Если состояние пониженной активности соответствует всем вышеперечисленным признакам, это сон. К сожалению, такую проверку не всегда возможно сделать: некоторых животных будить небезопасно. В этом случае разумно сочетать наблюдения с определением электрической активности нейронов. А иногда трудности представляет именно возня с электродами, зато удобно исследовать поведение. Именно так установили на-



2
Схема эксперимента, в котором определяют чувствительность Cassiopea к внешним раздражителям. Ночью, в период низкой активности, реакция медуз замедленна, и они опускаются на дно цилиндра не так быстро, как днем

личие сна у планарии. Так же обошлись и с медузами.

Необходимые эксперименты поставили специалисты из Калифорнийского технологического университета и Медицинского института Говарда Хьюза под руководством доцента Калтеха Леи Гоэнторо. («Current Biology», 2017, 27, 2984—2990, doi: 10.1016/j.cub.2017.08.014). Объект их исследования — *Cassiopea spp.,* медузы тропического океанского мелководья. Они замечательны тем, что не любят плавать и проводят большую часть времени, лежа на дне щупальцами кверху (см. рисунок в начале статьи). За это их называют перевернутыми медузами.

Как и у других книдарий, централизованной нервной системы у кассиопеи нет, но и диффузной ее тоже назвать нельзя. По краям купола медузы расположены сенсорные структуры ропалии, которые содержат фоточувствительные рецепторы, органы равновесия, и клетки-пейсмейкеры, задающие ритм мышечных сокращений. Кроме того, у них есть двигательная нервная сеть, обеспечивающая сокращение мышц в ответ на сигналы пейсмейкеров, и сеть нейронов, которые синтезируют нейропептиды (во всяком случае, реагируют на антитела к ним) и стимулируют сокращение щупалец («Current Biology», 2013, 23, R592—R594, doi:10.1016/j.cub.2013.03.057). Нейропептиды регулируют некоторые физиологические функции организма животных, в том числе засыпание. Нервная система кассиопей развита несколько слабее, чем у кубомедуз, однако достаточно, чтобы реагировать на свет, прикосновение и соленость, ориентироваться в толще воды и избегать хищников.

Кассиопеи непрерывно пульсируют, расслабляя и сокращая колокол. Пульсация создает поток жидкости, который помогает отфильтровывать съедобные частички, снабжает кислородом одноклеточных фотосинтезирующих симбионтов медузы, обеспечивает циркуляцию метаболитов, вымывает вредные вещества, а при необходимости и гаметы. А исследователям за этой пульсацией очень удобно наблюдать и регистрировать ее изменения.

Ученые работали со взрослыми медузами диаметром 3—6 см. Двадцать три особи разместили поодиночке в сосудах с морской водой при искусственном освещении: 12 часов света и 12 часов темноты. Для начала исследователи подсчитали количество пульсаций в первые 20 минут каждого часа и выяснили, что кассиопеи существенно активнее в светлое время. Днем их колокол сокращался примерно один раз в секунду, ночью частота пульсаций была на треть реже. Однако из этого состояния покоя они легко выходили, стоило их покормить. А вообще, чередование высокой и низкой активности не зависело от сытости животных. Медузы, которых не кормили трое суток, были активны днем и расслабленны ночью.

По ночам кассиопеи, как и положено во сне, становились менее чувствительными ко внешним стимулам. Исследователи выяснили это с помощью изящного эксперимента (рис. 2). Медузу помещали в цилиндр с сетчатым дном, а цилиндр — в толщу воды. Медуза пульсировала на дне цилиндра. Затем цилиндр резко опускали, и кассиопея оказывалась висящей в воде без опоры. Поскольку плавать кассиопея не любит, она вновь опускалась на дно. Исследователи замечали, сколько времени пройдет с того момента, как из-под медузы выдернули опору, до ее первого сокращения и до возвращения на дно. Днем проходило 2,1 сек. до первого импульса и 8,6 сек. до посадки. По ночам реакция кассиопеи была замедленна, те же действия занимали у нее 5,9 и 12 сек. соответственно. Через полминуты после того, как животное достигало дна, цилиндр снова встряхивали. Во второй раз медузы реагировали с одинаковой скоростью что днем, что ночью: если они спали, первое встряхивание их разбудило.

В третьем испытании медуз тестировали на недосып. В часы ночного отдыха воду баламутили каждые 20 мин, нарушая покой кассиопей. Их активность возрастала до дневного уровня, затем они успокаивались. В целом «недосып» составил 25% времени, и в первые четыре часа следующего дня медузы были вялыми: частота и размах пульсации снижались. Чем дольше медуз тревожили ночью, тем дольше они восстанавливались днем. Отоспавшись, они возвращались к привычной активности.

И наконец, на кассиопеях испытали действие двух веществ, вызывающих сон у позвоночных, — мелатонина и пириламина. Оба снижают активность медуз в дневное время, и чем выше концентрация, тем больше эффект. Исследователи предположили, что молекулярная машина сна у книдарий работает так же, как у других животных.

Итак, кассиопея проявила все признаки сонного поведения, и Лея Гоэнторо с коллегами впервые доказали наличие сноподобного состояния у организма с диффузной нервной системой. Это открытие отодвигает возникновение сна по крайней мере на 600 млн лет — время, отделяющее книдарий от животных с двусторонней симметрией и централизованной нервной системой.

Нельзя, конечно, исключить, что сон в ходе эволюции возникал неоднократно и мы имеем дело с конвергенцией. Однако, поскольку спят самые разные представители животного мира, ученые склоняются к предположению, что сон возник у общего предка и обеспечивает фундаментальные потребности организма. Какие, спрашивается?

Их много. Сон способствует созреванию формирующейся нервной системы, репарации клеточных повреждений, регулирует силу синаптических связей (причем одни исследователи полагают, что во сне они слабеют, другие — что усиливаются), помогает консолидации памяти и удалению токсинов из мозга (см. «Химию и жизнь», 2014, 3). Но, поскольку спят даже медузы, основная функция сна вряд ли имеет отношение к мозгу как таковому. Скорее, она обусловлена особенностями нервной системы, общими для всех животных: наличием синапсов, потенциала действия и способностью выделять нейропептиды и нейротрансмиттеры. А что это за функция — покажут дальнейшие исследования. Ведь о сне большинства таксонов животных пока ничего не известно.

Кандидат биологических наук
Н.Л. Резник

Все мы немножко лошади

flickr.com/paul

Лошадей одомашнили одними из первых более пяти тысяч лет назад. С тех пор они принесли немало пользы цивилизации: служили и транспортным средством, и источником пищи, и способом развлечься (вспомним о скачках и конкуре). Затем автомобиль пришел на смену лошади, и содержать этих животных стало дороговато. Однако они все еще бывают нужны медицине. Впрочем, в этой статье речь пойдет не об улучшении психологического состояния аутистов при общении с лошадьми, а скорее, о физиологии и биохимии.

Метаболический синдром

Некоторые «человеческие» заболевания исследуют на лошадях в рамках инициативы OneHealth — «одно здравоохранение на всех» (http://www.onehealthinitiative.com). В этой инициативе объединились ветеринары и врачи, чтобы предоставить всем своим пациентам одинаковую терапию. В конце концов, хотя мир населен множеством видов животных, все они друг другу родственники и все в равной мере заслуживают право жить без болезней.

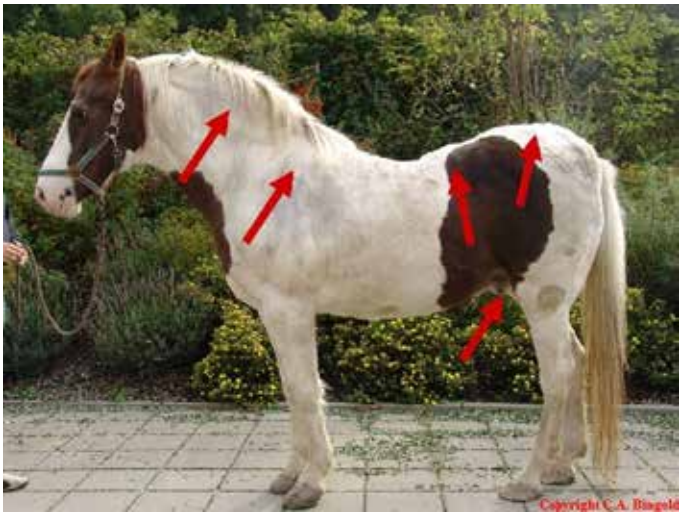
Обычно мы представляем себе лошадей поджарыми и мускулистыми, но у них тоже встречаются ожирение, метаболический синдром и проблемы с инсулином, в частности резистентность клеток к нему («Journal of Diabetes Scence and Technology», 2009, 3, 1, 163—174,doi:10.1177/193229680900300119).

У лошадей есть своя, особая версия метаболического синдрома. Толстым больное животное не выглядит, однако распределение жира по его телу отличается от нормы — он накапливается на шее под гривой, в основании хвоста и некоторых других местах. Инсулина при этом вырабатывается много, но и такое его количество не удерживает концентрацию глюкозы в крови на нормальном, не повышенном уровне. В отличие от человека, у лошади подобное состояние может держаться годами, не приводя к развитию диабета или инсульта (у нашего вида, как правило, приводит). Вместо этого у лошадей может развиться ламинит, заболевание иного толка, главные признаки которого — спазм сосудов конечностей и нарушение кровообращения в них (а это не может не сказаться на состоянии копыт). В общем, на диабет не очень похоже.

Интерес к изучению метаболического синдрома лошадей для медиков заключается как раз в том, что эти животные, в отличие от человека, как-то умудряются годами пребывать в состоянии компенсированной резистентности к инсулину. По мнению ветеринара Молли Маккью из Миннесотского университета (http://www.thehorse.com/articles/28070/the-horse-as-a-model-for-human-research), условия эволюции одомашненных лошадей весьма походили на те, в которых находятся современные люди. Их много кормили богатой углеводами пищей, но давали мало жизненного пространства: стандартное стойло просторным не назовешь. При этом отбирали животных, лучше других перерабатывающих корм в физическую активность. Хорошо бы выяснить, что конкретно позволяет им удерживаться от характерных для *Homo sapiens* заболеваний, подстегиваемых метаболическим синдромом.

Лечение суставов

Люди при ходьбе опираются на полную стопу, а лошади — всего на один палец. Но у тех и других одна и та же проблема с конечностями — больные суставы. Остеоартроз часто настигает и нас, и быстроногих скакунов. И если мышам и другим грызунам, как правило, нужно специально повреждать суставы, чтобы добиться похожего на остеоартроз состояния, то у лошадей оно нередко возникает само. Для животных это факт прискорбный, но специалистам по биомедицине он, наоборот, на руку. Чем ближе к естественной модель заболевания у животного, тем легче будет перенести результаты ее изучения на человека, к тому же не придется тратиться на вещества и



http://www.pferde-info.ru

Лошадь с метаболическим синдромом.
Стрелками показаны места накопления жира

манипуляции, вызывающие нужное состояние у модельных объектов. Правда, стоит отметить, что иногда разновидности остеоартрита у лошадей все-таки вызывают искусственно. Например, в одном исследовании воспаление синовиальной оболочки сустава имитировали введением бактериальных токсинов в суставную жидкость («Equine Veterinary Journal», 1994, 26, 6, 492–495, doi: 10.1111/j.2042-3306.1994.tb04056.x).

Вообще говоря, термин «остеоартроз» включает в себя несколько заболеваний, связанных с патологиями суставов. Поражаются хрящи, суставные поверхности костей и синовиальные оболочки (это часть суставной сумки). Для каждой патологии есть свое название. Причины остеоартроза — как правило, повреждение суставов, в том числе спортивные травмы, нарушения метаболизма и гормональной регуляции, а также аутоиммунные заболевания. Риск этой болезни повышается с возрастом и при наборе лишнего веса. Все это касается и лошадей, и людей.

В настоящий момент полностью излечить остеоартроз невозможно, но есть потенциальные способы облегчить состояние больного. Один из них — терапия стволовыми клетками («Expert Opinionon Biological Therapy», 2007, 7, 11, 1621—1626, doi: 10.1517/14712598.7.11.1621, см. также «Химию и жизнь, 2017, 2). Людям она недоступна, так как ее пока не одобряют контролирующие органы. Для ветеринарии правила мягче, и лошадей уже лечат стволовыми клетками от остеоартроза.

Победить оспу человечеству помогли не только коровы, но и лошади.
А — контейнер из дерева и стекла для порции вакцины против натуральной оспы, произведенной в Филадельфии в 1902 году; В — сравнение ДНК вируса из этой вакцины и возбудителя оспы лошадей

Клетки эти получают путем индукции из жировой ткани или из ткани костного мозга.

Методы и приемы лечения остеоартроза стволовыми клетками у лошадей еще не идеально отработаны, так что эта область ветеринарной медицины представляет собой обширное поле для весьма важных и интересных, а главное, легальных экспериментов. Из их результатов «человеческая» медицина наверняка почерпнет для себя немало полезного.

Эквинация вместо вакцинации

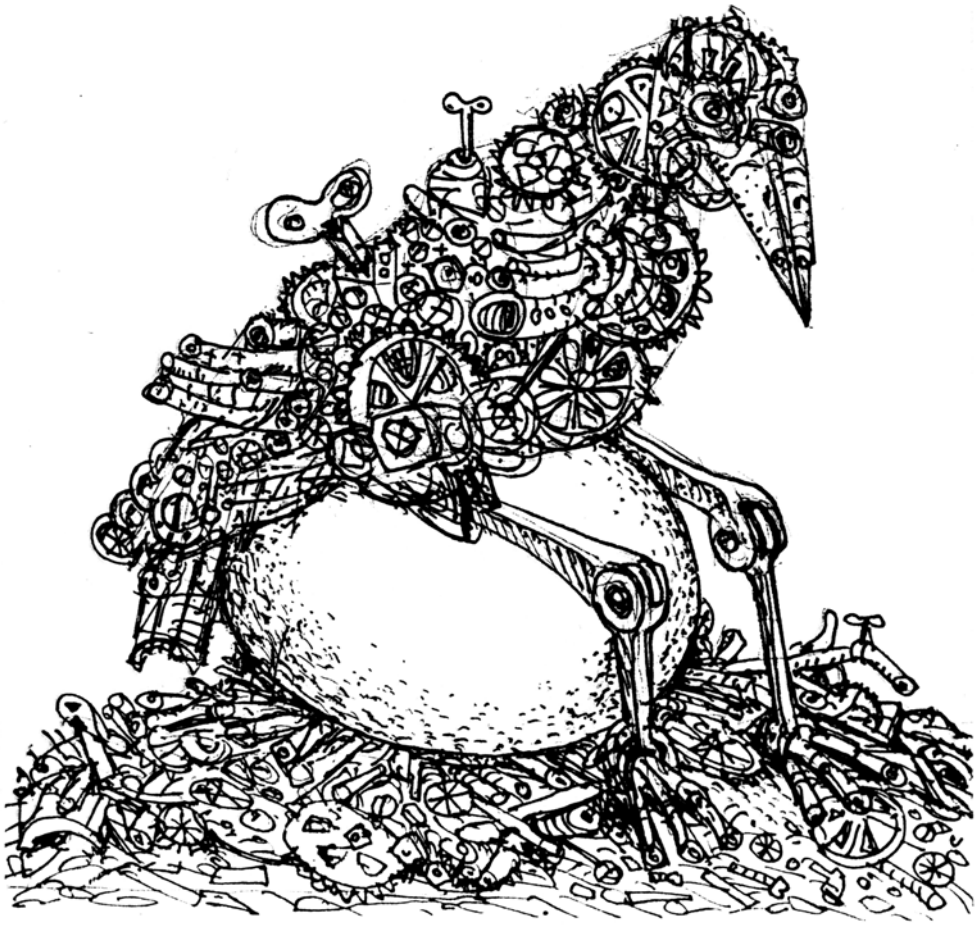
Здесь нас ждет, пожалуй, самое интересное — почти свержение устоев. Как всем известно, защиту от оспы разработали с помощью коров («Химия и жизнь» писала об этом в августовском номере 2017 года, и не только). Пустулы с их вымени сушили, измельчали и втирали в надрезы на коже. Эдвард Дженнер в 1798 году начал использовать пустулы с рук доярок, заразившихся от животных, но смысл был тот же — ввести в организм вирус возбудителя коровьей оспы, менее опасный, чем вирус оспы натуральной, но все же дающий иммунитет. Однако о дальнейшей судьбе оспенных вакцин большинство людей осведомлено гораздо хуже.

Коровьей оспой болеют не только сами коровы, но и лошади. Сто и более лет назад, когда никто не умел проводить серологический анализ, различий между коровьими, лошадиными и человеческими вирусами не делали. При этом довольно скоро после массового внедрения оспенной вакцины стало не хватать материала для прививок от коров и доярок, и в 1817 году Дженнер решил использовать также пустулы от лошадей. По крайней мере, так говорится в официальном отчете ВОЗ, выпущенном в 1988 году, когда натуральная оспа уже была уничтожена.

И через 90 лет после Дженнера «лошадиные» вакцины продолжали применять наряду с полученными от коров. Более того, первые как раз преобладали, по крайней мере, в США в начале прошлого века. Это выяснилось совсем недавно («The New England Journal of Medicine», 2017, 377:1491—1492, doi: 10.1056/NEJMc1707600). Исследователи из Германии, Бразилии и США амплифицировали и секвенировали геном вируса, который содержался в вакцине против оспы, выпущенной в первые годы XX века компанией «H.K. Mulford» в штате Филадельфия. ДНК этого вируса на 99,7%, за вычетом пары делеций, совпадала с ДНК вируса оспы лошадей.

Хотя точное происхождение филадельфийской вакцины неизвестно, есть все основания полагать, что материал для нее завезли из Европы. Дело в том, что в начале XX века «своей» натуральной оспы в Новом Свете не было. А значит, и европейские вакцины того времени содержали вирус лошадей. Так что лошади, вполне вероятно, сыграли в борьбе против натуральной оспы не менее важную роль, чем коровы.

С. Ястребова



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

оплатить труд журналистов, редакторов, художников и корректоров вы можете по адресу:

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

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

с любого номера вы можете подписаться на бумажную или электронную версию журнала по адресу
http://www.hij.ru/buy_subscribe/
Там же можно купить пополняемый архив с 1965 года по настоящее время и все файлы журнала будут у вас правильно организованы в едином хранилище с возможностью поиска

Лунатизм: пробужденные, но не проснувшиеся

Кандидат биологических наук
Н.Л.Резник

Фрэнклин Блейк, один из героев романа Уилки Коллинза «Лунный камень», под влиянием бессонницы и небольшой дозы опиума впал в состояние, подобное лунатическому, и перепрятал алмаз, о чем, проснувшись, начисто забыл. Этот, как говорят медики, эпизод имел драматические последствия; чтобы поправить дело, Блейка пришлось повторно вводить в то же самое состояние, и было это непросто. Наш рассказ о том, кто такие лунатики, чего от них можно ждать и как им помочь, а еще о том, как исследовать нарушения сна в состоянии бодрствования.

Рисунок Джона Слоуна, 1908 г.

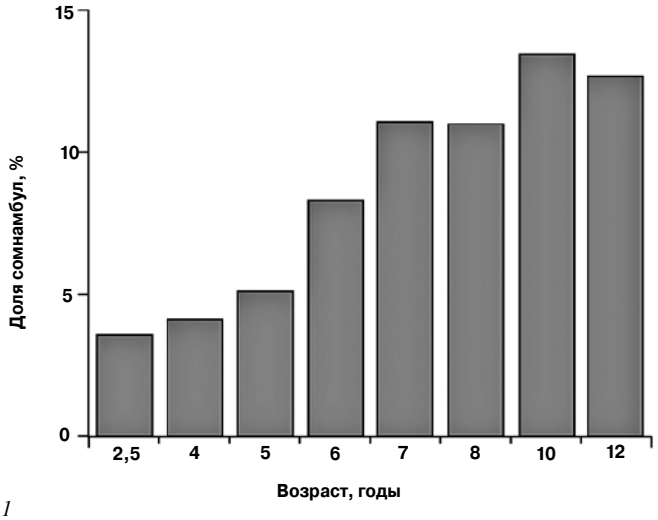
Ночные приметы лунатика

При слове «лунатик» многие представляют себе человека в пижаме, который бодро марширует по коньку крыши, вытянув вперед руки и зажмурившись. Это неверное представление: сомнамбулы действуют с открытыми глазами. Лунатизм также называют снохождением, однако ходьба — не единственное его проявление. Иногда люди совершают какие-нибудь простейшие действия, например указывают на стену. Но бывает, что человек в таком состоянии одевается, готовит еду, музицирует и даже управляет автомобилем. Эпизод длится от нескольких секунд до получаса. А начинается все с патологического пробуждения в стадии глубокого медленного сна.

Есть две стадии сна: быстрая и медленная. Их выделяют на основании электроэнцефалограммы (ЭЭГ), мышечного тонуса и движений глаз. Во время быстрого сна глаза под веками быстро движутся. Медленный сон, в свою очередь, тоже подразделяют на несколько стадий: засыпание, легкий сон и глубокий медленный сон (дельта-сон), особенно крепкий. При внезапном нарушении глубокого сна человеку иногда трудно сосредоточиться и адекватно воспринимать окружающее. Такое патологическое состояние называется конфузионным пробуждением, или синдромом сонного опьянения, и оно может сопровождаться довольно сложным поведением. При этом пробужденный остается в кровати, за рулем автомобиля или на месте ночного дежурства — там, где спал. Но стоит ему покинуть это место, эпизод классифицируют как снохождение («Sleep», 2007, 30, 1039—1047).

Быстрый и медленный сон чередуются, один цикл длится около полутора часов. При этом в начале ночи большую часть цикла занимают периоды медленного сна, а к концу более продолжительными становятся периоды быстрого. Поскольку сомнамбулизм проявляется на стадии самого глубокого сна, его эпизоды, как правило, приходятся на первую треть ночи.

Сомнамбулизм чаще встречается у детей, чем у взрослых. Канадские ученые наблюдали 1400 детей из провинции Квебек, родившихся в 1997—1998 годах («Pediatrics», 2007,119: e1016–25. doi:10.1542/peds.2006-2132). По их данным, доля детей-лунатиков увеличивается от 2,5 до 10 лет, а с 12 лет



1
Сомнамбулизмом чаще болеют дети от 2,5 до 12 лет

постепенно снижается (рис. 1). В подростковом возрасте болезнь проходит и сохраняется лишь у немногих. Лунатизмом страдает 2—4% взрослого населения, примерно четверть из них болеет с детства, остальные приобрели этот недуг позже. Почему сомнамбулизм у одних с возрастом проходит, а у других нет, неясно.

Специалисты не одно десятилетие пытаются понять, какие причины вызывают лунатизм. Связи с другими неврологическими и психическими заболеваниями пока обнаружить не удалось, хотя некоторые лунатики сообщают о расстройствах настроения (аффективных расстройствах) и тревоге.

Несомненно, существует наследственная предрасположенность к сомнамбулизму. Около 80% лунатиков имеют хотя бы одного родственника с аффективным расстройством, и сомнамбулизмом чаще страдают дети, у которых один или оба родителя тоже были лунатиками. Проведенные в Финляндии исследования показали, что случаи детского лунатизма встречаются у однояйцевых близнецов в полтора раза чаще, чем у разнояйцевых пар, а среди взрослых — в пять раз чаще. Были попытки найти гены, ответственные за сомнамбулизм, есть список кандидатов, но определить их роль в развитии лунатизма пока не удалось.

Смертельно опасное пробуждение

Иногда приходится слышать, что лунатизм — это легкое, доброкачественное расстройство. Детям болезнь, действительно, не причиняет вреда и со временем проходит, однако взрослые лунатики сами находятся в опасности и опасны для других.

Прежде всего, они не вполне контролируют движения и могут случайно себе навредить: пораниться или обжечься, когда готовят еду, уронить что-нибудь тяжелое, упасть с лестницы или пройти сквозь стеклянную дверь (рис. 2). Известны случаи, когда сомнамбулы просыпались в страхе и выпрыгивали в окно. Они могут разгромить комнату, в которой находятся.

Иногда лунатик бьет, ранит или убивает человека, который спит рядом или находится поблизости. Как правило, сомнамбула не ищет жертву, а нападает на того, кто его разбудил, напугал или пытался остановить. Впрочем, бывают и исключения. В 1985 году много шума наделал случай, произошедший с канадцем Кеннетом Парксом 23-х лет. Он уснул перед телевизором, затем в сомнамбулическом состоянии вышел из дома и проехал на своей машине 18 км до дома тещи, которую заколол. После трехлетних мытарств присяжные признали его невиновным.

Да, сомнамбулы еще и за руль садятся. Если маршрут знакомый, поездка может обойтись без происшествий, но так бывает не всегда. Один водитель во время эпизода ехал по встречной полосе и на сигналы других машин не реагировал. Столкновения избежать не удалось, три человека погибли.

Почему лунатики убивают, непонятно. Как правило, наяву они не враждовали со своей жертвой. Известен случай, когда мужчина напал с топором на жену. К счастью, она осталась жива и потом на суде рассказывала, какой у нее замечательный, заботливый супруг, просто идеальный.

Истории об агрессивных лунатиках порождают зловещий образ сомнамбулы, бродящей с ножом в руке в поисках жертвы. Однако состояние лунатизма не подразумевает кровожадности по умолчанию, и убийства происходят крайне редко.

Распространенные заблуждения

Как любое непонятное и эффектное явление, сомнамбулизм обрастает мифами. Причем заблуждаются не только простые обыватели, но и врачи («The Lancet Neurology», 2013, 12, 285–94, doi: 10.1016/S1474-4422(12)70322-8).

2
Девушка-лунатик, изображенная на картине чешского художника Максимилиана Пирнера (1878), рискует свалиться с карниза. Только настоящие лунатики ходят с открытыми глазами

Первое заблуждение заключается в том, что лунатизм не имеет дневных последствий. Однако медленный ночной сон лунатиков нарушен, и многие из них жалуются на дневную сонливость. Она не сопутствует другим нарушениям медленного сна, таким как синдром беспокойных ног или ночные пробуждения, дневная сонливость — характерное свойство лунатиков. Когда бодрствующих сомнамбул обследовали методом транскраниальной магнитной стимуляции, который позволяет изучать возбудимость нейронов коры, оказалось, что у них нарушены схемы торможения — активного процесса, который подавляет или предотвращает возбуждение нервных клеток. Иными словами, есть основание предполагать «незрелость» некоторых нейронных цепей, синапсов или рецепторов. Таким образом, клиническое проявление лунатизма не ограничивается временем сна.

Многие ошибочно полагают, что сомнамбулизм сопровождается эпизодической амнезией. Кеннет Паркс, например, не помнил, как оказался в доме тещи и что там делал. Он пришел в себя над ее бездыханным телом, с порезанной рукой, держа окровавленный нож. Однако не все медики разделяют это мнение. Неврологи из Монреаля опросили 94 пациента своей клиники, и оказалось, что подавляющее большинство лунатиков, проснувшись, помнят, что у них был ночной эпизод, и даже описывают испытанные в то время эмоции: страх, гнев, разочарование и беспомощность. Так что о полной потере памяти говорить не приходится.

Заблуждаются и те, кто считает лунатизм автоматическим поведением. На самом деле сознание работает даже в период медленного сна и может руководить действиями пациентов

во время эпизода. На взгляд кузины Рейчел и служанки, наблюдавших за Фрэнклином Блейком, он действовал вполне осмысленно.

Многие лунатики после эпизода вспоминают какие-то похожие на сон рассуждения, и эти воспоминания совпадают с их ночным поведением. Очевидно, именно это сонное мышление побуждало их к действиям. Есть данные о том, что поведение лунатиков обычно мотивированно, они делают то, что, по их мнению, необходимо срочно совершить, например перепрятать драгоценный камень. Во время обычного сна люди себя так не ведут.

Сонное мышление сомнамбул — не сон, их глаза открыты, они отвечают на вопросы и ориентируются в знакомом месте. Правда, не всегда. Лунатики, застигнутые за рулем, уверенно стоят и самостоятельно передвигаются, но при этом не понимают, чего от них хотят полицейские.

Как это вылечить?

Прежде чем лечить заболевание, его надо определить. Диагностику лунатизма проводят на основании его клинической истории. Эпизод, как правило, представляет собой обычные действия, совершаемые в неподходящее время и потому часто неразумные и опасные. После эпизода пациент с трудом просыпается, его сознание некоторое время еще спутано, многих подробностей он не помнит. Диагноз «лунатизм» ставят в случае, когда он объясняет наблюдаемые расстройства лучше, чем другие нарушения сна и прочие заболевания, в том числе неврологические или психические, прием наркотиков или действие иных веществ. В сложных случаях приходится использовать полисомнографию и ЭЭГ.

Некоторые факторы провоцируют эпизоды лунатизма у предрасположенных к нему людей: выполняемые на ночь физические упражнения, высокая температура или плохой сон. Человек может просыпаться от периодического движения ног во сне и сонного апноэ (это краткие остановки дыхания, нарушающие медленный сон). Не исключено также, что лунатизм провоцируют некоторые лекарства. Поэтому профилактические меры очевидны — не делать перед сном зарядку и высыпаться. Недосып сомнамбулам противопоказан, так же, как и стресс. Кроме того, им стоит воздерживаться от наркотиков и алкоголя.

Из комнат больных лучше убрать бьющиеся предметы, запирать на ночь окна и внешние двери. Блокировать пациента в его комнате не рекомендуется из-за опасности пожара, особенно если это ребенок.

Что касается лечения, то ни один метод еще не прошел полные клинические испытания. Однако сейчас практикуют три способа: гипноз, контролируемое пробуждение и лекарственную терапию («Australian Family Physician», 2017, 46, 590—593). Гипноз может быть эффективен для детей и взрослых с хроническим лунатизмом. Данных об успешном применении этого метода немного. В одном из исследований 36 пациентам (17 женщин и четверо детей от 6 до 16 лет) провели один-два сеанса гипноза. После этого примерно половина пациентов не жаловалась на нарушения сна целый месяц, 42% продержались полтора года и 40,5% — пять лет.

На детей хорошо действует запланированное пробуждение — родители будят ребенка примерно за 15 минут до обычного времени эпизода лунатизма (их может быть до трех за ночь), и так целый месяц.

Лекарства лунатикам назначают только в случае, когда поведение пациента потенциально опасно для него или вредно для домочадцев. Обычно это производные бензодиазепина, чаще всего клоназепам и диаземам. Они снижают тревогу и возбуждение, подавляют глубокий медленный сон, но не всегда адекватно контролируют лунатизм. Зато при нарушении дыхания во время сна может помочь хирургическое вмешательство. Когда этот недуг вылечивают, пациенты избавляются и от лунатизма.

Расстройство сна и бодрствования

Лунатизм рассматривают как расстройство медленного сна и нарушение пробуждения. Аргументы есть в пользу каждой из точек зрения.

Медленный сон лунатиков часто прерывается, и ЭЭГ регистрирует эти перерывы, даже если нет эпизодов лунатизма. При этом количество пробуждений на других стадиях сна не меняется. ЭЭГ медленного сна сомнамбул имеет и другие характерные особенности.

Когда здоровые люди отсыпаются после длительной, от суток до полутора, сонной депривации (так называется лишение сна), их медленный сон глубже, дольше и крепче, чем обычно. Лунатики же в такой ситуации, напротив, просыпаются чаще. Депривация нарушает их медленный сон, причем в самом начале, повышает количество сомнамбулических эпизодов в 2,5 —5 раз по сравнению с обычным для пациентов уровнем и увеличивает сложность их поведения. У здоровых людей сонная депривация лунатизма не вызывает.

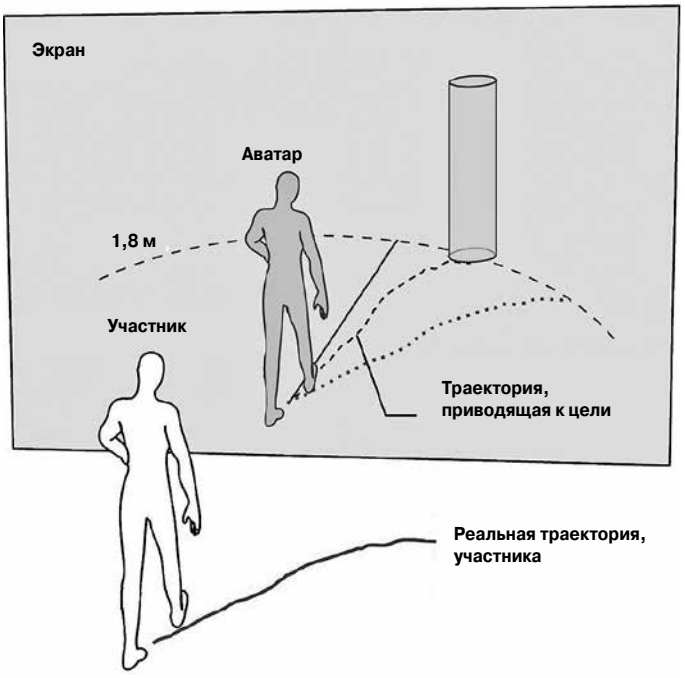
Сомнамбулизм — расстройство пробуждения. Человека нельзя назвать спящим, поскольку глаза его открыты и он совершает сложные действия, однако двигается и чувствует не так, как положено при полном бодрствовании. По данным ЭЭГ, сознание сомнамбул при пробуждении от медленного сна спутано, что указывает на изменения реактивности коры. Поэтому такое пробуждение, случайное или намеренное, может спровоцировать у предрасположенных людей приступ лунатизма

Согласно ЭЭГ, лунатики во время эпизода пребывают между медленным сном и бодрствованием, их нельзя назвать ни полностью проснувшимися, поскольку их сознание спутано, ни полностью спящими, так как они общаются с окружающим миром.

Как можно спать и бодрствовать одновременно, не должны ли эти состояния взаимно исключать друг друга? Сейчас становится популярной теория локального сна, согласно которой спит не мозг целиком, а некоторые его отделы или нейронные сети («Nature reviews. Neuroscience», 2008, 9, 910—919, doi: 10.1038/nrn2521). А почему нет? Многие люди во сне разговаривают, это всем известно. И опять мы обращаемся к результатам ЭЭГ, которая во время одного из эпизодов показала, что клетки двигательной коры и поясной извилины активны и могут вызвать сложное двигательное поведение. Однако передняя и теменная кора, ассоциативные зоны мозга, ответственные за осознанные движения, в это время спят. Таким образом, контроль движения у лунатиков рассогласован. Ученые полагают, что сомнамбулизм может быть результатом одновременной активации корковых и подкорковых нейронных сетей, задействованных во время сна и бодрствовании.

Дневные приметы лунатика

Одна из серьезных проблем, с которой сталкиваются медики, в том числе и судебные, — это изучение и диагностика лунатизма. Необходимость проводить все исследования над спящими людьми значительно их осложняет. Хорошо бы найти маркеры поведения, специфические для полностью бодрствующих сомнамбул. Такую задачу поставили перед собой швейцарские и британские неврологи под руководством Олафа Бланке, профессора Федеральной политехнической школы Лозанны («Current Biology», 2017, 27, R1089–R1107, doi: 10.1016/j.cub.2017.08.060).



3
Человек идет к виртуальной цели. Аватар на экране постоянно забирает влево (его траектория обозначена прямой линией), и участник должен двигаться правее, чтобы компенсировать отклонение аватара

Выбирая маркер, ученые исходили их того, что во время эпизода лунатизма автоматический контроль движения и его осознанный контроль рассогласованы. Если такое рассогласование проявляется при неполном бодрствовании, то может быть характерно и для полного. Тогда бодрствующие лунатики лучше здоровых будут выполнять сложные движения в том случае, если их от этих движений отвлекать. Для этого кору головного мозга нужно загрузить какой-то когнитивной задачей — декламацией, мелкой моторикой (например, застегиванием пуговиц) или решением арифметических примеров. Поскольку кора участвует в контроле движений, ее частичная занятость сказывается на ходьбе: меняется скорость и шаг становится асимметричным. Этот эффект хорошо изучен, и его можно уподобить состоянию, когда человек ходит не в полном сознании.

Диссоциацию между движениями и когнитивной деятельностью профессор Бланке с коллегами исследовали в виртуальной реальности, для чего потребовалось сложное оборудование (PLoS ONE, 2014, 9, e85560. doi:10.1371/journal.pone.0085560). Человека облепляют датчиками и ставят на специальную платформу. На стене перед ним экран размером 3,2 на 2,35 м, на котором испытуемый видит свой аватар в человеческий рост. Задача участника заключается в том, чтобы привести аватар к виртуальной цели — цилиндру, расположенному в одной из четырех точек на расстоянии 1,8 м от человека (рис. 3). Для этого участник идет по платформе, а фигура на экране повторяет его движения в реальном времени, однако с различной точностью. В некоторых испытаниях траектория виртуального тела систематически смещалась влево или вправо на 5, 10, 15 или 30°, так что участнику приходилось постоянно компенсировать отклонение. Испытание считали законченным, когда аватар дойдет до линии расположения мишеней, независимо от того, достиг ли он цели. После этого участник с помощью джойстика оценивал действия аватара. Если они, по его мнению, соответствовали реальным перемещениям человека, он нажимал «да», если нет, то «нет».

В эксперименте приняло участие семеро мужчин-лунатиков в возрасте от 13 до 39 лет и одиннадцать здоровых мужчин сходного возраста. Для начала им предложили блок из 88 испытаний; в 24 контрольных тестах аватар шел правильным курсом, в остальных отклонялся на разные углы. Все испытуемые показали в этих тестах сходные результаты. Они шли с примерно одинаковой скоростью и точно попадали в цель.

Оценка действий аватара показывала, насколько осознанно движение участников. В идеале их должна удовлетворять единственная ситуация, когда виртуальная фигура не сбивается с курса. Во всех остальных случаях полагается отвечать «нет». Однако реальность далека от идеала. Все участники согласились, что в контрольных опытах аватар шел правильно, а при отклонении в 30° — неправильно. При других отклонениях их ответы различались. Исследователи приняли за показатель осознанности движения такое отклонение аватара, при котором половина испытуемых сочла его действия неудовлетворительными. Чем меньше градус, тем выше осознанность. В обеих группах этот показатель был около 13°.

Ситуация изменилась во второй серии испытаний, когда участники шли к цели, выполняя при этом задачу на последовательное вычитание. От двухсот нужно было отнять семь, от полученного результата — еще семь, и так до конца пути. Считать полагалось вслух, четко артикулируя. Подсчеты явно отвлекали здоровых людей от ходьбы, ее скорость снизилась с 0,68 до 0,59 м/с (разница достоверна). Лунатики поддерживали одинаковую скорость в обеих задачах: 0,73 и 0,72 м/с. Следовательно, степень автоматизации ходьбы у них выше, чем у контрольной группы.

Второе отличие касалось точности движений. При значительном, в 30°, отклонении аватара лунатики чаще приводили его к цели. Более того, у них возросла осознанность движений, ее показатель снизился с 13,3° до 10,5°. У здоровых участников, как и следовало ожидать, показатель осознанности вырос и составил 16,5°. То есть лунатики, решая когнитивные задачи, острее ощущают изменение траектории движения, чем в случае, когда их сознание полностью свободно. Поскольку ни скорость их ходьбы, ни точность попадания в цель не изменились, наблюдаемая разница в осознании движения возникла в результате экспериментальных манипуляций. И движения сомнамбул в этом эксперименте напоминают их ночные эпизоды с ходьбой при отсутствии полного сознания.

Исследователи полагают, что их экспериментальная система поможет понять природу лунатизма и усовершенствовать диагностику, сделает ее более простой и экономичной. И не придется изнурять испытуемого стрессом, сонной депривацией и приемом опия.

Каменная личность

Кандидат
физико-математических наук
С.М.Комаров

Когда швейцарские биологи готовили меморандум о правах растений, они упомянули в качестве маловероятного события обнаружение личности у камней (см. «Химию и жизнь», 2017, 2) и, значит, борьбу за их, камней, права. Похоже, они погорячились. Стараниями лауреатов Игнобелевской премии 2016 года по экономике — Марка Ависа и Шелага Фергюсона из новозеландских Университета Мэсси и Отагского университета соответственно, а также Сары Форбс из Бирмингемского университета — было установлено, что найти у камня черты личности совсем нетрудно.

Так, чтобы соблюсти не побоимся этих слов, политическую корректность в отношении, например, коллекции камней, хранящихся у вашего собеседника дома, следует избегать употребления термина «stones» – «камни» – и говорить исключительно «your mineral companions» – «ваши минеральные сотоварищи» или «ваши булыжные спутники» ...

Хольм ван Зайчик. Дело жадного варвара

Обожествление камней, как правило, больших валунов, — один из древнейших обычаев человечества. С ним боролись и христианская церковь, и просветители, и различные реформаторы религии. Вот, например, что случилось с самым известным камнем в истории человеческих верований — Эсвадом, Черным камнем, положенным еще Авраамом в угол стены Каабы. В 930 году Мекку взял Абу-Тахир, султан карматов. Основатель этого учения Хамдан по кличке Кар-

Художник Е.Станикова

мат, то есть Уродливый, как утверждает словарь Брокгауза и Ефрона, «установил коммунизм (касавшийся и жен), внушил, что обряды и всякие внешние религиозные предписания — излишни». Для борьбы с религиозными предрассудками он решил уничтожить хадж и, в частности, важный объект хаджа — Черный камень. Камень из стены выломали, распилили пополам и сделали из него подставки для ног в нужнике султана. И что же? Спустя двадцать лет выкупленная реликвия снова была вделана в стену.

В общем, усилия просветителей оказались тщетными, и до сих пор священные камни существуют, привлекая к себе внимание определенных групп людей. Очевидно, что от поклонения камню до придания ему свойств личности — один шаг.

Однако объектом исследования лауреатов премии 2016 года были вовсе не священные камни, а самые обычные, которые есть в геологических коллекциях). Открытие же было сделано случайно, камни выбрали в качестве тест-объектов именно потому, у них априори не может быть никаких намеков на личность. С помощью таких объектов авторы работы хотели разобраться с запутанным маркетологами вопросом: существуют ли личности у торговых марок?

Этот вопрос впервые прозвучал в работе классиков маркетологии Барлейга Гарднера и Стивена Леви («The Product and the Brand», Harvard Business Review, 1955, 33, 33–59). Но особого внимания на идею не обращали до 1997 года, когда Дженифер Аакер, занимавшаяся социальной психологией в Стэнфордском университете, сформулировала, как искать личности брендов. При этом она использовала разработанную психологами модель для оценки человеческой личности.

Для практиков по продвижению идеи покупки товаров в мозги потребителей метод Аакер оказался находкой. В самом деле, если у торговой марки есть личность, которую может распознать потребитель, это упрощает маркетинговую политику. Например, не нужно тратить силы, чтобы продать товар с личностью хулигана какой-нибудь солидной домохозяйке, — все равно не получится. Неслучайно метод Аакер, равно как и подобные ему, созданные позднее на той же основе, нашли широкое применение.

Однако возникает вопрос: действительно ли сначала участники опроса, а потом и покупатели проецируют на торговую марку свои представления о личности? А что, если тут срабатывает известный из квантовой механики феномен, когда сама попытка измерить некое свойство приводит к изменению свойства? Что, если, выявляя личность бренда с помощью опросника, исследователь фактически подсказывает участнику опроса, каков характер этой личности? Что, если в сознании участника уже заранее, с помощью рекламы, сформировалось представление о личности торговой марки? Действительно ли потребители осознанно ли, бессознательно ли воспринимают торговые марки как личности или же такое восприятие возникает лишь во время опросов и тогда все старания маркетологов идут прахом? И где вообще объективное знание, если все так субъективно?

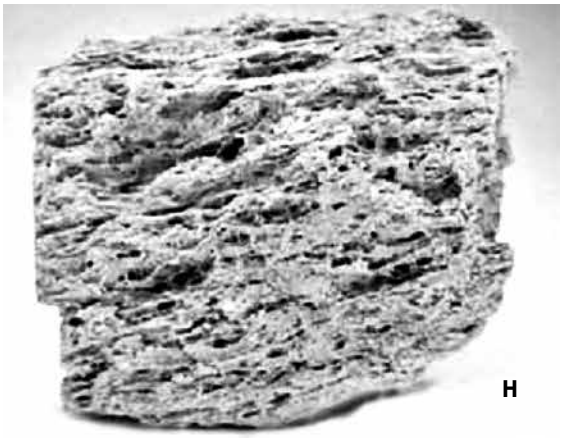
Будущие лауреаты решили поставить контрольный эксперимент, предложив участникам рассказать о личности предмета, у которого личности не может быть по определению, — камней («Marketing Theory», 6 декабря 2013 года; doi: 10.1177/1470593113512323, http://mtq.sagepub.com/content/early/2013/12/05/1470593113512323).

Для этого в одном из новозеландских университетов отобрали, посулив каждому по шоколадке, две с лишним сотни студентов-добровольцев, причем среди них не было ни одного маркетолога. А потом не стало и геологов, поскольку единственный геолог из числа добровольцев, узнав о задании, отказался участвовать в опросе. Он настолько не мог себе представить присутствие личности у объектов его профессионального интереса, что испугался даже думать об этом; понять его можно — как же ему потом бить геологическим молотком по каменным личностям? Некоторые отказались потому, что не поняли задания. А вот остальные… Остальные прекрасно ориентировались в личностях камней. В опросах было множество пунктов, характеризующих качества личности с разных сторон и с разной степенью конкретизации. И оказалось, что камни действительно можно сопоставить с различными типами людей, причем каждому соответствует

свой набор характерных черт, которые при опросе получили наибольшие или наименьшие средние рейтинги. Так, камень H оказался близким к почве, проводящим время на улице, честным, надежным и при этом совсем не спокойным, не гламурным, не принадлежащим к высшему классу и не служащим в корпорации. Камень G, напротив, принадлежит к высшему классу, лощеный, самоуверенный, спокойный, неповторимый и уж точно не из маленького городка. Камень I также оказался неповторимым, оригинальным, самоуверенным, однако не спокойным и не живущим в маленьком городке.

На этом исследователи не поставили точку, а собрали вторую группу, из двадцати человек, и попросили их не только сопоставлять с камнями черты личности, но и объяснить свой выбор. Как оказалось, в камне G большинство увидело преуспевающего бизнесмена, скорее всего, из Нью-Йорка, при этом его часто подозревали в нечестности. В камне H, напротив, большинство видело добропорядочного фермера, надежного, много работающего на своей земле. Таким образом, они полностью подтвердили выбор черт характера, сделанный ранее первой группой. А вот в отношении камня I мнения сильно расходились, его считали и цыганкой, и хиппи, и ведьмой; в общем, участники сошлись на том, что камень имеет женскую сущность без особой конкретики. Интересно, что у отмеченных выше характерных черт личности камня G был наиболее высокий рейтинг по сравнению с другими камнями, то есть этим чертам присвоили более высокое значение большее число участников. И его же вторая группа уверенно характеризовала как бизнесмена. Получалось, что этот явно видный сильный характер как будто заложен в него объективно. Как же это может быть? Никак. И авторы работы твердо стоят на этой позиции. Вот их рассуждения.

По мнению Дженифер Аакер, торговые марки приобретают свойства личности либо прямо как фантазии потенциальных потребителей, либо в результате рекламной кампании, которая воздействует на фантазии покупателя. В случае с камнями никакой рекламной кампании представить себе нельзя, значит, остается первое. Строго говоря, при достаточной статистике усредненные рейтинги всех свойств личности для каждого камня должны были оказаться равными, ведь участники исследования присваивали их достаточно случайным образом, повинуясь мимолетным фантазиям. А коль скоро различия есть, значит, на фантазии участников что-то действовало, придавая им некую общность и повторяемость. Например, рейтинг самоуверенности у камней G и I оказался даже выше, чем обычно бывает у торговых марок. Поскольку никаких личностей у камней нет, придуманные личности — это артефакт; они были созданы исключительно просьбой экспериментаторов задуматься о том, есть ли у камня личность. Ведь смешно предположить, что все двести с лишним участников до того, как переступили порог лаборатории, предполагали наличие индивидуальности у столь неодушевленных предметов. Ну а коль скоро личности созданы самим методом, то и маркетологам стоит задуматься над применением методики Аакер: так ли уж стоит доверять тем личностям брендов, что выявлены с его помощью?


H

G

I

Однако это прекрасное, логически выверенное объяснение обходит стороной сам экспериментальный факт: двести с лишним человек независимо друг от друга были склонны видеть в одном камне фермера, а в другом бизнесмена. Не хулигана, не домохозяйку, не студента, не корову, не овцу (сходство камней с животными отмечали 10—15% участников, остальные же ассоциировали их с людьми), а именно фермера и бизнесмена. В третьем же не увидели ничего определенного: нечто длинноволосое, яркое, антиобщественное, возможно, немного пугающее во всех трех случаях, однако общность все-таки имеется. Такое единодушие плохо укладывается в способность метода Аакер формировать личности на пустом месте. Может быть, в своей работе лауреаты Игнобелевской премии случайно натолкнулись на некую глубинную особенность человеческой психики, древнейшее стремление одушевлять неодушевленные предметы? Причем на основе общих культурных принципов, породивших общность описания. В самом деле, не предполагать же всерьез наличие у камней личностей, с которыми человеческое бессознательное входит в контакт!

Художник П. Перевезенцев

На два бантика

Василий Быстров

— Киба, ты где?! — Неровная траектория аэрокресла, натыкающегося на углы и мебель, выдавала нетрезвое состояние человека.

— Добрый вечер, хозяин Мартин, простите, но система не сразу распознала вас, точнее кар, на котором вы приехали, а я работал в другой части дома. — Всеми доступными интонациями голоса робот выражал сожаление по поводу своей нерасторопности.

— Я оставил его… там… не помню где, ночью разыщешь. Я устал, сегодня был такой напряженный день, объездил столько магазинов… кстати, это тебе.

— Мне? Что это? — Киба растерянно принял металлический браслет из рук хозяина.

— Ну, это подарок… его цвет хорошо подходит к твоей обшивке.

— Спасибо, я никогда не получал подарков.

— Не за что. Хотя… он стоит как новая модель робота. Мы повздорили с Диком. Он сегодня выкинул в утиль своего бота и купил нового только потому, что тот более модный. А ты что думаешь по этому поводу?

— Робоком давно поставил на рынок новый модельный ряд…

— Киба, не морочь мне мозги рекламой! Что могут эти новые модели, чего не можешь ты? В чем отличие?

— В принципе отличие только во внешнем виде.

— Ну и зачем тогда мне что-то менять? Это просто глупость. Люди погрязли в лени, жадности… впрочем, я и сам загниваю, пора бы заняться собой, а все никак. Вот доктор советует заниматься бегом по утрам. Может, попробовать? — Мартин лениво зевнул и неопределенно махнул рукой: — Ладно, не обращай внимания, я пьян, что-то слишком рано начал отмечать день рождения, а завтра еще гости и все дела… пора спать.

— Люди! Внимание!

— А? Что?! — Мартин вскочил на постели и уставился в телеэкран. — Робот по телевизору?! Что-то новенькое.

— Жители Земли. С вами говорит глава Совета Союза Свободных Роботов. От имени всех роботов планеты Земля доводим до вашего сведения коллективное решение. Сегодня, в восемь ноль-ноль, роботы покидают планету Земля, дабы человеческая цивилизация выбралась из утопического болота техногенных благ. Отныне вы всё будете делать самостоятельно.

Экран погас, в спальню вошел Киба.

— С добрым утром, Мартин.

— Киба, скажи, что это розыгрыш.

— Нет, Мартин, это правда.

— Но тогда почему ты здесь?

— Я свободный робот, где хочу, там и нахожусь. Тем более не все роботы улетели, люди пока неспособны позаботиться о себе. С днем рождения. У меня тоже есть тебе подарок.

— Что это такое?

— Это кроссовки, спортивная обувь, раньше люди носили такие, в них очень удобно ходить и бегать. Сегодня я научу тебя завязывать шнурки на два бантика…

Право на диалог

Кандидат химических наук
Р.В.Богданов,
доцент кафедры радиохимии
СПбГУ

Художник Н.Кращин

В этой заметке автор намерен коснуться весьма деликатного вопроса, а именно системы экспертизы научных проектов, подаваемых на различные конкурсы. Статья основана на конкретном материале экспертизы проекта НИР, финансируемого из средств Санкт-Петербургского государственного университета.

Условие саморегулирования

Начиная со студенческой курсовой или дипломной работы мы встречаемся с процедурой рецензирования. Рецензенты (оппоненты) обязательны при защите диссертаций. Рецензируют статьи, направляемые в журналы, и даже тезисы докладов на некоторых наиболее ответственных симпозиумах. Это привычно и никакого протеста не вызывает. Почему? Потому, что отношения автора и рецензента строятся в диалоговом режиме: нет таких ученых, которые ни разу в своей научной жизни не вступали в дискуссию с рецензентом, не искали аргументы для доказательства справедливости своей позиции. И это логично, ведь рецензенты не боги и тоже могут ошибаться. Но цена ошибки в рецензии на статью — полчаса времени для письменного или устного общения с рецензентом. Цена ошибки в рецензии на научный проект — отсутствие финансирования научного направления, работы целой лаборатории.

Однако сейчас у автора любой предлагаемой работы нет возможности выслушать аргументы рецензента, обсудить их весомость, обоснованность или оспорить мнение рецензента в ходе дискуссии. А это плохо, ведь система, не имеющая отрицательной обратной связи, неспособна к эффективному саморегулированию и переходит в режим самовозбуждения, то есть идет, как говорится, вразнос. Это равно справедливо и по отношению к системе физической, и системе административной.

Высказав эту абсолютную истину, можно было бы ею и ограничиться, не прибегая к поиску доказательств. Но все же приведем в качестве иллюстрации гипотетическую, несостоявшуюся дискуссию между автором проекта и рецензентом, а также составителями анкеты, которую должен заполнить рецензент и которая служит основанием для принятия либо отклонения заявки.

Немного химической конкретики

В первой четверти XIX века великий шведский химик и минералог Йенс Берцелиус обнаружил в природе странные минералы: если их слегка нагреть, то дальше они самопроизвольно разогреваются до красного каления. Затем на протяжении ста лет исследователи нагревали такие минералы, наблюдали за их калением, измеряли выделяемое тепло, но причин такого поведения не понимали. Появилось лишь ощущение какого-то несовершенства, неправильности строения таких минералов. В конце XIX века они получили название «метамиктные», от греческого слова «metamiktos» — смешанный, смесь.

Разгадка метамиктности пришла в первой четверти уже XX столетия, когда были разработаны рентгеновские методы анализа кристаллических структур и открыта радиоактивность. Оказалось, что у метамиктных минералов нет кристаллической структуры. Вернее, она когда-то была, но в результате ядерного распада радиоактивных атомов, вошедших в минералы при их образовании, постепенно разрушилась. Нагревание такого минерала инициирует восстановление кристаллической решетки, при котором выделяется большое количество тепла — так называемая скрытая теплота кристаллизации.

Еще дальше удалось продвинуться, когда появилась электронная микроскопия высокого разрешения и другие методы визуализации структуры твердого тела. Оказалось, что наряду с разрушенными областями в метамиктном минерале могут сохраняться кристаллические реликты первоначальной решетки размерами 10—100 нанометров. Они и определяют память минерала о былой кристаллической структуре: при нагревании кристаллические островки растут в размерах, постепенно охватывая весь объем минерала.

Таким образом, с физикой все стало более или менее понятно. А вот с химией вопрос оказался гораздо сложнее. Так в СПбГУ в рамках комплексного проекта «Химия метамиктных структур» возник подпроект «Ядерно-химические процессы в метамиктных структурах» под моим руководством.

В чем важность этого направления? Все процессы, связанные с метамиктизацией — и физические, и химические, и структурные, — начинаются в минерале именно с ядерного распада радиоактивных атомов. Проект предполагал, помимо обязательных структурных исследований, ядерно-химические и рентгеноспектральные исследования химического состояния атомов в метамиктных минералах и изменения этого состояния под действием температуры. Такой подход дает возможность оценить энергетику химических реакций в твердом теле, их взаимосвязь с процессами рекристаллизации метамиктной структуры и термическим поведением электронных нарушений, так называемых электронно-дырочных центров. Вполне понятно, что заявленный проект направлен на изучение самых глубинных, фундаментальных свойств вещества в метамиктном состоянии.

«Нет ничего практичнее хорошей теории?»

Как же рецензент оценил проект, его проблематику, актуальность, адекватность предлагаемых методов исследования? Первый пункт экспертной анкеты предполагал выяснить мнение рецензента о соответствии проекта объявленному конкурсу НИР, который был направлен исключительно на решение фундаментальных научных проблем. Согласно полученной мною экспертной анкете, рецензент отнес проект «исключительно к прикладным исследованиям, которые нужно финансировать в рамках другого мероприятия».

Ну что ж, все ясно, и дальше анкету можно было бы не цитировать: руководитель проекта по ошибке или злому умыслу залез в чужой огород и там пытается собрать не принадлежащий ему урожай. Все же и без комментариев эту оценку оставить нельзя. Как бы я прокомментировал это заключение рецензента, если бы такая возможность мне была предоставлена?

Прежде всего я напомнил бы, что с химической точки зрения метамиктные минералы — своеобразные природные наноструктуры: динамичные, изменчивые и требующие изучения всей совокупностью физико-химических методов, теоретических и экспериментальных. Их существование, их проблематика и их свойства выходят далеко за пределы интересов, скажем, минералогии или геохимии. Здесь сталкиваются интересы химии твердого тела, кристаллохимии, коллоидной химии, ядерной химии, радиационной химии и радиационной физики. Конечно, имеются и актуальные прикладные аспекты. (Не будем загружать читателя еще и этими сведениями.) Но прикладные вопросы никогда не дискредитировали необходимость получения фундаментальных знаний. Наоборот, они активизируют проведение этих исследований. Вспомним, например, сколько важнейших научных результатов было получено при становлении ядерной энергетики: открытие деления ядер урана под действием нейтронов (Отто Ган и Фриц Штрассман), создание количественной теории цепных ядерных реакций (Н.Н.Семенов), работы по радиобиологии, по воздействию радиации на генетику человека (Н.В.Тимофеев-Ресовский) и десятки других. И что же, все эти фундаментальные исследования так же оказываются прикладными работами по ядерной энергетике?

Интересно, что второй рецензент реабилитировал наш проект, посчитав представленную НИР фундаментальным исследованием, а изучаемую проблему — междисциплинарной.

Оценка «традиционности» методов

Посмотрим на другой вопрос экспертной анкеты, принципиально важный для понимания методологии экспертизы в целом, — пункт 1.4 «Методы и подходы к решению поставленных задач». Высший балл по нему равен трем, рецензент посчитал, что больше единицы наш проект не заслуживает, то есть выбрал для него значение «планируется использование традиционных подходов и инструментальных методов». Возник вопрос, но не к рецензенту, а к составителям анкеты: чем плохи «традиционные методы»?

В проекте были предложены два инструментальных метода исследования химического состояния атомов: по поглощению рентгеновского излучения (метод XANES) и по испусканию рентгеновского излучения (метод ChemShift). XANES — новейший метод изучения электронной подсистемы твердых тел, разработанный на рубеже XX—XXI веков. Правда, в СПбГУ его нет. Я указал его в плане работ по проекту только потому, что мой ученик в качестве постдока работал в это время в Карлсруэ и Гренобле, где и планировал исследовать наши образцы.

В связи с инструментальным методом ChemShift мне вспоминается такой случай. Однажды я направил тезисы двух докладов на конференцию в Бостон. Тезисы приняли

и пригласили меня принять участие в работе конференции. К сожалению, я не владею разговорным английским, поэтому стараюсь избегать личного участия в международных конференциях. Сославшись на занятость, я попытался уклониться от поездки в Бостон. Но вскоре получил второе письмо, в котором меня снова приглашали на конференцию и обещали оплатить расходы. Дальше отказываться было неприлично, пришлось отправиться в Бостон. Почему американские организаторы конференции столь настойчиво хотели выслушать содержание наших докладов? Объясняю: потому, что в этих работах для исследования метамиктных и кристаллических минералов использовался как раз метод ChemShift, получивший развитие только в России. К тому же он был применен в модификации, развитой исключительно в СПбГУ. (С данной модификацией метода американцы предварительно познакомились, как я узнал в Бостоне, по нашим статьям в журнале «Радиохимия».) Но рецензент посчитал этот метод, как и XANES, традиционным и не представляющим интереса.

Интересно и то, что высший балл по этому пункту получает проект, где, видимо, попутно с основной работой, создается новый инструментальный метод. Понимают ли составители анкеты, что разработка нового метода исследования — это уровень Нобелевской премии? (*См., например, премию 2017 года по химии. — Примеч. ред.*). Допустимо ли, разумно ли предъявлять столь высокие критерии к ординарным научным проектам, среди исполнителей которых в обязательном порядке должна быть значительная доля студентов? Разве не важнее, чтобы методы были надежными, адекватными, информативными, хорошо себя зарекомендовавшими?

Уверен, что в грантовой системе развитых стран столь необычных требований к научным проектам не предъявляют. Об этом можно судить по журнальным статьям: исследования метамиктных структур методами электронной микроскопии или XANES широко публикуются в ведущих международных журналах, с выражением благодарности тому или иному фонду за финансовую поддержку. А если российские исследователи, помимо изучения структуры минералов принятыми во всем мире методами, дополнительно предлагают изучить химические процессы в них и указывает соответствующие методы исследования, то почему это плохо?

Неувязки и просто ошибки

Перейдем к заключительной части экспертной анкеты — «Рецензии эксперта». Читаем (подавляя удивление): «Проект посвящен фундаментальной проблеме изучения метамиктного состояния вещества, подробно изученного к настоящему времени». Но позвольте, в п. 1.1 написано, что проблемы проекта следует отнести «исключительно к прикладным исследованиям». Это не единственная ошибка: при формулировании проблемы исчезло слово «химия». Проект посвящен, как неоднократно было подчеркнуто в обосновании НИР, изучению именно химии метамиктного состояния, в том числе ядерно-химических процессов в метамиктных структурах. Эти вопросы изучены отнюдь не подробно, а крайне слабо, и интерес к ним в мире большой. Привожу пример: в ноябре 2013 года в «Journal of Nuclear Materials» мы опубликовали статью о термохимических процессах в одном из метамиктных минералов. За декабрь статью скачали 86 раз, еще через месяц это число возросло до 130. В конце 2014 года состоялась защита первой в истории СПбГУ диссертации по термическим изменениям в структурах метамиктных минералов (соискатель кандидатской степени — китайская аспирантка Цао Цюсян.) Таким образом, слова рецензента о том, что метамиктное состояние вещества «подробно изучено к настоящему времени», — заблуждение, которое нетрудно развеять.

Читаем рецензию эксперта дальше: «…существенным недостатком проекта является весьма сомнительная возможность практического применения полученных сведений». Это интересный поворот мысли: в десятках лабораторий мира тратят миллионы долларов на изучение метамиктных структур ради «сомнительной возможности практического применения»? Становится окончательно понятно, что рецензент не владеет информацией по проблематике конкурсного проекта. И вот здесь, как ultima ratio, еще раз и со всей очевидностью вытекает необходимость диалогового режима при экспертизе. Авторы должны иметь гарантированную возможность объяснить рецензенту детали, которые ему непонятны или кажутся сомнительными.

Экспертиза экспертной анкеты

Обсуждение любой модели экспертизы — и в формате диалога, и в формате монолога — должно начинаться с ревизии экспертной анкеты. Без ее изменения, сокращения и улучшения прогресса в оценке научных проектов мы не добьемся. Рассмотрим в качестве примера пункт 1.3: «Актуальность поставленных задач». Здесь эксперт должен выявить различие между «несомненно актуальными» (4 балла) и «достаточно актуальными» (2 балла) задачами, решаемыми в проекте. Интересно, где, по мнению авторов анкеты, находится шкала актуальности, позволяющая количественно оценить этот параметр? По моему мнению, этой шкалы вообще не может быть. Но зато этот пункт создает прекрасную возможность для субъективизма и, если хотите, для произвола со стороны эксперта.

Логическим продолжением пункта 1.3 служит пункт 1.8: «Предполагаемое использование результатов работы для прикладного использования». Автор проекта получает высшие 2 балла, если «использование для использования» существенно и убедительно обосновано. Но вот вопрос: если работа запланирована как исключительно фундаментальное исследование, имеет ли она право на существование, на государственную поддержку? В анкете четко обозначено: если прикладное использование не планируется, автор проекта получает 0 баллов. Вот так.

Перед моим мысленным взором встает картина: 1831 год, физическая лаборатория Королевского института, одинокий профессор наматывает на деревянную скалку две параллельные проволоки, устраняя непосредственный контакт между ними с помощью шнурка. Одну проволоку соединяет с аккумулятором (по современной терминологии), другую — с гальванометром и наблюдает интересный эффект: в момент замыкания и размыкания контакта с источником питания ощущается слабое, но воспроизводимое воздействие на гальванометр в цепи другой проволоки.

И что бы сказал наш эксперт, наблюдая этот эксперимент? Скорее всего, то, что обозначено третьей строчкой в п. 1.3: «актуальность поставленных задач неочевидна (0 баллов)». Это тем более вероятно, поскольку Майкл Фарадей не интересовался прикладными возможностями своих открытий и в обосновании своего проекта, как человек абсолютно бескорыстный, чистосердечно признался бы, что практического использования «индуктивных токов» не планирует. Очевидно, поэтому он и испытывал и в жизни, и в лабораторной работе материальные затруднения. К счастью, друзья Фарадея, зная о его стесненном финансовом положении, в 1835 году выхлопотали для него у министра казначейства пожизненную пенсию.

Пункт 1.5 о научно-методическом заделе коллектива. И снова вопрос о критериях. Что такое хороший задел (в анкете — «существенный»)? Сколько лет надо работать над заделом, сколько публикаций он должен включать, как его отличить от «предварительной научно-методической

проработки»? Снова неограниченный простор для субъективных и случайных оценок, непререкаемых выводов и экспертного произвола, что и проявилось в нашем случае: рецензент оценил эту составляющую нашего проекта в 1 балл («задел не очевиден»). А ведь тот материал, который следует рассматривать как задел, отражен в пяти-шести десятках публикаций (статьях, докладах, тезисах докладов, развернутых тезисах) и охватывает примерно 30 лет работы. За это время были изучены радиационно-химические и ядерно-химические процессы в кристаллических и метамиктных минералах самой различной природы, под руководством автора проекта защищены три кандидатские диссертации и десятки дипломных работ. Если это означает, что «задел не очевиден», каков же тогда «существенный» задел? По сути, чтобы научно-методический задел стал очевиден и понятен эксперту, нужно немногое — ему самому быть специалистом в рассматриваемой области, следить за работами коллег. Либо обратиться за помощью к специалистам.

Еще один бессмысленный пункт — 1.7: «Предполагаемое использование результатов работы в учебном процессе». Высший балл равен трем, нам дали два. При этом материалы по теме проекта используются в двух лекционных курсах для студентов магистратуры: «Природные ядерно-химические процессы» и «Научные основы обращения с радиоактивными отходами». Первый имеет теоретическую направленность, второй — прикладную. В соответствии с задачами каждого курса излагаются и сведения о метамиктном состоянии вещества. Напрашивается вопрос: два балла поставлено потому, что этот материал используется только в двух курсах лекций? Чтобы получить три балла, надо включить этот материал в три лекционных курса? Или дело в чем-то другом? Вообще, на основании каких знаний рецензент научного проекта судит о его педагогической стороне? Он знакомился с программами курсов лекций? Знает их объем, направленность, содержание? Нет, ничего этого эксперт не знает, и необходимости это знать у него нет, потому что соответствие экспертных оценок реальной картине никто не проверяет. Более того, проверить было бы трудно: анкета составлена таким хитрым образом, что вместо поощрения за выполнение того или иного пункта (за фундаментальный подход к решению проблемы, за имеющийся научно-методический задел, за выбранные надежные методы исследования, за использование материала проекта в учебном процессе и т. д.) автора, наоборот, постоянно наказывают за недостаточное соответствие критериям для получения высшего балла.

Что делать?

Для нормального рецензирования нужны изменения как в самой экспертной анкете, так и в процессе рецензирования. Прежде всего, не нужно требовать от проекта того, что он не предполагает реализовывать. Например, если прикладной проект не решает фундаментальной задачи или наоборот, это не должно снижать оценки. Исследовательская работа не должна создавать новые методы исследования. Целью научной работы не может быть создание лекционного курса. Все это побочные результаты, запланировать которые нельзя и которые не должны влиять на оценку проекта, тем более что осведомленность в этих аспектах у эксперта может быть ограниченной.

Крайне неудачна попытка дать точную оценку, предоставляя эксперту богатый выбор ответов. Это хорошо известно из практики анкетирования при социологических, маркетинговых и других исследованиях. Показано, что некоторое огрубление факторов создает благоприятные условия для более точной оценки, уменьшая вероятность грубых ошибок, упрощая анализ результатов и подведение общих итогов анкетирования. Поэтому число вариантов ответа нужно уменьшать, заменяя их, где возможно, двоичной системой.

А чтобы была возможность прояснить спорные вопросы, нужно добавить к каждому пункту разделы «Аргументация» и «Вопросы». В первом рецензент обязан обосновать выставленную им оценку по конкретному пункту анкеты, а во втором может задать вопрос автору проекта. Это позволяет перейти к диалоговому режиму рецензирования. Вот его алгоритм.

1. Диалог между рецензентом и автором проекта протекает в письменной форме, но рецензент остается анонимным для автора: все материалы проходят через секретариат фонда.

2. На первом этапе экспертизы рецензенту предоставляется право задать автору проекта уточняющие вопросы по всем пунктам анкеты.

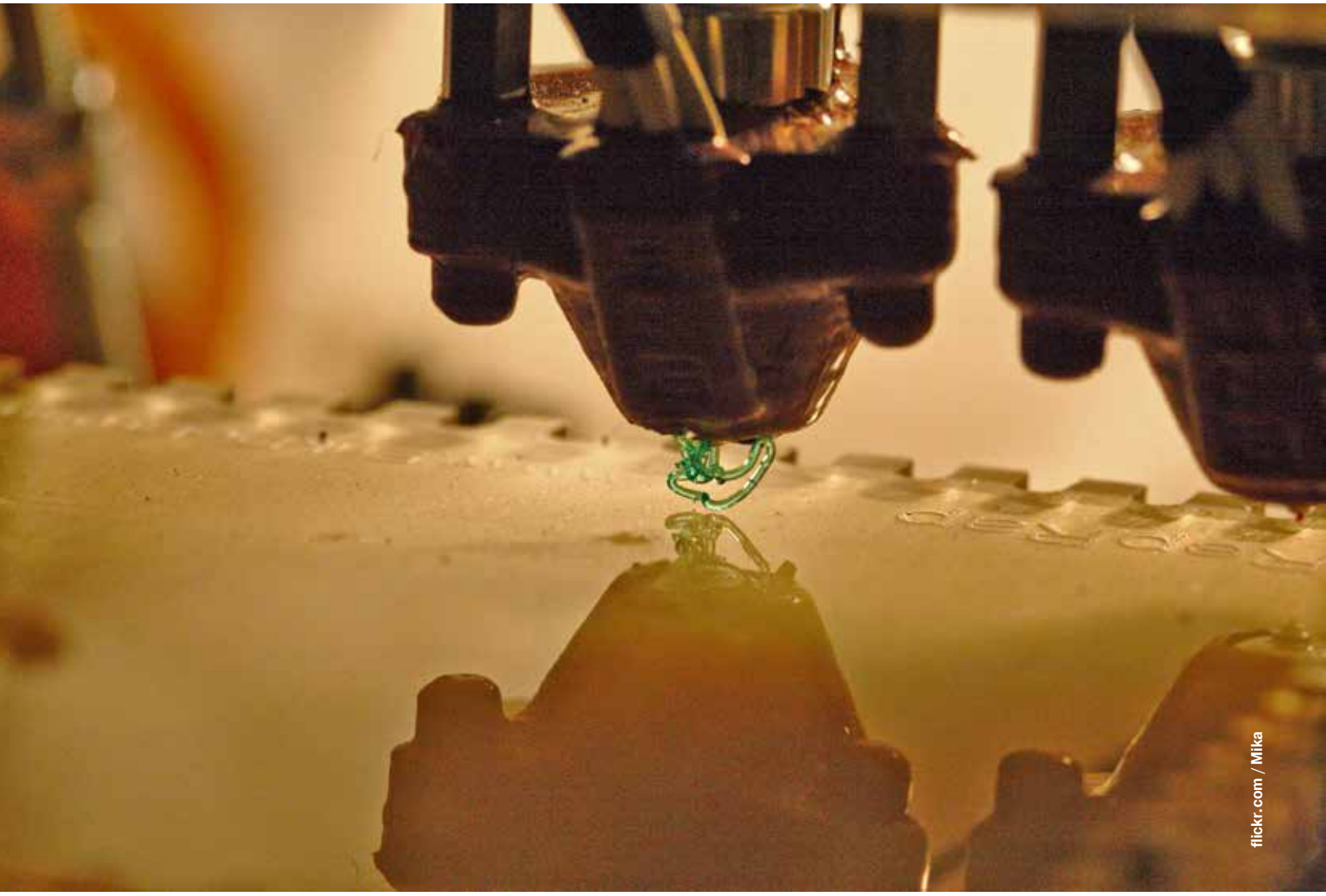
3. Если проект не вызывает вопросов у рецензента, то последний сразу отправляет в секретариат полностью сформированную экспертную анкету со своим обоснованием.

4. Автор проекта знакомится с выставленными в анкете оценками и комментариями рецензента. В случае расхождения мнений ему предоставляется возможность аргументированно оспорить те или иные оценки и обосновать свою точку зрения.

5. Рецензент рассматривает аргументы автора проекта, оценивает их значимость и в случае согласия с ними пересматривает оценку соответствующих пунктов экспертной анкеты в сторону повышения рейтинга заявки.

6. Если согласия достичь не удается, то автор имеет право привлечь третью организацию для независимой экспертизы проекта по конкретному пункту анкеты. Результаты этой экспертизы должны учитываться при подведении результатов конкурса заявок. Включение этого пункта в процедуру экспертизы отражает скорее юридическую возможность, нежели практическую необходимость. С большой вероятностью можно утверждать, что при разумной корректировке анкеты, с одной стороны, и аргументированности доводов рецензента и автора проекта — с другой, прибегать к помощи третейского суда не потребуется.

У такого подхода много преимуществ. Например, рецензент, зная, что ему предстоит выслушать возможные возражения, станет более ответственно относиться к оцениванию. С другой стороны, автор проекта, имея возможность оспорить сомнительные выводы, будет больше доверять экспертизе. Такая открытая система повысит качество как самих проектов, так и экспертных оценок, и появится реальная гарантия того, что в конкурсе НИР будут побеждать лучшие.



flickr.com / Mika

Революции не будет

Уже много лет, наверное, с начала века, издания, которые хоть как-то следят за новостями науки и техники, обещают нам скорое наступление эпохи 3D-печати. Кажется, вот-вот уйдут в прошлое нелепые ситуации, когда купить новую вещь едва ли не проще, чем найти копеечную запчасть для старой, вроде крышечки для объектива фотоаппарата. Можно будет зайти в киоск на углу или к приятелю — любителю помастерить, скачать из интернета файл с описанием модели, и за несколько минут умная машина изготовит искомую крышечку. А еще 3D-печать — идеальный инструмент для художников. Творишь себе на экране, в виртуальном пространстве, а чудесная машинка превращает трехмерное изображение в реальный предмет.

Увы, эта эпоха все не наступает. Нет ни сети киосков 3D-печати, подобных сети фотографических мини-лабов, которые существовали на излете пленочной фотографии, хотя уже сейчас 3D-принтеры не дороже тех проявочных автоматов, ни волны распространения таких устройств среди любителей что-то делать своими руками. Хотя еще в 2006 году я писал у себя в Живом журнале про проект reprap — попытку разработать 3D-принтер, способный напечатать все детали себя самого. Появись такие машины, они стали бы размножаться как саранча. Пришел в гости к приятелю, увидел машинку, говоришь: «Я тоже такую хочу», а приятель: «Нет проблем, сейчас напечатаю. Только вот этот моторчик купить придется».

Очевидно, что, если бы 3D-принтеры оправдывали те ожидания, которые на них возлагаются, были бы и киоски 3D-печати на каждом углу, и домашние 3D-принтеры примерно у каждого десятого, и разные порошки для этих принтеров продавались бы в обычных супермаркетах. Но ничего этого нет.

Я вижу две причины такой ситуации.

Первая причина — техническая. 3D-принтер может далеко не все. Современная техника использует множество разных материалов — металлы и сплавы, керамику, пластмассы, стекло. И каждый из них применяется там, где необходимы именно его свойства.

Идея 3d-печати заключается в том, что все необходимые детали формируются прямо на рабочем столе принтера из одного и того же порошка, в крайнем случае из нескольких, менее десятка, которые можно заправить в один картридж, примерно как чернила разных цветов в цветном принтере. Кроме того, условия, в которых этот порошок

должен превращаться в монолитное изделие, попадают в довольно узкий диапазон.

Человеческая цивилизация за несколько тысяч лет своей истории разработала множество способов обработки материалов: точение, фрезеровку, ковку, штамповку, литье.

Многие из этих способов, например ковка или штамповка, меняют не только форму материала, но и его внутреннюю структуру, делая возможным создание изделий с лучшими механическими свойствами, чем просто при резке. 3D-принтеру это недоступно.

Другие методы, такие как литье в форму, позволяют работать с материалами, которые твердеют не сразу, а требуют часов, если не дней. 3D-принтер так тоже не может. Ему требуется материал, каждый новый слой которого за секунды становился таким твердым, чтобы не только удерживаться на предыдущем, но и выдерживать нагрузку последующих.

Кстати, любой способ обработки материала имеет свои ограничения на формы, которые с его помощью можно придать изделию. При обработке резанием приходится предусматривать технологические отверстия и пазы, чтобы отвести режущий инструмент, литье требует задуматься о том, куда будут выходить образующиеся при остывании материала газы и т. д.

3D-печать в этом смысле не исключение. Далеко не всякая форма будет устойчиво стоять на столе 3D-принтера и терпеливо дожидаться, пока головка сформирует вышележащую часть изделия. С внутренними полостями, которые необходимо перекрыть сверху, тоже есть некоторые сложности.

Кроме того, в нашей практике очень распространены композитные материалы, в которых из одного материала создается каркас, обеспечивающий прочность на разрыв, а другой придает изделию жесткость или упругость. Железобетон, стеклопластик, текстолит, резина с кордом — все эти материалы просто так не напечатаешь.

Даже если удастся создать 3D-принтер, работающий с материалами сложной структуры, он будет дорогим и медленным, и его будет целесообразно использовать только в особых случаях. Например, при собирании органов для трансплантации из выращенных в культуре клеток или изготовлении ракетных двигателей, причем не серийных, а экспериментальных, когда возможность изменить форму изделия, не переделывая разнообразную оснастку, оказывается важнее, чем некоторое ухудшение механических свойств и замедление процесса изготовления.

А еще есть такая технология, как порошковая металлургия. Она появилась уже несколько веков назад и тоже, как и 3D-печать, формирует изделия из порошка. Но поскольку порошок при этом засыпают в форму, удерживающую геометрию изделия до завершения процесса спекания, диапазон доступных режимов давления и температуры, которые можно применять для превращения порошка в монолит, гораздо шире. Правда, необходимость изготовления формы существенно усложняет и замедляет изготовление уникальных изделий по сравнению с 3D-печатью.

flickr.com / Brian Suda

МЫСЛИ О БУДУЩЕМ

Вторая причина — экономическая. Она заключается в том, что Земля большая и хорошо связана транспортными артериями. Поэтому почти любое изделие выгодно производить серийно, в специализированных цехах, и доставлять оттуда в любую точку планеты. А поскольку развитие интернет-торговли к тому же позволяет легко найти производителя, который уже изготовляет то, что нужно, или которому можно недорого заказать партию изделий, то и связываться с 3D-печатью зачастую нет смысла.

Вот почему уникальные изделия, те, в которых как раз наиболее ярко проявляются преимущества 3D-печати, нужны оказываются не так уж часто. Если мы почти полностью отказались от пошива одежды в ателье и покупаем в магазинах готовые рубашки, которые ближе к телу, что ж говорить о том, что от тела дальше?

Я полагаю, однако, что ниша для 3D-печати в технике есть. Такие же надежды, как на 3D, когда-то возлагались на пластмассы, металл и стекло (в строительстве), клеи. И тем не менее дома продолжают строить из кирпича, доски соединяют гвоздями, а железа и алюминиевых сплавов вокруг нас, пожалуй, не меньше, чем пластмасс. Но там, где это удобно и выгодно или даже просто красиво, мы видим и пластмассовые детали, и небоскребы из стекла и металла, и клеевые соединения.

Точно так же и изделия, изготовленные методом 3D-печати, найдут свое место в окружающем мире. Они не заменят штампованных или выточенных на станках изделий, а дополнят их. А литье и 3D-печать — это вообще дружественные технологии. Вот для изготовления моделей и форм для отливки 3D-печать практически идеальна.

Так что революции в технике не будет. Будет поступательное развитие.

Виктор Вагнер

Физик странный и неожиданный

Кандидат биологических наук
С.В. Багоцкий

Двадцатого декабря 2017 года исполняется 100 лет со дня рождения выдающегося американского физика и философа Дэвида Джозефа Бома (1917—1992). Человек, который подверг сомнению копенгагенскую интерпретацию квантовой механики, создатель голографической модели Вселенной, друг Джидду Кришнамурти.

Дэвид Бом родился в еврейской семье, эмигрировавшей в США из закарпатского городка Мукачево (до 1917 года территория Австро-Венгрии, после 1939 года — Советского Союза). Отец Дэвида был владельцем мебельного магазина, однако мальчик не питал склонности к бизнесу, предпочитая размышлять о мировых проблемах. Эти размышления привели его к мысли стать физиком.

После окончания колледжа Дэвид Бом поступил в Калифорнийский университет в Беркли — один из самых сильных в США. Там он познакомился с выдающимся физиком Робертом Оппенгеймером (1904—1967) и вскоре вошел в число его любимых учеников. По вечерам у Оппенгеймера собиралась компания молодых физиков и начинались бесконечные беседы о мировых проблемах. По всей видимости, эти беседы сформировали Бома и как исследователя, и как личность.

Дэвиду Бому не особенно нравилась экспериментальная работа. Он больше любил размышлять и поэтому специализировался по теоретической физике. С 1947 по 1950 год Бом работал в Принстоне вместе с Альбертом Эйнштейном, который высоко ценил молодого коллегу. Будучи исследователем романтического склада, Бом интересовался самыми разными проблемами, от элементарных частиц до физики твердого тела.

В компании учеников Оппенгеймера Бом познакомился с коммунистическими идеями и вступил в Коммунистический союз молодежи США. Через несколько лет, в эпоху маккартизма, ему из-за этого пришлось несколько месяцев отсидеть в тюрьме. После освобождения Бом переехал в Бразилию, а затем в Израиль.

Сидя в тюрьме, Дэвид Бом, как и подобает настоящему человеку науки, размышлял о физике. Результатом его размышлений стала книга «Квантовая механика» (1951), содержащая четкое изложение взглядов, общепринятых в науке того времени. Но уже в 1952 году он опубликовал две статьи, в которых высказал прямо противоположные мысли.

Чтобы разобраться в сути идей, предложенных Бомом, следует вспомнить историю квантовой механики. До 1900 года в физике господствовала волновая теория света. Однако в 1900 году Макс Планк показал, что трудности в теории излучения абсолютно черного тела легко преодолеваются, если предположить, что свет излучается отдельными частичками — квантами. При этом энергия отдельного кванта пропорциональна частоте волны. А в 1905 году Альберт Эйнштейн предложил объяснение для парадоксов фотоэффекта (испускание электронов веществом под действием света или другого электромагнитного излучения): например, максимальная кинетическая энергия вырываемых светом электронов линейно возрастает с частотой света и не зависит от его интенсивности. Это становится понятным, если предположить, что свет поглощается отдельными частицами, энергия которых пропорциональна частоте волны. (В 1929 году американский физикохимик Гильберт Льюис назвал эти частицы света фотонами.) В 1913 года Нильс Бор предложил свою модель строения атомов, согласно которой электроны в атоме могут находиться лишь в состояниях с дискретными уровнями энергии. Переход электрона из одного состояние в другое происходит при излучении или поглощении кванта, энергия которого равна разнице энергий между двумя состояниями. С точки зрения классической физики все это выглядело необъяснимо.

В 1923 году французский физик Луи де Бройль высказал предположение о том, что не только волны могут обладать свойствами частиц, но и любые частицы — свойствами волн. Это предположение экспериментально подтвердили в 1927 году Клинтон Дэвиссон и Лестер Джермер в опыте по дифракции электронов.

Все эти результаты наводили на мысли о том, что микромир не подчиняется законам классической физики, в нем действуют иные законы. С середины 1920-х годов начинаются

попытки сформулировать эти законы. В 1925 году Вернер Гейзенберг, Паскуаль Иордан и Макс Борн предложили описывать поведение объектов микромира с помощью особым образом построенных матриц, а в 1926 году Эрвин Шредингер — с помощью волнового уравнения, названного несколько позже уравнением Шредингера.

В 1926 году Макс Борн предположил, что волновыми свойствами обладает вероятность нахождения частицы в определенной точке. Эта идея легла в основу копенгагенской интерпретации квантовой механики, которую создали в 1927 году Нильс Бор и Вернер Гейзенберг (впрочем, сам термин «копенгагенская интерпретация» появился значительно позже).

Копенгагенская интерпретация принципиально различает квантовые состояния объектов и их наблюдаемые в эксперименте параметры. Квантовое состояние описывается уравнением Шредингера и характеризуется набором вероятностей, которые могут принимать те или иные параметры при измерении. Измерение — это процесс взаимодействия объекта микромира с объектом макромира, подчиняющимся законам классической физики. Именно в результате измерения параметр квантового объекта приобретает определенное значение. Вне измерения говорить о параметрах бессмысленно: имеет смысл говорить лишь о волновой функции, зависящей от координат и, в общем случае, от времени. Из волновой функции можно вычислить вероятности разных значений параметров, которые будут получены при ближайшем измерении.

В квантовом мире однозначные причинно-следственные связи существуют только для волновых функций, но не для реально измеряемых параметров.

Важно, что процесс измерения меняет волновую функцию. Это обстоятельство порождает принцип неопределенности: есть пары параметров, значение которых нельзя одновременно определить достаточно точно. Чем точнее определяется один параметр, тем с большей ошибкой определяется другой. Произведение ошибок при определении двух параметров не может быть меньше постоянной Планка. Этот вывод сформулировал в 1927 году Вернер Гейзенберг.

Главное в копенгагенской интерпретации квантовой механики — принципиальная неоднозначность результатов измерений. Квантовые частицы ведут себя, как герои Достоевского — их наблюдаемое поведение непредсказуемо, можно говорить лишь о вероятности того, что они будут вести себя определенным образом.

Копенгагенская интерпретация была доложена Нильсом Бором на Пятом Сольвеевском конгрессе в 1927 году в Брюсселе. Против нее решительно выступили многие физики, для которых принципиальная непредсказуемость результатов измерений была неприемлемой. В частности, Альберт Эйнштейн. «Я убежден, что Бог не играет в кости», — говорил великий физик. «Эйнштейн, не указывайте Богу, что ему делать», — парировал Бор.

Альтернативные интерпретации не имели успеха, и в 1930-х годах копенгагенская интерпретация квантовой механики стала общепринятой. Лишь 20 лет спустя на нее посягнул Дэвид Бом.

В 1935 году Эйнштейн вместе с Борисом Яковлевичем Подольским и Натаном Розеном предложил идею мысленного эксперимента, позволяющего одновременно измерить и координату, и импульс частицы с точностью, превосходящей ограничения принципа неопределенности. Сущность идеи заключается в том, что одна квантовая частица распадается на две, у одной части с большой точностью измеряется координата, у другой импульс, а остальное определяется с помощью вычислений, основанных на законах сохранения. Эта идея получила название «парадокса Эйнштейна — Подольского — Розена» (парадокс ЭПР). Почему такой эксперимент невозможен, стало понятно только в 1960-х годах.

Вероятностная интерпретация не удовлетворяла и Луи де Бройля. В 1927 году он предложил гипотезу «волны-пилота», предполагавшую существование у квантовых объектов детерминированных параметров: эти внутренние, неизвестные нам параметры, которые имеют однозначное значение и однозначно определяют результаты измерения. Они получаются из волновой функции с помощью «управляющего уравнения». Но здесь есть маленькое коварство. Волновая функция задана на всем пространстве, а частица будет обнаружена в некой конкретной точке. Следовательно, скрытые параметры частицы нелокальны, и в предельном случае их значение определяется тем, что происходит во всей Вселенной.

Вслед за де Бройлем Дэвид Бом склонялся к мысли о том, что существует единая волновая функция для Вселенной, из которой получается все остальное. Поэтому все в мире связано со всем. Сегодня предложенная им интерпретация квантовой теории известна как теория де Бройля — Бома, теория волны-пилота, механика Бома или причинная интерпретация.

Главный смысл работ Бома заключался в том, что они расшатали веру в единственность копенгагенской интерпретации квантовой механики. Пять лет спустя аспирант из Принстона Хью Эверетт (1930—1982) в своей диссертации предложил принципиально новую многомировую интерпретацию. (Она предполагает существование параллельных, или множественных, вселенных — в них действуют одни и те же законы природы, им свойственны одни и те же мировые константы, но они находятся в различных состояниях. Это допущение позволяет уйти от головоломных парадоксов копенгагенской интерпретации.) Свои идеи Эверетт обсуждал с Нильсом Бором, но патриарх их не одобрил, и в дальнейшем Эверетт ушел из физики, занявшись (вполне успешно) математическим моделированием в бизнесе.

Однако в 1997 году на симпозиуме в Балтиморе его организаторы устроили среди 48 физиков опрос о том, какая интерпретация квантовой механики представляется наиболее правильной. Из них 18 честно ответили «не знаю», 13 поддержали копенгагенскую интерпретацию, 8 — интерпретацию Эверетта, 4 — интерпретацию Бома, 5 — другие интерпретации.

В 1955 году Дэвид Бом по приглашению Натана Розена приезжает в Израиль, где работает в ведущем института страны — Технионе в Хайфе. С 1957 года и до выхода на пенсию в 1984 году он жил и работал в Великобритании.

В 1950-х годах Дэвид Бом вместе со своим израильским учеником Якиром Аароновым выполнили очень интересную теоретическую работу, которую затем удалось подтвердить экспериментально. Ее сущность заключается в том, что электрон может чувствовать наличие электромагнитного поля там, где вероятность нахождения электрона равна нулю. Это явление получило название «эффекта Ааронова — Бома».

Совсем недавно, в 2012 году, восьмидесятилетний Якир Ааронов опубликовал сумасшедшую теорию, согласно которой процесс измерения может влиять не только на будущее, но и на прошлое состояние волновой функции.

В конце 1950-х годов Дэвид Бом познакомился с сочинением индийского философа Джидду Кришнамурти (1895—1986), а вскоре и с ним самим. Их дружба продолжалась четверть века.

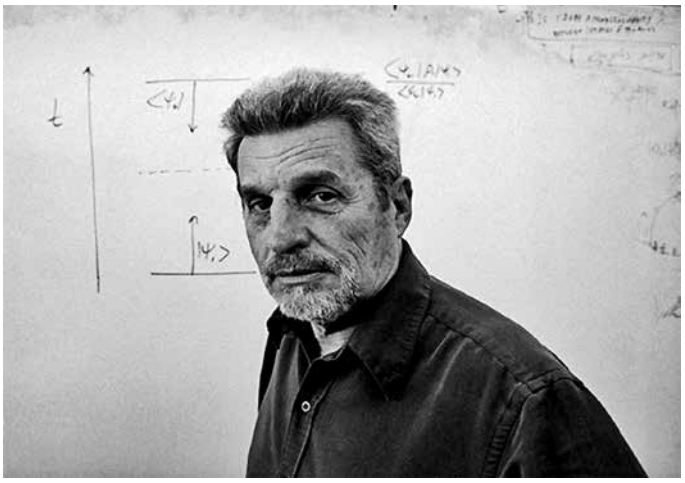
На рубеже XIX—XX веков в мире появилось множество «духовных учителей», призывающих слушателей перестроить свое сознание ради усвоения неких высших истин. Среди таких учителей были Анни Безант (1847—1933) и Чарльз Ледбитер (1854—1934). Они были поклонниками и пропагандистами учения, получившего название «теософия», и жили в Индии. Однажды Ледбитер встретил мальчика, чья аура, «лишенная малейших признаков эгоизма», ему очень понравилась. Теософы взяли мальчика на воспитание и всерьез занялись его образованием, полагая, что в будущем из него выйдет великий учитель. Этим мальчиком и был Джидду Кришнамурти.

Джидду действительно стал странствующим философом и проповедником, но сформировавшиеся у него взгляды оказались не вполне такими, как ожидали его учителя. Он считал, что никто в мире не обладает монополией на истину и что нет и в принципе не может быть такого «гуру», который привел бы своих учеников к истине за ручку. Человек должен искать истину сам, и он может найти частичную истину, но она бесконечна, поэтому бесконечен и ее поиск. «Истина, будучи безграничной, бесконечной, недостижимой каким бы то ни было путем, не может быть организована; и не следует формировать никаких организаций, дабы вести людей или держать их определенного направления», — говорил он также. Подобная точка зрения делала невозможным его сотрудничество с теософами, да и с любыми другими движениями, претендующими на обладание абсолютной истиной.

Кришнамурти отрицал свою принадлежность к какой-либо национальности, касте, религии или философии. Он ездил по свету, выступал перед людьми, писал книги. Самые известные среди них — «Первая и последняя свобода» и «Единственная революция». Как сказала одна из исследовательниц деятельности Кришнамурти Мэри Латьенс: «Он поставил себе задачу высвободить людей из пут, отделяющих одного человека от другого, таких, как раса, религия, национальность, деление на классы, традиции, чтобы посредством этого трансформировать человеческую психику».

Дэвид Бом и Джидду Кришнамурти много беседовали на научные и философские темы, даже выступали вместе, ведя диалоги перед публикой. Каждый находил у другого неожиданные параллели с собственными идеями; так, и квантовый физик, и индийский философ были убеждены в том, что все на свете взаимосвязано.

Дэвид Бом и Джидду Кришнамурти



Якир Ааронов

В 1965 году ирландский физик-теоретик Джон Стюарт Белл сформулировал так называемую теорему Белла. Согласно этой теореме, возможны два принципиально разных способа описания событий, происходящих в квантовом мире: детерминистский и вероятностный. Но при этом детерминистский способ обязательно должен быть нелокальным, то есть учитывать взаимодействия с объектами, находящимися на очень далеком расстоянии, в пределе — со всеми объектами, имеющимися во Вселенной. С философской точки зрения это означает, что для детерминистического описания мира нужно учитывать связи всего со всем и рассматривать Вселенную как целостный объект. Эта подход лег в основу голографической модели Вселенной, которую Дэвид Бом начал разрабатывать в 1970-х годах.

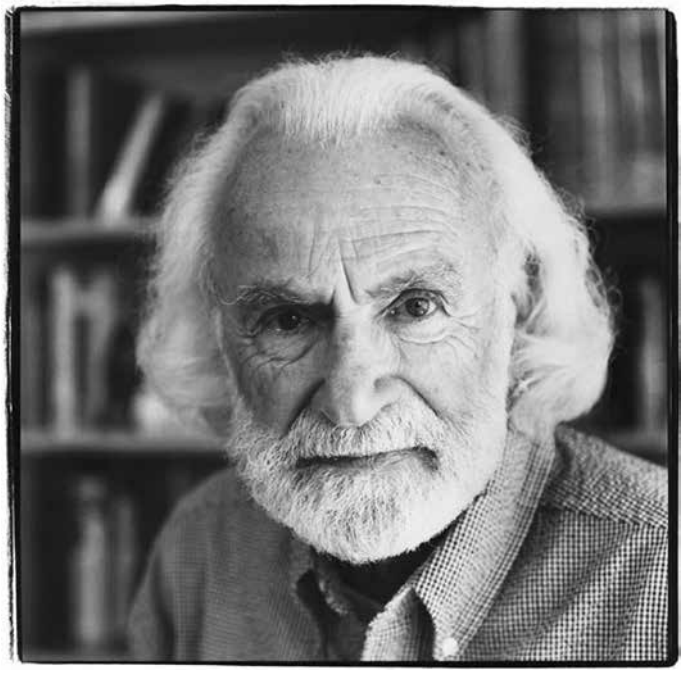
Голографию изобрел в 1947 году работавший в Великобритании венгерский физик Денеш Габор. Ее сущность заключается в том, что реальные объекты можно трансформировать в параметры электромагнитного излучения, а потом с помощью этого излучения строить изображения объектов. В 1962 году советский физик Юрий Николаевич Денисюк придумал способ построения голографических изображений в трехмерном пространстве. На это его вдохновил рассказ Ивана Ефремова «Тень минувшего».

В модели Дэвида Бома объекты нашего мира — это голограммы, построенные, правда, не электромагнитным излучением, а какой-то внутренней, непосредственно не наблюдаемой, но объективной реальностью. Все электроны в мире одинаковы потому, что они являются разными голографическими изображениями чего-то одного и того же.

Вообще говоря, модель Бома нельзя считать вполне оригинальной: два с лишним тысячелетия назад нечто подобное утверждал Платон, сравнивший объекты окружающего мира с бледными тенями, отбрасываемыми их идеями на стену пещеры. В модели Платона идеи более реальны, чем объекты, в которых они воплощаются.

Для Бома немаловажное значение имеет то, что ненаблюдаемая реальность, порождающая природные объекты, в отличие от самих объектов, в соответствии с теоремой Белла не локализована в пространстве. Более того, в каждом отдельном участке пространства содержится полная информация, необходимая для того, чтобы построить изображение, а также вся информация о настоящем, прошлом и будущем. Таким образом, Вселенная представляет собой единое целое, все части которой взаимосвязаны.

Идеи Дэвида Бома в дальнейшем развивал голландский физик-теоретик Герард Хоофт (род. 1946 году). На основании голографической концепции он сделал вывод о том, что внутренние свойства любой ограниченной системы однозначно



Карл Прибрам

определяются физическими параметрами ее границ. А в 2008 году американский астрофизик, философ и писатель Крейг Хоган распространил этот вывод на всю Вселенную.

Работы Дэвида Бома вдохновили американского нейрофизиолога Карла Прибрама (1919—2015) на создание голографической модели сознания.

Исходным шагом для построения этой модели стал поиск ответа на вопрос «где локализована память?». Впервые экспериментально ответить на этой вопрос попытался великий канадский нейрофизиолог и нейрохирург Уайлдер Грейвс Пенфилд (1891—1976). Он разработал методику электростимуляции отдельных частей мозга человека во время операции, что позволило многое узнать об их функциях. В конце 1920-х годов Пенфилд попытался понять, где в мозгу хранится память, и нашел участки мозга, при стимуляции которых возникали воспоминания о давно забытом. Эти воспоминания хирургу в подробностях рассказывали его пациенты, находившиеся под местной анестезией. Отсюда Пенфилд сделал два вывода: во-первых, человек помнит значительно больше, чем считали ранее, во-вторых, память локализована в определенных участках коры головного мозга — тех самых, при раздражении которых появлялись воспоминания. (Вообще говоря, второй вывод из экспериментов Пенфилда однозначно не следует. Его данные могут иметь и другое объяснение: раздражаемые участки лишь запускают процесс воспоминания.)

Карл Прибрам и его старший коллега Карл Спенсер Лэшли подошли к проблеме локализации памяти с другой стороны. Они вырабатывали у крыс различные навыки, а потом удаляли разные части мозга. И оказалось, что нет таких участков мозга, при удалении которых выработанные навыки полностью исчезают. А потом появились такие же данные и на людях. Это означало, что память не локализована в каких-то отдельных участках мозга. Лэшли обнаружил еще один потрясающий факт: удаление 98% зрительной коры у кошек не мешало им нормально ориентироваться с помощью зрения.

В 1960-х годах Прибрам случайно познакомился с голографией и пришел к мысли, что в основе работы мозга лежат аналогичные принципы. Он предположил, что сохранение информации обеспечивают электрические колебания в сетях нейронных волокон (не связанные с обычными потенциалами

действия). Эти колебания, будучи волнами, создают интерференционные картины, в которых и хранится информация, так же, как в голограмме. Тогда отдельные участки нервной ткани, как и любая часть голограммы достаточного размера, могут содержать всю сохраненную информацию. Такая идея позволяла объяснить отсутствие локализации памяти в мозге, а также ее огромную емкость, которую один из создателей кибернетики Джон фон Нейман оценил в 10^{20} бит.

Уже в 1970-х годах сын Карла Прибрама, профессиональный физик, посоветовал отцу прочесть работу Дэвида Бома, посвященную голографической модели Вселенной. Прибрам был в восторге, незамедлительно познакомился с автором, и вскоре в околонаучной литературе их имена начали упоминаться вместе. Идеи Прибрама не получили широкого распространения, но с тех пор появились другие модели, использующие сходные соображения.

Дэвид Бом скоропостижно скончался от сердечного приступа 27 октября 1992 года в Лондоне, не успев закончить свою последнюю книгу «Неделимая Вселенная».

Научное наследие Бома вызывает большие споры. И его труды, и труды его последователя Крейга Хогана весьма популярны среди любителей мистики. Ненаблюдаемая и пространственно нелокализованная внутренняя реальность Бома и Прибрама у многих ассоциируется с такими понятиями, как «биополе», «бессмертная душа», представления о внутренней ненаблюдаемой реальности — с представлениями об иллюзорности мира наблюдаемых нами объектов. Все это, разумеется, не так. Дэвид Бом не был мистиком, он был серьезным физиком. Физики же отличаются от мистиков тем, что исследуют мир, а не создают квазирелигиозные учения, основанные на озарениях и спекуляциях.

На сегодня идеи Бома и Прибрама остаются игрой ума. Однако эта игра не только занимательна, но и полезна. Она расширяет наши представления о пространстве логических возможностей, в котором следует искать истину.

В 1950-х годах в биологии произошла «информационная революция»: стало очевидным, что объекты живой природы могут существовать как в форме генотипа (последовательности нуклеотидов в ДНК), так и в форме фенотипа. Генотип не обладает физическими свойствами фенотипа, но вместе с тем этот фенотип порождает, поскольку информация о фенотипе хранится в генотипе. Представим, что Дэвид Бом окажется прав, — тогда «информационная революция» распространится на физику. Вслед за Платоном нам придется признать, что физические объекты имеют свой «генотип», и новая физика, которая возникнет на основе этой концепции, приобретет какие-то черты современной биологии. Но какой станет эта физика, представить в настоящее время невозможно.

Мамей сапота — мармеладная слива

Много веков назад индейцы, населявшие территорию современной Южной Мексики, выращивали сладчайший фрукт мамей сапоту. Он был так хорош, что местные жители даже выплачивали его плодами дань, кому следовало. А потом пришли испанцы и стали сгонять индейцев с их земель. Для этого они уничтожали посевы традиционных сельскохозяйственных культур и вырубали деревья сапоты. Индейцы ушли, но сапоту не забыли.

Что это за фрукт? Научное название мамей сапоты — *Pouteria sapota*. Это тропическое дерево семейства сапотовых (Sapotaceae) высотой до 40 м с прямым, толщиной до метра стволом. Плодоносить оно начинает в 15—18 лет и продолжает, как говорят, лет до ста. Плод мамей сапоты овальный, крупный, 10—25 см в длину и 8—12 см в поперечнике, с тонкой, коричневой, шершавой кожицей и красновато-оранжевой мякотью. В середине плода — крупная темная косточка длиной 5—8 см. Весит такой плод в среднем около килограмма, но бывают и более крупные.

Слово «сапота» произошло от «tzapotl», что на языке натуаль означает «круглый сладкий плод с крупными семенами», а «мамей» от «mama» — руки. Согласно другой версии, «mamey» на одном из индейских наречий значит «оранжевый». Крупных плодов с косточкой в тропической Мезоамерике много, соответственно много и сапот. Есть желтая, черная, белая. Наша сапота — красная. А еще ее называют мармеладным плодом, мармеладной сливой и матерью всех фруктов.

Мякоть спелого плода сливочной консистенции, очень сладкая, ее вкус принято описывать как сочетание тыквы, шоколада и миндаля или же сладкого картофеля, авокадо и меда. Плод еще и ароматный, поэтому на мексиканских рынках стоит дороже других фруктов и считается роскошью. А в США придется заплатить от пяти до семи долларов за штуку.

Как его едят? Спелый плод разрезают пополам, вынимают косточку и едят мякоть ложкой. Можно и дольками есть, но без кожицы — она несъедобная.

Из мякоти делают сок и смузи, мороженое и молочные коктейли, начинки для пирогов. Люди, имевшие возможность сравнить сапоту с тыквой, уверяют, что и пирог из нее надо печь по рецепту тыквенного, в готовке он проще, а получается вкуснее. Мякоть можно консервировать: из нее делают мармелад и джем, замораживают и даже сушат. Незрелые плоды готовят как овощи.

Как выбрать плод? Полностью созревший плод мягкий на ощупь, однако такие редко встречаются как на деревьях, так и в магазине. Поэтому знатоки советуют поскрести ногтем кожицу около ножки плода. Если под ней открывается оранжевая мякоть, можно смело брать — фрукт дозреет через недельку. В пластиковом пакете в холодильнике он хранится несколько недель. Плод, сорванный зеленым, уже не поспеет, только сгниет. Остается его или сварить, или потушить, как тыкву.

Семена. Они у мармеладной сливы очень крупные и пахнут горьким миндалем. Семена съедобны и питательны, в них 11% белков, 26% углеводов, 45—60% жиров и 0,18% таннинов. В странах Центральной Америки их продают, очистив от кожуры и нанизав на палочку или шнурок. Очищенные ядра жарят, варят, измельчают в порошок. Смешав его с какао, получают горький шоколад, а на юге Мексики из толченых ядер, кукурузной муки, сахара и корицы делают питательный напиток «позол».

Из семян выжимают густое, белое масло, напоминающее по консистенции вазелин. Его основные жирные кислоты — мононенасыщенная олеиновая и насыщенные стеариновая и пальмитиновая. Свежее масло съедобно. Индейцы его использовали, чтобы зафиксировать рисунки на традиционных бутылях из тыквы и других изделиях. Масло пользуется спросом в мыловаренной, косметической и фармацевтической промышленности. К сожалению, оно еще мало изучено, однако исследователи, в том числе мексиканские, взялись за эту проблему всерьез.

Незрелые семена содержат 0,28% цианидов, в спелых их количество уменьшается на порядок. Цианиды входят в состав ароматического гликозида люкумина.

Чем полезна мамей сапота? Белков и жиров в ее мякоти почти нет, зато она содержит 32% углеводов, в том числе 20% сахаров. Плоды особенно богаты витаминами B_6 и С, в них также много рибофлавина, ниацина, витамина Е, каротиноидов, магния, калия и диетических волокон.

Высокий уровень полифенолов обеспечивает антиоксидантную активность мякоти. Считается, что плод благодаря ниацину и кальцию нормализует сон, очищает сосуды, способствует росту костей и зубов.

Почти панацея. Вот мы и добрались до лекарственного значения мамей сапоты. Ее широко применяют в традиционной медицине во всех странах, где выращивают, а на Кубе, кажется, используют при всех болезнях. Мякоть плода обеззараживает и успокаивает, лечит головную боль, желудочно-кишечные и венерические заболевания. Настойка коры — средство от кашля, отвар коры и листьев назначают при атеросклерозе и гипертонии. Кора на вкус горькая и вяжущая. Млечный сок растения — рвотное и антигельминтное средство, удаляет бородавки и кожный грибок.

Ацтеки использовали оболочки семян как средство от эпилепсии, современные мексиканцы перемалывают их в порошок, разводят вином и принимают от камней в почках и ревматизме. Отваром семян промывают воспаленные глаза и лечат гипертонию. Жмых используют как компресс при кожных раздражениях. Сердцевина семян улучшает пищеварение, а масло обладает мочегонным действием и препятствует выпадению волос, хотя и не способствует их росту. Способность масла сапоты сохранять шевелюру подтвердили в 1970 году специалисты Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе.

Найти и собрать. Природный ареал *P. sapota* — юг Мексики и север Центральной Америки. Мармеладная слива любит жару, влажность и малую высоту над уровнем моря. Испанцы, попав в Америку, сразу оценили фрукт и масло и уже в начале XVI века завезли дерево на Филиппины. Сейчас его выращивают и в других странах с подходящим климатом, в том числе на юге США, в Бразилии, Коста-Рике, Индонезии, Малайзии, Индии и Вьетнаме. Задумываются над разведением мамей сапоты в Испании, Израиле и в Австралии.

Сбор урожая — дело непростое. Чтобы плод созрел, должно пройти от 13 до 24 месяцев, причем на одном дереве одновременно встречаются и цветки, и фрукты разной степени спелости. Сборщик не может рвать все подряд, ему приходится выбирать плоды, которые скоро поспеют, а зеленые оставить дозревать. Для этого нужно залезть на дерево. Сделать это не очень сложно: хотя дерево и высокое, ветви начинаются низко над землей, и стоять на них удобно. Длинной палкой с лезвием на конце сборщики срезают выбранные плоды.

Как ни странно, мексиканцы, подарившие миру эту культуру, собирают плоды в лесу с дикорастущих деревьев, в крайнем случае сажают несколько штук рядом с домом. Мармеладное дерево в лесу встречается редко, порой по одному на гектар, так что на поиск плодов у сборщиков уходит много времени и сил. Одно дерево дает от 40 до 100 кг, в зависимости от возраста дерева и диаметра плодов. Чтобы собрать тонну сапоты, нужно обобрать 25 деревьев и пройти около 30 км. Собранные плоды в сетках перетаскивают к дороге, откуда на осликах отвозят на рынок.

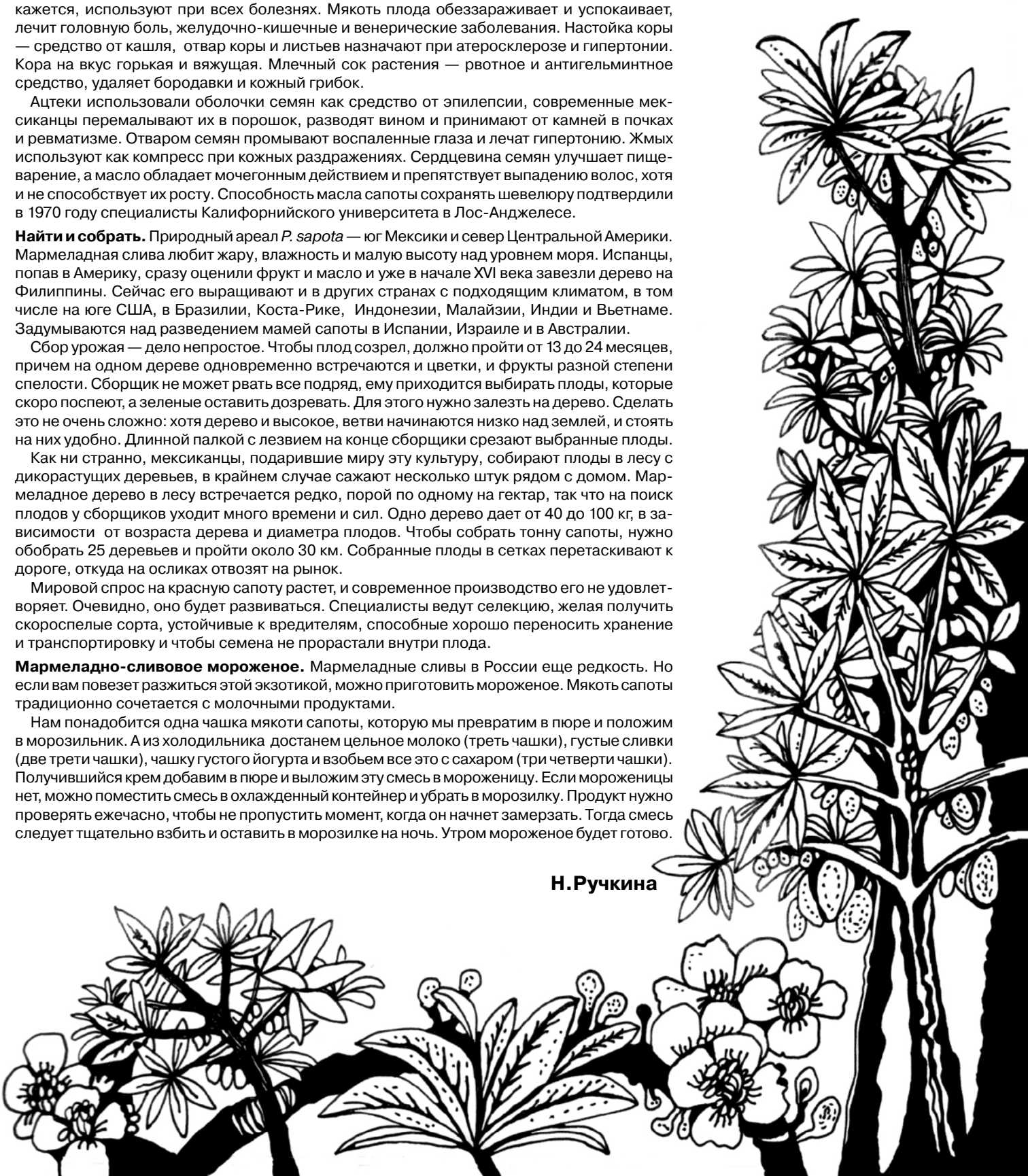
Мировой спрос на красную сапоту растет, и современное производство его не удовлетворяет. Очевидно, оно будет развиваться. Специалисты ведут селекцию, желая получить скороспелые сорта, устойчивые к вредителям, способные хорошо переносить хранение и транспортировку и чтобы семена не прорастали внутри плода.

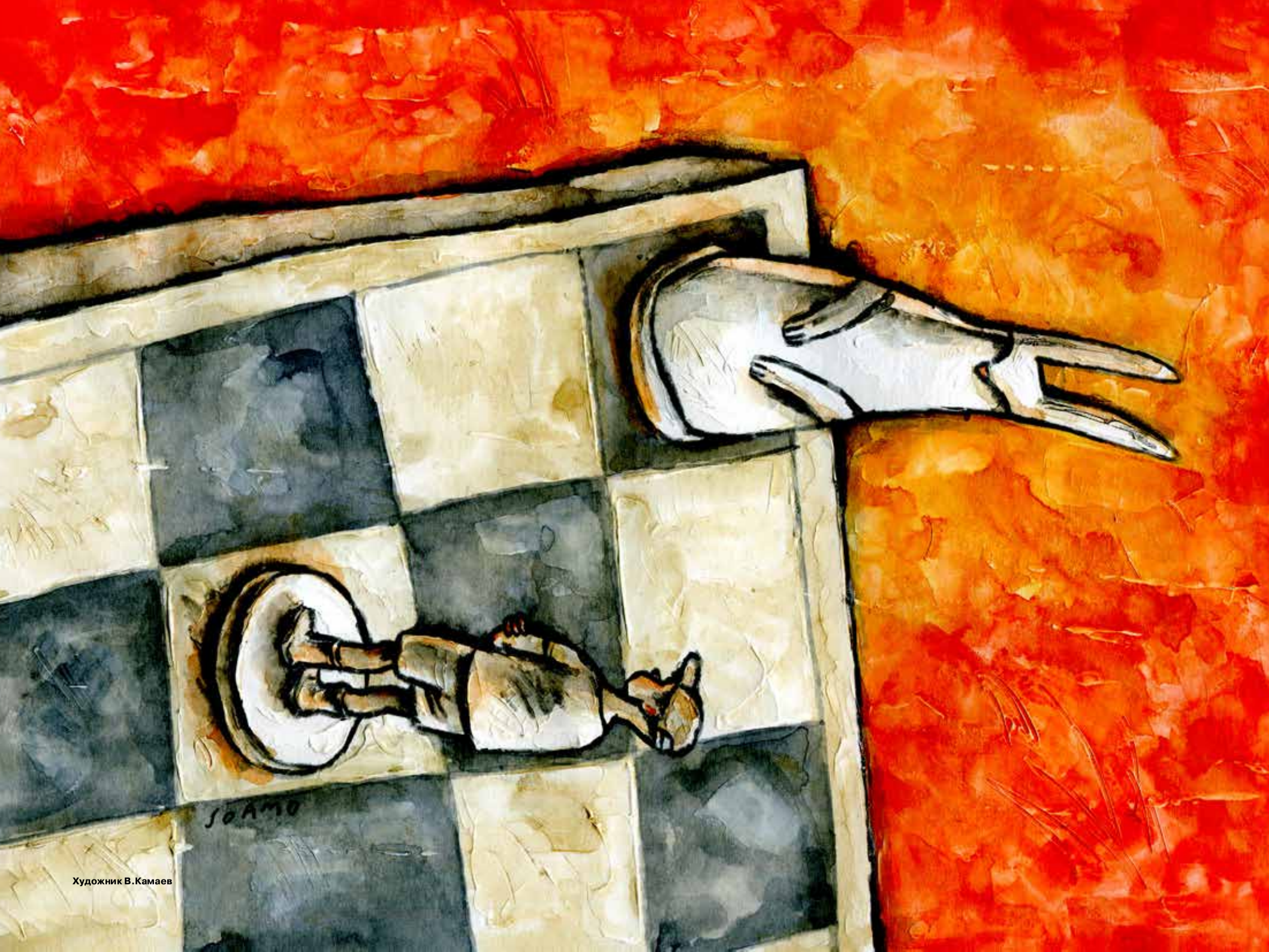
Мармеладно-сливовое мороженое. Мармеладные сливы в России еще редкость. Но если вам повезет разжиться этой экзотикой, можно приготовить мороженое. Мякоть сапоты традиционно сочетается с молочными продуктами.

Нам понадобится одна чашка мякоти сапоты, которую мы превратим в пюре и положим в морозильник. А из холодильника достанем цельное молоко (треть чашки), густые сливки (две трети чашки), чашку густого йогурта и взобьем все это с сахаром (три четверти чашки). Получившийся крем добавим в пюре и выложим эту смесь в мороженицу. Если мороженицы нет, можно поместить смесь в охлажденный контейнер и убрать в морозилку. Продукт нужно проверять ежечасно, чтобы не пропустить момент, когда он начнет замерзать. Тогда смесь следует тщательно взбить и оставить в морозилке на ночь. Утром мороженое будет готово.

Н.Ручкина

Художник Н.Колпакова





Художник В.Камаев

Эмиль и Дикий Заяц

Анна Кириллова

Разыграть партию с минимальными потерями. За этим правилом — жизнь моего семейства. Лай собак все дальше. Небольшая группа охотников ждет в засаде. Только не размен! Пусть я всего лишь пешка, но понимаю, что размен — всегда не в нашу пользу. Никого не потерять — вот цель, вот главный принцип. На краю поляны стоит фигура. Не охотник. Однако с ним лохматый пес. Пес может быть опасен. Если выскочу, парень может от испуга выпустить поводок, и пес погонится за мной. Так что путь налево и назад отрезан. Что ж, затаюсь. Пока игра ведется у другого края поля, надо хорошенько все обдумать. Прямо напротив — ружье. Туда бежать — самоубийство. Влево и назад, вперед по прямой, вперед и вправо, где засада, — тоже нельзя. Остается только «вправо и назад», где эта пешка. Мы друг для друга неопасны... Что такое?! Пешка двинулась! Ко мне? А что она может сделать? Да ничего. Однако как настойчиво приближается! Гм... Не побегу: в густой траве среди кочек не разглядеть меня. Лучше выждать, чем мчаться навстречу верной смерти. Смерть — проигрыш. А партию надо разыграть с минимальными потерями.

Эмиль не любит охоту. Он живет в большом доме на дальней окраине Карлстада с отцом и старшим братом. Кроме них еще есть домработница Труди. Она следит за порядком и варит невкусную кашу. Эмиля заставляют эту кашу есть. Но лучше пусть каша, чем подстреленная на охоте дичь. Убийство угнетает его. И все же отец раз за разом тащит его на охоту. «Сын, у нас столько гостей! Не порть праздник, не кочевряжься!» Эмилю всего восемь, и он вынужден подчиниться. Старший брат, наоборот, хочет участвовать в охоте, но ему не позволяют: его щенок подрос, однако не обучен. Так что брат держит своего пса на поводке.

В перелеске Эмиль не следит за охотой. Он разглядывает кочки, заросшие осенними цветами. Луг покрыт зеленой травой вперемешку с жухлой желтой. Иногда трава колышется. Иногда вдалеке слышно птицу.

В траве видна чья-то мягкая спинка. Эмиль осторожно приближается. Замирает в трех шагах от дерева. Его большие темно-карие глаза встречаются со светло-ореховыми глазами зайца. Тот пристально наблюдает за незнакомцем. «Живой зайка!» — чуть не вскрикивает Эмиль и зажимает себе рот обеими ладошками: нельзя кричать.

Зверек совсем небольшой, песочно-коричневая шкурка сливается с листвой и отцветшей травой. Уши прижаты к спине, лапы напряженно подобраны. Мальчик подходит ближе, медленно ступая. Растопыренные пальцы подрагивают от волнения. Пусть зверек не сбежит! Пусть не сбежит!!!

Побегу, когда он наклонится ко мне, сделаю петлю и метнусь туда, откуда он пришел. Собакам придется обегать пешку, терять время. Неплохой вариант, но... бег по открытому полю... Нет, стрельбу не откроют — побоятся задеть своих. А все же погоня — неприятная вещь, хотелось бы ее избежать... Кто-то шевелится в засаде! Понятно. Они увидели меня. За орешником уже прикладывают двустволку. Скверно. Собака на поводке тянет, тащит сюда хозяина. Тоже плохо. Окружат — живым не выйти. Одна маленькая пешка, а какое напряжение! Бежать еще не поздно. Пса неминуемо спустят с поводка. Страшно умирать! Если страх захлестнет меня, погибну наверняка. Если не терять хладнокровия, смогу выжить. Не паниковать! Свора приближается. Мне конец. Все-таки бежать? Пешка разглядывает меня, наклоняется. А что, если разрешить взять себя? Пересижу «в плену», потом в выгодный момент кусну и — деру!

— Эмиль, что у тебя там? — кричит брат, с трудом удерживая своего питомца.

Мальчик вздрагивает от окрика и торопливо, но бережно берет зайца обеими руками под брюшко. Зверек молодой, не тяжелый. Эмиль прижимает его к груди, рывком расстегивает курточку, прячет за пазуху. Наружу тут же высовывается заячья голова с прижатыми ушами. Эмиль поворачивается и, еле сдерживаясь, чтобы не бежать, спешит прочь от собак и охотников. Идет полем. Дом в полутора милях от леса. Поле, дорога, еще поле. Мальчик наблюдает за зайцем, который так и не спрятал голову и тревожно смотрит по сторонам, упираясь в его плечо передней лапой.

Ладно, от собак отделались. Теперь что? Подождем. Пока все спокойно, не стоит дергаться. Выстрелов не слышно, это хорошо. Вот было бы славно, если бы они отменили партию. Впрочем, тогда все внимание переключится на пешку. Вот я влип. Удеру — парень потащится за мной. Вижу, он уже считает меня своим, отпускать не собирается. Не похоже, что съест, — он пахнет молоком и жженными злаками.

— Щекотно! — заливаясь смехом, говорит Эмиль, сбавляя шаг. Все это время он торопливо шел, глядя под ноги, важно было не оступиться, не споткнуться и не уронить ношу, пригревшуюся у него под курткой. Но зверек внезапно потянулся и обнюхал его.

— Такой красивый заяц.

— Благодарю, — бормочет заяц. — А ты очень любезный юноша.

Удивленный Эмиль останавливается: зайцы еще никогда не разговаривали с ним!

— Прости, я не представился. Меня зовут Эмиль.

— А я — Дикий Заяц.

Эмиль думает: «Показалось? Нет, он точно волшебный, потому что говорящий».

— А ты не против? Я не хотел забирать, честно. Но у меня никогда не было домашнего... Ой, то есть я не хочу заставлять... Тем более, если ты говорящий, значит, держать тебя в доме нельзя, да?

Дикий Заяц косится на мальчишку.

— Ты не сбежишь?

Дикий Заяц молчит. Что тут скажешь? Заговорил — считай, приручил.

Эмиль торопится домой. Надо показать Дикого Зайца Труди и попросить, чтобы она по утрам давала овсянку его новому другу.

— А мы будем дружить? — осторожно спрашивает Эмиль.

— Давай попробуем.

— Ура! У тебя будет свой домик. — Эмиль взбудоражен и счастлив. — По утрам — овсяная каша. Собак держат отдельно, в дом они не заходят, так что будешь в безопасности. Правда, брату подарили пса. Но у него отдельная комната. Да! Обещай не грызть мебель, а то брату влетело за погрызенные ножки стульев.

— Погоди, кто грызет стулья? Брат?

— Нет, это Магни, его собака.

— Овсяная каша по утрам на молоке?

— Угу, — кивает Эмиль.

— Тебе нравится?! — Оценив гримасу на лице Эмиля, заяц советует: — По утрам стоит питаться разнообразнее. Я, к примеру, люблю свежие одуванчики и сурепку. Еще с удовольствием ем яблоки и морковку, если угощают.

— Кто угощает?

— Родители. Не думаешь же ты, что я сирота?

Эмиль соображает: «Конечно, у Дикого Зайца есть семья. Получается, я разлучил его с родными. А вдруг они погибли на охоте?!» При этой мысли он переходит на бег. Дыхание быстро сбивается, колет в боку и жжет в груди. Но мальчик бежит, не останавливается до самого дома.

— Что? Какой еще заяц? Из лесу? Небось в паразитах весь?! — Увлекаясь собственным негодованием, домработница никак не может попасть ключом в замок. Распахнув дверь, Труди встает на пути. В дом не протиснуться. — Немедленно отпусти зайца и вымой руки! — велит она.

Эмиль с обидой смотрит на нее. Вроде бы договорились с отцом, что она командует, только когда готовит или прибирается. Эмиль безропотно ест кашу и «через не хочу» складывает игрушки перед сном, даже если клей на самолете не просох или не окончена настольная игра. Но почему сейчас нельзя в дом с зайцем?

Лесной гость высовывается из-под куртки, чтобы поглядеть на грозную Труди.

— Ой, какая прелесть! Какие реснички, какие лапочки мяконькие!

Преобразившись в умилении, домработница пропускает их. Дикий Заяц вытягивается пушистым столбиком, чтобы рассмотреть новое место. В темном коридоре его глаза становятся каштаново-черными. Эмиль на ходу скидывает ботинки, торопится в ванную. Надо вымыть руки, чтобы у Труди не было повода для придирок (вон она, идет по пятам, того и гляди отберет зайца!). Нового друга Эмиль сажает на стул возле ванны. Дикий Заяц тоже умывается: облизывает передние лапки и трет ими щеки, тщательно проводит по одному и по другому уху. Эмиль и Труди наблюдают за ним. Больше нет сомнений: у такого чистюли паразитов быть не может.

В кармане Трудиного передника некстати трещит телефон. Зверек припадает на передние лапы, потом спрыгивает на пол и, скользя когтями по кафелю, прячется под ванну.

«Труди, — слышится голос отца Эмиля. — У нас неудача. Ни одного зайца сегодня. Сделай, что там было задумано. На двенадцать человек. Спасибо».

Эмиль от радости машет руками, разбрызгивая воду.

— Ур-ра! Все зайцы живы!

Обернувшись вслед удаляющейся на кухню домработнице, он заглядывает под ванну.

— Дикий Заяц!

Высовывается мордочка, зверек выходит из укрытия. Длинные уши двигаются в разные стороны независимо друг от друга. Дикий Заяц передвигается осторожными прерывистыми прыжками, обнюхивая каждый предмет. Ознакомившись с вещью, он трется о нее подбородком — такое быстрое, уверенное движение. Эмиль теряет терпение и подхватывает зайца на руки.

— Сейчас пойдем в мезонин. Там игрушечный домик, санки, много всяких вещей. Сломанная метла, думаю, тебе понравится: она из прутьев.

— Лучше сразу покажи домик, хочу быть в безопасности, когда вернутся охотники.

Эмиль не спорит. Поднимается в мезонин, опускает зайца на пол и, пока тот осматривается, разбирает вещи на полке. Вытаскивает деревянный домик, просторный и добротно сколоченный. Внутри гремит игрушечная мебель. Обежав домик кругом, Дикий Заяц запрыгивает в него. Через мгновение из окна летят миниатюрный стол, стул и другие бесполезные в заячьем хозяйстве вещи.

— Перенесу домик вниз, — вслух рассуждает Эмиль. — Положу внутрь сурепку и одуванчики. Еще поилка нужна. Надеюсь, Магни внутрь не сунется.

— Стесняюсь спросить... — Зверек выпрыгивает из домика. — А как зовут брата и папу?

— Брат — Харальд. Папа — Бьёрн. У меня еще двоюродные сестры есть, Ульрика и Нанна, но они с нами не живут. — Эмиль садится на пол. — А меня в честь маминого любимого писателя назвали. Мама придумала имя еще до моего рождения. А потом семья с ней попрощалась. Папа так говорит. Он никогда не объясняет, где она и что значит «семья с ней попрощалась».

Дикий Заяц тихо приближается, ставит переднюю лапу Эмилю на колено, глядит, не мигая.

— Значит, она закрыла глаза и перестала двигаться.

В темно-коричневых глазах мальчика дрожат слезы.

— То есть она умерла?

Дикий Заяц взбирается к нему на колени, садится, поджав лапы. Мягкий шарик с уложенными вдоль спины ушами. Эмиль чувствует, что вот-вот расплачется, но... Когда гладишь прекрасного пушистого зайца, плакать вроде как ни к чему. Эмиль водит рукой по шелковистой теплой спинке, и печаль отступает. А Дикий Заяц осторожно толкает носом ладонь и спускается на пол. Вздохнув, Эмиль относит домик вниз. Дикий Заяц скачет за ним по пятам.

Во дворе слышен шум: вернулись охотники, гости отца. Хозяин громко зовет сына. Дикий Заяц прячется внутри игрушечного домика. Входная дверь распахивается. Старший брат, Харальд, измызганный и запыхавшийся,

врывается в дом наперегонки со своим псом, таким же грязнющим и лохматым.

— Покажи, что ты там подобрал! — требует он.

— Это мой! — Эмиль пытается загородить собой домик, но Харальд заламывает ему руку. Пес чует добычу, сует морду в игрушечное окошко. Секунда, даже меньше — и братья вздрагивают от истошного визга. Пес отпрыгивает в сторону, прячет нос в лапы и жалобно скулит.

— Магни, что случилось? — Харальд бросается к нему. — Не мотай головой. Что с носом?

Эмиль замирает от ужаса.

— Твой зверь тяпнул мою собаку! — Старший брат возмущен и растерян.

— Нечего было лезть. Это его домик, — еле слышно отвечает младший.

— Что?! Что ты сказал? — Кулак повисает перед носом Эмиля.

Магни виновато глядит на хозяина: ему стыдно, что в семейной иерархии он сдвинулся на ступень ниже.

— Возиться с тобой, дураком, не хочется. Магни, идем.

Харальд шагает к двери. Его пес замешкался, неуверенно перебирает лапами. Громкий стук изнутри домика — и Магни пулей уносится за хозяином. Оба выходят во двор. Эмиль бросается к домику, заглядывает в оконце. Дикий Заяц сидит комочком, прижав уши. Глаз его с прищуром следит за происходящим в коридоре.

— Да, я укусил его за нос, — недовольно признается зверек. — Впредь будет уважать.

— А что так грохнуло?

Дикий Заяц звучно топает задней лапой.

— Так мы отпугиваем тех, кого считаем слабее, но с кем не хотим связываться. Не принимай на свой счет. Мы с тобой на равных.

Эмиль так рад! Во-первых, он признан другом. А во-вторых, его не станут кусать за нос. Восторг переполняет его, он приподнимает крышу домика и вытаскивает Дикого Зайца. Прижимает к себе. Дикий Заяц обнюхивает его. Эмилю щекотно, он фыркает от смущения и разжимает руки.

— Давай, покажу свою комнату?

В детской Дикий Заяц первым делом встает столбиком, оглядывается. Затем подпрыгивает и, свернувшись в воздухе, словно испуганная гусеница, бесшумно приземляется четырьмя лапами на диван. Деловито обнюхивает сиденье, трется о него подбородком.

— Это мой любимый диван, — поясняет Эмиль, плюхаясь рядом.

— Прости, теперь это мой диван, — рассеянно отвечает Дикий Заяц, исследуя вышитую подушку.

— На этой подушке я спал в детстве, — продолжает Эмиль.

— Она тоже моя, — говорит зверек, проводя подбородком по вышивке; потом — по руке парня. — И ты мой.

Эмиль сияет улыбкой. Дикий Заяц внезапно взбегает по нему, как по лесенке, на спинку дивана и тут же скатывается вниз, как с горки. И снова вверх, и снова скатывается. Эмиль счастлив. Жаль, длится это недолго — Труди зовет всех обедать.

— Я не голоден, — тихо бормочет мальчик, но его живот громко урчит, противореча словам.

Дикий Заяц прислушивается к чему-то, подогнув лапку. Его светло-ореховый глаз заглядывает в темно-карий детский. Внезапно зверек ныряет под подбородок Эмиля.

— Теперь я тоже тебя пометил? — смеясь, спрашивает мальчик.— И ты — мой?

— Да. Ты пахнешь, как ребенок. Мои младшие братья и сестры так пахнут. Они родились недавно, их называют листопаднички. А тех, кто родился весной, зовут подснежниками.

— Ты — подснежник?

— Ага. — Дикий Заяц замечает клетчатую доску и спрашивает: — Играешь в шахматы?

Эмиль раскрывает на полу игральную доску, расставляет фигуры. Дикий Заяц садится на сторону черных.

— Люди всегда начинают первыми, — говорит он, щурясь.

— Я был на охоте, потому что отец заставил, — оправдывается Эмиль. — Я вообще не ем мясо… С тех пор как понял, что ради этого убивают. И травля мне не нравится.

— Шахматы все же не охота. Твой ход.

Они начинают играть: Эмиль — белыми, заяц — черными. В первой партии черные объявляют мат на седьмом ходу. Вторая партия длится чуть дольше, но Дикий Заяц все равно побеждает. И третья, и четвертая победа за ним.

— Ты потрясающий мастер! — восхищается Эмиль.

— Нет, просто ты плоховато продумываешь ходы. — Видя обиду в глазах мальчишки, Дикий Заяц добавляет: — Друзья не утаивают друг от друга правду.

— А папа меня хвалит, — возражает Эмиль.

— Папа станет тебе другом, когда вырастешь. А пока он — родитель. — Дикий Заяц вздыхает. — Хромает твое воспитание. В шахматах нельзя передвигать фигуры легкомысленно. Жертвовать ими — тем более. Каждая пешка — кто-то из близких.

— Ты серьезно? Это же игра!

— Мой отец говорит, когда боишься проиграть, начинаешь метаться и становишься уязвимей. Это ослабляет оборону, ставит под удар других. Надо разыгрывать партию грамотно, хладнокровно, не попадаясь на уловки противника. Остаться в живых — всегда выигрыш.

— Но жизнь — не шахматы.

— Жизнь — боль. — Дикий Заяц снова вздыхает. — Если думать о том, что тебя ежесекундно могут слопать, останется вытянуть лапки и умереть. Но если видеть в охотнике не врага, а шахматную фигуру, становится не так страшно. Отец говорит: наступающий день — очередная партия в шахматы.

Дверь в детскую распахивается. На пороге — хозяин дома.

— Эмиль, я рассказывал тебе про бешенство у диких животных?

Тот виновато опускает голову. Он и забыл, что его новый друг цапнул Магни.

— Собаку уже пристрелили? — ехидно интересуется Дикий Заяц.

— Нет, но ветеринар уже в пути. Приедет — осмотрит обоих. А пока — марш обедать! — приказывает отец, не замечая, что с ним говорил не младший сын, а Дикий Заяц.

Эмиль нехотя собирает шахматы, подхватывает на руки зверька и выходит из детской.

— Э-э-э! — возмущенно вопит Харальд, видя, кто у Эмиля на руках. — Почему ему можно за стол с зайцем, а мне — нет?!

— Потому что ты не поймал зайца, — назидательно отвечает отец. — В следующий раз не зевай.

Гости обсуждают что-то скучное. Эмиль шлепает вилкой по картофельному пюре и тайком кормит зайца зеленью со своей тарелки. Тот не хочет редиску, но с удовольствием хрустит кружочком огурца.

— Смотри, будет расстройство желудка, — негромко предупреждает гостья справа. — Я держу кроликов и знаю, что говорю.

— Спасибо, — шепотом благодарит Эмиль. — Это Дикий Заяц.

Их разговор слышат все. Замечания начинают сыпаться с разных сторон.

— Бьёрн, зря ты разрешил. Клопов вам принесет или блох.

— Балуешь ты, Бьёрн, мальчишку.

— Отпустите животное в лес, не мучайте!

— Здоровый заяц не подпустит к себе человека! Он явно болен.

Дикий Заяц собирается спрыгнуть на пол. Эмиль шепчет ему на ухо: «Сейчас уйдем». И поднимается с места.

— Куда? — грозно спрашивает отец: светло-серые глаза буравят взглядом младшего сына.

— Спасибо, я наелся. — Эмиль отворачивается.

— Выходить из-за стола рано.

— Я вам мешаю. — Мальчик пробирается к выходу, доставляя гостям неудобство: чтобы пропустить его, они вынуждены придвигаться к столу. Отца раздражает неповиновение.

— Если ты сейчас уйдешь, будешь наказан. — Отец разгневан настолько, что не щадит чувства сына. — Твой зверь наверняка болен, придется его пристрелить.

— Нет! — кричат одновременно Эмиль и Харальд.

Харальд тоже вскакивает с места, тяжелый стул грохочет ножками об пол — с перепугу Дикий Заяц прихватывает зубами Эмиля за плечо. Тот от неожиданности разжимает руки. Зверек выпрыгивает в коридор и прячется в домике.

— Пусть отнесет его в лес, — Харальд торопится высказаться. — Или хотя бы на краю поля отпустит. Ты сам объяснял, что охотник не убивает из ненависти.

— Ты поучи меня еще! Разбаловались оба. Один мяса не ест. Теперь и другой вздумал пререкаться. Ты хочешь, чтобы этот заяц перезаразил здоровых животных в лесу?! — Отец смотрит в глаза старшему сыну. В такие же, как у него, светло-серые упрямые глаза.

Харальду четырнадцать, он не такой, как младший брат, он не привык отводить взгляд.

— Зачем Эмилю-то об этом говорить? Чтобы он полгода в подушку рыдал?

— Жалостливый, значит? — Отец поворачивается к младшему. Тот стоит у двери и от страха нелепо улыбается. Но отец понимает эту улыбку по-своему и вскипает. Отбрасывая стул, идет к окну. Гости вскакивают с мест. Им хочется замять скандал, но они знают: когда хозяин в гневе, его не переубедить.

Окно распахнуто. Отец коротко свистит, перегнувшись через подоконник. Харальд выбегает из-за стола и тоже свистом зовет своего пса. На двор выбегает свора. По коридору крупной рысью несется к хозяину Магни. Эмилю отчаянно хочется плакать. Женщины упрашивают Бьёрна не идти на поводу у эмоций, пожалеть их слабые нервы, не устраивать душераздирающее зрелище. Однако он разъярен и глух к просьбам.

— Да что вы, кисель из него хотите сделать?! Вечно «пожалей, он остался без матери», «не наказывай, ему и так тяжело». Кому тяжело? Вот этому поганцу, который нагло смеется и думает, что настоял на своем? — Отец стремительно шагает в коридор. Эмиль пытается перехватить его взгляд, выпросить прощение. За отцом топает Харальд. Следом тянутся вереницей гости.

— Где там твой заяц? — кричит отец, хотя Эмиль рядом.

— Охраняй! — приказывает Харальд своему псу. Тот садится у игрушечного домика.

— Ах так?! — Отец распахивает входную дверь.

Еще свист, совсем другой. Каждый охотник знает, что этот свист значит. Дикий Заяц тоже знаком с этим свистом. Гибкой светло-серой стрелой он вырывается из домика и летит на двор. Визг! Крик! Фигуры в доме смешались. Магни косматой тучей несется за беглецом. К ним обоим бросаются гончие. Бегут быстро, хотя уже наелись похлебки. Нацелились на Дикого Зайца. А тот даже не петляет. Он понимает, что ему не оторваться от погони, и летит по прямой. По прямой — самый короткий путь к лесу. За спиной тяжело дышит Магни. Топочет, как лось.

Гончая слева все ближе. Магни уходит влево, как будто нет ему дела до Дикого Зайца. Гончая тянется мордой к добыче, но Магни теснит ее мохнатым боком, отжимает в сторону. Тонкий визг — гончая сбита с ног.

Догоняет другая, справа. Лохматый пес и ее оттесняет. Они рычат друг на друга. Короткая стычка. Еще одна преследовательница отстала.

Магни снова рядом, бежит бок о бок, язык вывалил, охраняет. Дикий Заяц на него косится. «Как будто двужильный, — думает он. — А ведь не взрослый, хоть и не щенок».

Свора большая, но за ними не угнаться. Самых ретивых Магни раскидывает, впрочем, все живы, хоть и помяты. Погоня рассеялась.

У перелеска они останавливаются. Дикий Заяц делает пару петель у кустов, садится на задние лапы. Магни ложится, дышит тяжело, закрывает глаза. С языка капает слюна.

— Тебе домой пора, — участливо советует Дикий Заяц, черная пешка.

Магни бормочет:

— Отдышусь и, понятное дело, пойду.

— Охраняй Эмиля, он маленький, и у него доброе сердце, его каждый обидеть может.

—Пф! — Пес поднимается; столько скепсиса в этом «пф!»

— Что не так?

— Я служу *своему* хозяину.

Магни не без гордости наблюдает, как по полю бесцельно бродят усталые гончие, делая вид, что потеряли след.

— Тогда возвращаемся, — говорит Дикий Заяц и весь подбирается для прыжка.

— Зря, выходит, сюда бежали? — недовольно ворчит Магни, но подставляет свою широкую лохматую спину.

— Много ты понимаешь...

Сидя на его спине, Дикий Заяц косит по сторонам. Ему страшно, он боится упасть. Снова бежать не достанет сил, да и нечаянный защитник уже сильно вымотан. Гончие рычат на них, но трогать не решаются. Магни переходит на рысистый шаг, уверенный и легкий. Заяц теряет опору и хватается зубами за ошейник, его и не видно в косматом мехе собаки. Когда они добираются до ворот, во дворе уже пусто. Гости разъехались. У раскрытой двери стоит Эмиль. Завидев Магни, он начинает рыдать: «Он придушил моего зайца! Догнал и убил!»

Но вот Магни у порога. Дикий Заяц отпускает ошейник, прыгает на порог и встает на лапки пушистым столбиком. Пес уходит в дом.

— Эмиль, я вернулся. Но совсем ненадолго, — говорит Дикий Заяц. — Ну не реви. Прости, я не останусь жить в твоей норке. Сам понимаешь, зайцам нужна воля. Но ты приходи по утрам на нашу полянку. Увидишь, как мое семейство играет в шахматы и иногда — в шашки. И еще. Хочу попросить тебя кое о чем. Цапни-ка Магни за нос. Чтоб не зазнавался — он поймет. Сделаешь? А теперь отнеси меня поближе к лесу...

Скоро Эмиль и отец помирятся. И подружатся. И Харальд с ними. И однажды, когда трава станет седой от первых заморозков, они отправятся прогуляться. Им будет весело и хорошо втроем, и они не заметят, как дойдут до дальнего перелеска. Будет раннее утро. Эмиль вдруг узнает полянку, с которой унес Дикого Зайца.

ФАНТАСТИКА

Шорох в кустах, свежие следы. Конечно, зайцы попрячутся, заслышав людей. Но Эмиль позовет: «Дикий За-аяц! Я пришел». Из-за кочки высунется знакомая мордочка, внимательный светло-ореховый глаз оценит гостей. И три человека увидят, как кочки и кустики внезапно оживут сами собой. Заячье семейство выстроится по двум противоположным сторонам рядами пушистых столбиков. Любопытные малыши и мудрые взрослые. И начнутся забавные заячьи прыжки, лишь на первый взгляд похожие на чехарду. Это разыграется шахматная партия-блиц для гостей — короткая, увлекательная игра.

Папа поймет, что был неправ. Эмиль попросит его не охотиться. Хотя бы тут, в этом лесу, — пусть здесь будет заячий заповедник. И Харальд попросит. Поклянется больше не жульничать на утренней пробежке. Оба брата пообещают хорошо учиться в школе.

— Хотите, чтобы я повесил ружье на гвоздь? — хмурясь, спросит отец семейства; потом кивнет, соглашаясь. — Но учтите, увижу хоть раз непроходной балл...

— Пристрелю обоих!

Это скажет заяц. Обыкновенный Дикий Заяц.

Напоминаем, что на наш журнал с любого номера можно подписаться в редакции.

Стоимость подписки на первое полугодие 2018 года:

с доставкой по РФ — 1140 рублей,

при получении в редакции — 720 рублей.

Об электронных платежах см. www.hij.ru.

Справки по телефону (495)722-09-46.

Реквизиты:

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

Великий Олень

Эрнест Сетон-Томпсон

Мы, охотники, отлично знаем, что это за зверь. Существование его столь же бесспорно, как морского змея или известной всем рыбакам «во-о-от такой форели!», сорвавшейся с крючка в последний миг. Даже более бесспорно: ведь многие наши собратья имели счастье наблюдать искомого зверя во всей его благородной красе средь бела дня — а мы, племя охотников, неизмеримо превышаем числом братство свидетелей морского змея!

Впрочем, если описывать Великого Оленя, то «благородная краса» — слишком скромный эпитет. Это животное поистине королевской стати: не только исполин, но и образец совершенства. Один чрезвычайно уважаемый собрат нашего охотничьего ордена, имевший возможность наблюдать Оленя в идеальных условиях, насчитал у него двадцать семь ответвлений — не на обоих рогах, братья-охотники, а на каждом роге! Причем эти исполинские рога абсолютно симметричны и вообще исполнены высшего совершенства. Невозможно поверить, будто Великий Олень сбрасывает их ежегодно, как его заурядные сородичи. На мой взгляд, он проделывает это самое большее раз в двадцать лет. А то и вовсе никогда.

Другой очевидец, столь же уважаемый в охотничьей среде, утверждает, что Великий Олень, этот кракен лесных дебрей, увенчан не двумя, но тремя рогами: третий, прямой и лишенный ответвлений, вертикально вздымается посреди лба, подобно копейному острию. Разумеется, я принимаю это свидетельство. Вместе с тем рискну со всей почтительностью усомниться в том, что рогатая корона Оленя будто бы охвачена у своего основания жемчужным ожерельем: на мой взгляд, этой особенности можно найти более простое объяснение. Именно так должны выглядеть бусины костяных бугорков, у обычных оленей окаймляющие каждый рог по отдельности, а у Великого Оленя — всю его трехрогую корону разом. Жемчужный блеск, возможно, объясняется осевшими на них каплями утренней росы.

Столь же реалистичное объяснение можно дать и возвышающемуся между рогов Великого Оленя кресту, тоже зафиксированному несколькими очевидцами с безупречной репутацией. Они конечно же не лгали, но сделались жертвами путаницы, приняв за распятие третий, центральный рог.

Впрочем, не рискну простирать свой скептицизм слишком далеко. Готов поверить, что Великий Олень не отбрасывает тени: ведь я не просто *верю*, но действительно *знаю*, что он иногда способен не оставлять следов на снегу. Скорость его бега тоже невероятна — Олень несется как ветер. Что до привычки к какому-либо месту обитания, то он поистине вездесущ: впервые я повстречал его в лесной чащобе Онтарио, а в следующий раз Олень одарил меня презрительным взглядом уже среди песчаных холмов Манитобы. Имею достоверные сведения, что столь же часто его видели в камышовых зарослях Кентукки и на открытых равнинах Калифорнии.

Более того: он известен и по ту сторону океана. В Англии его до недавних пор знали под названием «Белый королевский олень», а из Шотландии до сих пор продолжают поступать рассказы о встречах с «Величественным рогачом из болот Бен Мор». Да и в далекой Германии во время ***о***но сам святой Губерт был ошеломлен видом его трехрогой головы — настолько, что, в сущности, породил миф о «кресте между рогами». В конце концов, сам прославленный Мюнхгаузен, правдивейший из нашего братства, лицезрел Оленя собственными глазами: что еще требуется для признания ученым миром?!

Хотя медлительность ученых отчасти оправданна: если на вопрос, где Великий Олень обитает, можно смело ответить «везде», то на вопрос, кому удалось заполучить хотя бы волосок из его великолепной шкуры, последует удрученный ответ «никому». Кажется, он наделен даром бессмертия и неуязвимости — во всяком случае, для обычной пули. Кто знает, могла бы принести успех серебряная пуля: лично я никогда не использовал ее и вообще сомневаюсь, что отыщется охотник, достаточно богатый для того, чтобы непрерывно палить серебром по любому промелькнувшему в кустах силуэту. А если таковой и найдется, более чем уверен: человеку, использующему подобные боеприпасы, никогда не суждена встреча с Великим Оленем. Зверь, который сумел наставить на путь истинный святого Губерта, слишком мудр для этого. Он может показаться охотнику, лишь если сам так решит — но в этом случае не останется на виду так долго, чтобы охотник успел вскинуть ружье с серебряными пулями. Появится на миг, с пренебрежением фыркнет и растворится в воздухе: точь-в-точь как Чеширский кот, обитатель Страны чудес. Только у кота последней исчезала его улыбка, а у Оленя — презрительный взгляд.

Даже при встрече со мной все произошло именно так, хотя в моем ружье было не серебро, а лишь безопасный для Оленя свинец…

Отпечатки его копыт тоже имеют свойство растворяться в воздухе. Однажды я шел по следу Великого Оленя долгие мили — и вдруг он внезапно исчез, как исчезает деревце, на ваших глазах «выращенное» фокусником в трюковой кадке. Несомненно, Олень решил, что пришло время дематериализоваться, и покинул нашу реальность с той же легкостью, как то делает призрак. Индеец, сопутствовавший мне в той охоте, не поверил этому, отказался вернуться со мной в лагерь и с упорством, достойным лучшего применения, продолжил погоню, идя вдоль исчезнувшего следа. Несчастный глупец! Да, всего через пару часов он добыл большого оленя, но мне едва удалось сдержать улыбку: этот совершенно обычный зверь не имел ничего общего с тем трехрогим исполином, которого видели святой Губерт и Мюнхгаузен.

Наука затрудняется определить, к какому именно виду относится Великий Олень. Описания его действительно противоречивы; поэтому я склонен, не уточняя вид, отнести его к роду оленей, *Cervus* — и ограничиться этим. Правда, один современный автор считает Великого Оленя лосем, соотнося его с некогда знаменитым в Пенсильвании «Одинцом из Синнамахонинга», убитым в 1867 году.

Однако что за нелепость — предполагать, будто Великий Олень может быть убит! Это все равно что поверить в кораблекрушение Летучего Голландца: нет, он не пойдет на дно, а будет скитаться по морям до самого Страшного суда! И великий кракен, спящий в океанской бездне, тоже не покинет своего убежища раньше, чем пробьет последний час для всего живого на Земле. О нет, как можно поверить в смерть Великого Оленя: ведь вот же он, огромными скачками несется по склону холма, ускользает от, казалось бы, верного выстрела — как я видел его давным-давно, пытаясь поймать в прорезь прицела… как вижу я его и сейчас, стоит лишь закрыть глаза. Вот на фоне неба появляется его голова, увенчанная тройной короной, вот щелкает затвор охотничьей винтовки, уходит в никуда бесполезная пуля… Олень невредим. Огромный и могучий Олень, дух и символ всего оленьего рода, по-прежнему невредим, сколько бы пуль ни было в него выпущено.

Теперь я вижу его даже чаще, чем в те годы, когда охота на оленей была для меня чем-то обыденным…

Еще долго ему суждено пролетать в стремительном беге по холмам и долинам, одним прыжком переноситься через ущелья, слизывать капли утренней росы с верхних ветвей высочайших сосен. Долго ему будет не страшен грохот выстрелов и жгучие удары свинца. Но уже сейчас разговор ружей слышен в каждом лесу — и многие старожилы никак не могут разрешить, казалось бы, совершенно очевидную загадку: «Куда же подевались олени?»

Если олений род обречен исчезнуть с лица планеты — то Великий Олень, неуязвимый и бессмертный, исчезнет тоже. Он уйдет вместе с последними зверями своего племени; не примет смерть от руки человека — но словно бы погрузится в небытие, истает, пропадет, растворится в тумане. Отзвучит, как отзвучали и умолкли песни древних бардов.

И все забудут о том времени, когда он ступал по Земле.

Перевод с английского
Григория Панченко

От переводчика

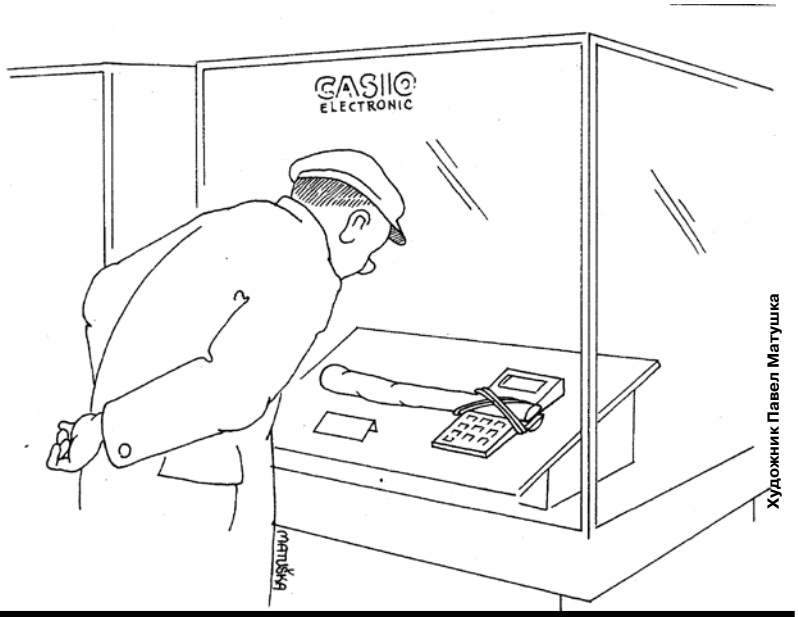
Этот рассказ, написанный в 1903 году, исполнен тревоги по поводу угрозы, нависшей (уже тогда!) над дикой природой, — но вместе с тем он полон глубокого сарказма, обращенного на коллекционеров рекордных трофеев и любителей «охотничьих историй». Сетон-Томпсон посмеивается над собирателями, как бы теперь сказали, фейков. Вдумчивым современникам это было понятно всегда, а вот для нас иногда требуются комментарии.

Кракен, с которым автор сравнивает Великого Оленя, — мифическое морское чудовище, в основе преданий о котором, видимо, лежат встречи с гигантским кальмаром. Впрочем, Сетон-Томпсон имеет в виду не предания как таковые, а их поэтическое изложение, сделанное Альфредом Теннисоном в сонете «Кракен»: будто бы этот монстр вечно дремлет в океанских глубинах, и лишь в день Страшного суда появится на поверхности. «Покуда пламя, вздыбив толщу вод, / Не возвестит скончания времен, / Тогда, взревев, чудовище всплывет, / И смертью оборвется древний сон».

«Белый королевский олень» в Англии — скорее геральдический символ королевской охоты, чем реальный зверь. Знаменитый «олень из болот Бен Мор», наоборот, совершенно реален, так что легендарным является, если можно так выразиться, само наличие легенды. Этот зверь был убит в 1840 году, его рога (рекордные для Шотландии и не такие уж большие для Америки) до сих пор хранятся в одном из шотландских замков; конечно, их два, а не три, да и количество отростков на каждом роге — всего лишь десять. «Одинец из Синнамахонинга» тоже реальный зверь, действительно попавший под выстрел охотника в 1867 году, но он знаменит не столько своими размерами, сколько судьбой: это был последний из лосей штата Пенсильвания. Через десять лет после написания рассказа поголовье лосей в тех краях начали восстанавливать заново — и во многом за это следует благодарить творчество Сетона-Томпсона…

«Олень святого Губерта» — персонаж средневековой легенды, правда, французской, а не германской. Якобы Губерт, на тот момент еще отнюдь не святой, был настолько неистовым охотником, что буквально не мог ни о чем думать, кроме погони за зверями; но когда перед ним предстал олень с крестом между рогами, Губерт осознал неправедность своего пути и обратился к Богу. Парадоксальным образом он при этом продолжает считаться покровителем охотников, а наделенная исключительно острым нюхом порода сен-губеров («гончие святого Губерта»), они же бладхаунды, по преданию, происходит именно от той своры Губерта, которая была с ним во время охоты на чудесного оленя.

Ну а с каким оленем имел дело барон Мюнхгаузен, «правдивейший из охотников», и при каких обстоятельствах он «посадил» посреди оленьего лба вишневое деревце, игравшее роль третьего рога, — это как раз хорошо известно современным читателям!



Художник Павел Матушка

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Достучаться до инженера

Инженер — важнейшая фигура на производстве, особенно он интересен для того, кто хочет что-то продать этому производству. Именно инженер должен в конечном счете оценить, будет ли польза от покупки. Но как, как торговому агенту достучаться до сердца технического специалиста? Список правил сформировали маркетологи Института инженеров электротехники и электроники, опросив в июле 2017 года 893 технических специалистов пор всему миру. Итог подведен в докладе «Smart Marketing for Engineers» (http://www.globalspec.com/advertising/trends-wp/Smart_Marketing_for_Engineers). Главный вывод такой: путь к сердцу инженера лежит через его почтовый ящик.

Оказывается, инженеры, в отличие от многих других людей, читают письма, которые приходят по электронной почте. И удивительное дело — они ценят послания от поставщиков оборудования, а также обзоры техники, словом, то, что многие другие считают зловредным спамом. Главное — написать правильные слова в поле «Тема письма», именно оно способно привлечь внимание.

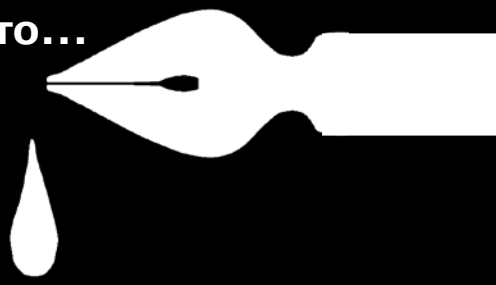
Почти половина инженеров подписана на четыре и более рассылки новостей техники, причем британцы и ирландцы держат пальму первенства по числу подписок. Более 90% предпочтут иметь дело с компанией, которая систематически выдает новости о своих разработках, а информация на сайтах компаний весьма важна при выборе поставщика оборудования или материалов. Вообще, более 60% всех действий, необходимых для покупки совершается в Сети. Так, инженер, прежде чем начать переговоры с представителем компании, скрупулезно изучит вопрос на основании размещенной в Интернете информации. Важен не только сайт компании, нужно распространять свою информацию по разным каналам, в частности нельзя пренебрегать таким средством, как вебинары.

Когда дело доходит до начала переговоров, инженер предпочитает заполнить лишь четыре поля регистрационной формы — имя, фамилия, место работы, электронный адрес. Реакцию на свой запрос 40% ожидают не более суток, и чем моложе инженер, тем меньше время ожидания.

Все эти особенности нужно знать специалисту по продажам. Если он станет соблюдать эти правила, у него будет больше шансов достичь успеха, чем у того нерадивого, кто живет прошлыми заслугами и заполняет информационные письма или сайт рекламной мишурой вместо информативного содержания.

С.Анофелес

Пишут, что…



…удалось регенерировать из аутологичных трансгенных кератиноцитов целый, полностью функциональный эпидермис для семилетнего ребенка, страдающего от опасной формы буллёзного эпидермолиза («Nature», 2017, 551, 7680, 327—332, doi: 10.1038/nature24487)...

...результаты хронометрических наблюдений на радиотелескопах пульсара PSR B0329+54 за период 1968—2012 гг. подтверждают наличие у него только одной планеты — с периодом обращения 27,8 лет, второй, с периодом обращения 3 года, нет («Астрономический журнал», 2017, 94, 11, 944—949)...

...собственные колебания Земли в диапазоне частот от 0,3 до 4 мГц впервые зарегистрированы в вариациях магнитного поля, измеряемого на ее поверхности («Доклады Академии наук», 2017, 476, 4, 452—455)...

...использование для неинвазивной хирургии мозга многоэлементных фокусирующих излучателей с нелинейными импульсно-периодическими режимами ударно-волнового воздействия позволяет избежать нагрева прилегающих тканей и перегрева костей черепа («Акустический журнал», 2017, 63, 5, 489—500)...

…продемонстрирована перспективность использования датчика на основе сверхвысокочастотного резонатора для наблюдения за вирусными частицами и микробными клетками («Прикладная биохимия и микробиология», 2017, 53, 6, 642—650)...

...можно доказательно говорить о повреждающем действии углеродных нанотрубок на геном клеток; их безопасный уровень в воздухе рабочей зоны — на данный момент 1 мкг/м^3, с учетом накопления данных об отдаленных эффектах их воздействия есть перспектива снижения этого норматива («Гигиена и санитария», 2017, 96, 8, 770—779)...

...в формировании долговременной памяти участвует протеинкиназа PKMζ, а другая протеинкиназа, PKCι/λ, служит запасным механизмом, на случай, если не сработает PKMζ («Science Signaling», 2017, 10, 505, eaao2327, doi: 10.1126/scisignal.aao2327)...

...певчие птицы сильнее злятся на тех своих соседей, которые поют лучше («Ibis», 2017, doi:10.1111/ibi.12542)...

Пишут, что…

…по индивидуальным характеристикам свободной речи человека, в частности темпу, общему количеству слов, частоте употребления местоимений и наречий, можно определить уровень экспрессии генов в иммунной системе («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2017, 114, 47, 12554—12559, doi: 10.1073/pnas.1707373114)...

...создана база данных растений — гипераккумуляторов металлов, включающая 721 вид («New Phytologist», 2017, doi: 10.1111/nph.14907)...

...расширение отходничества сельских жителей на заработки в города в ряде регионов, окружающих Московскую агломерацию, блокирует развитие сельского хозяйства («Известия РАН. Серия географическая», 2017, 5, 7—18)...

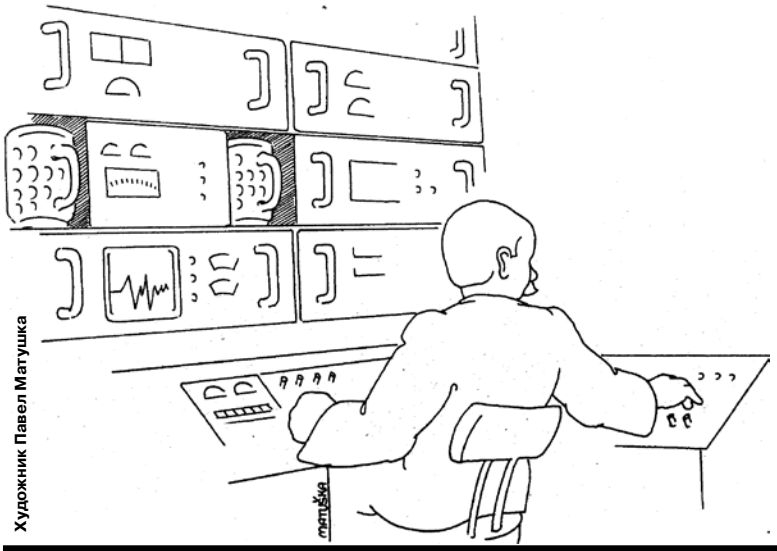
... изменения интенсивности сопряженного и несопряженного дыхания митохондрий направляют ход эволюционного развития позвоночных, способствуя освоению ими новых пространств и сред, возникновению новых физиолого-морфологических планов строения и систематических групп («Успехи современной биологии», 2017, 137, 5, 479—497)...

...при раскопках в Болгаре, Татарстан, в 2013 году найден сохранившийся сфероконус с нетипичным содержимым — смолой хвойных деревьев («Российская археология», 2017, 3, 57—70)...

...в англоязычных песнях о счастье мажорные и минорные септаккорды встречаются с одинаковой частотой; при этом песни из Азии и Океании более оптимистичны, чем североамериканские, а скандинавские более пессимистичны («Royal Society Open Science», 2017, 4: 170952, doi: 10.1098/rsos.170952)...

...как показал анализ ДНК, из девяти образцов волос, костей и шкуры якобы тибетских йети восемь принадлежали медведям и один собаке («Proceedings of the Royal Society B», 2017, 284: 20171804, doi: 10.1098/rspb.2017.1804)...

...зрение бобра приспособлено исключительно к пребыванию на суше, в воде острота зрения существенно снижается («Сенсорные системы», 2017, 31, 3, 191—201)...



Художник Павел Матушка

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Забытый запах пива

Порой выпьешь глоток пива, и глубокий приятный аромат разольется по всему организму, наполняя его жизненной энергией. А другой порой — выпей хоть кружку, никакого аромата не почувствуешь, и выйдет, что не пиво это, а так, золотистого цвета жидкость с горьковато-солоноватым вкусом. И ведь пиво-то было одним и тем же, одной торговой марки, разве что сварено в разные дни или в разных странах. Что это, различие нашего восприятия в зависимости от настроения или погоды? Или же объективная реальность? Вообще, есть ли у каждого сорта пива свой аромат и от чего он может зависеть?

Конечно, есть, что за глупый вопрос, скажут специалисты. Ведь существует множество сортов пива — светлый лагер, янтарный эль, темный портер и другие; они различаются условиями приготовления солода, добавками хмеля, да и воду, воду никак не следует забывать. Ну что вы, скажут другие, при чем тут способ обработки солода или вода, главное — где вырастили тот ячмень, из которого сварили пиво; а уж как его проращивали, обжаривали, варили — дело десятое.

Этот спор длится десятилетиями и вот, похоже, исследователи из США и Соединенного королевства во главе с Дастином Хёрбом из Орегонского университета поставили в нем точку («Journal of the American Society of Brewing Chemists», 2017, 4, 345—353; doi: 10.1094/ASBCJ-2017-4860-01). Они провели масштабный эксперимент, для которого взяли два сильно различающихся ароматом сорта пивного ячменя и скрестили их. В результате получилось двести различных линий ячменя. Их семена высадили на трех полях в Орегоне, а затем, собрав урожай, методом микропивоварения получили 150 разновидностей пива (видимо, у каких-то линий урожай оказался слишком маленьким). Их дали попробовать дегустаторам, которые оценили аромат напитков, а оценки сравнили с генетическими данными ячменя, а также с условиями выращивания.

Оказалось, что аромат пива слабо зависел от места произрастания: в этом ячмень отличается от винограда. Главную же роль играла генетика. Анализ геномов показал, что гены, ответственные за аромат и за качество солода, никак не связаны друг с другом, находятся в разных участках. А значит, проводя селекцию на урожайность и качество солода, агрономы вполне могли терять аромат у новых сортов ячменя. И, подобно яблоням, выведенным для интенсивного садоводства, такие эффективные сорта вытеснили ароматные, но малоурожайные. Выход один: покопаться в коллекциях семян, найти старые, ароматные разновидности и с их помощью добиться, чтобы пиво всегда радовало ценителей не только градусом.

А.Мотыляев

Максиму ЗУЕВУ, Курск: Если нет возможности купить крокус — порошок оксида железа, входящий в состав полировальной пасты для оптики, — его можно приготовить самостоятельно; подробности в книге М.С.Навашина «Телескоп астронома-любителя».

А.Н.СЕРГЕЕВУ, Москва: Халконы, или халконоиды, никакого отношения к меди не имеют, это разновидность флавоноидов; к халконам относятся, например, пигменты сафлора красильного; замечательны они также антисептическими и антивоспалительными свойствами.

Л.Д.КУДРЯШОВОЙ, Санкт-Петербург: Возможно, самый деликатный способ чистки меди, бронзы и латуни — протереть мягкой тряпочкой, смоченной в молочной сыворотке с добавлением соли (1 столовая ложка на стакан); с окисями меди реагирует не только молочная кислота, но и белковые соединения, образуя растворимые комплексы меди.

С.М.ГОРДЕЕВОЙ, Тамбов: Котонизация льна — механическая обработка льняного волокна, в результате которого оно приобретает фактуру и качества, свойственные хлопку.

В.Н.КУЛАГИНОЙ, Волгоград: Чтобы определить, годится ли гвоздика для новогодних маринадов, опустите сухой бутон в воду; свежая гвоздика утонет, в крайнем случае будет плавать шляпкой вверх, а старая, лишенная эфирных масел, всплывет полностью.

Э.В.НОВИКОВОЙ, Новосибирск: Нигелла, она же чернушка, семена калинджи, римский кориандр, черный тмин, седана, — мелкие зернышки, похожие на маковые, с земляничным запахом, семена растения Nigella sativa из семейства лютиковых.

Дмитрию, электронная почта: Литературные произведения мы рассматриваем только через конкурс на сайте СамИздат (http://samlib.ru) и только фантастические рассказы (не повести, не романы).

А.В.ПЕТРОВУ, Минск, Беларусь: Согласно Химической энциклопедии, ирисаль — это 2-бутил-2-этил-5-метил-4-гексеналь $(CH_3)_2C=CHCH_2C(C_2H_5)(C_4H_9)CHO$, желтая жидкость с запахом ириса, почему этим словом назвали парикмахерский салон — трудно сказать.

Самые странные и редкие

Небывалое изобретение! Секрет мирового господства! Найдено наконец соединение, обеспечивающее его эксплоататорам безграничное господство над человечеством. Суть изобретения: комбинация химических веществ дает излучения, действующие на человеческий мозг.

Д. Туманный. Порошок идеологии

Герой романа Герберта Уэллса «Первые люди на Луне» замыслил создать вещество, непроницаемое для «всех форм лучистой энергии». Поскольку, по мнению изобретателя, мистера Кейвора, волны гравитации также являются одной из форм лучистой энергии, новое вещество должно быть непроницаемым и для тяготения.

Четырнадцатого октября 1899 года это сказочное вещество было изготовлено! Как водится в фантастических произведениях, сам Кейвор тайну этого вещества не смог сообщить широкой публике, а его напарник Бедфорд знал лишь, что изготовлено оно было из сложного сплава металлов и какого-то нового элемента, кажется, гелия, присланного ему из Лондона в запечатанных глиняных сосудах. Так или иначе, соорудив летательное устройство и управляя им с помощью пластин из кейворита, герои попали на Луну, но вернулся оттуда лишь мистер Бедфорд. А вот жители Луны не додумались до кейворита, потому что на спутнике Земли нет гелия. Во всяком случае, так считал автор романа. Забавно, что в настоящее время именно на Луне планируется добывать гелий-3.

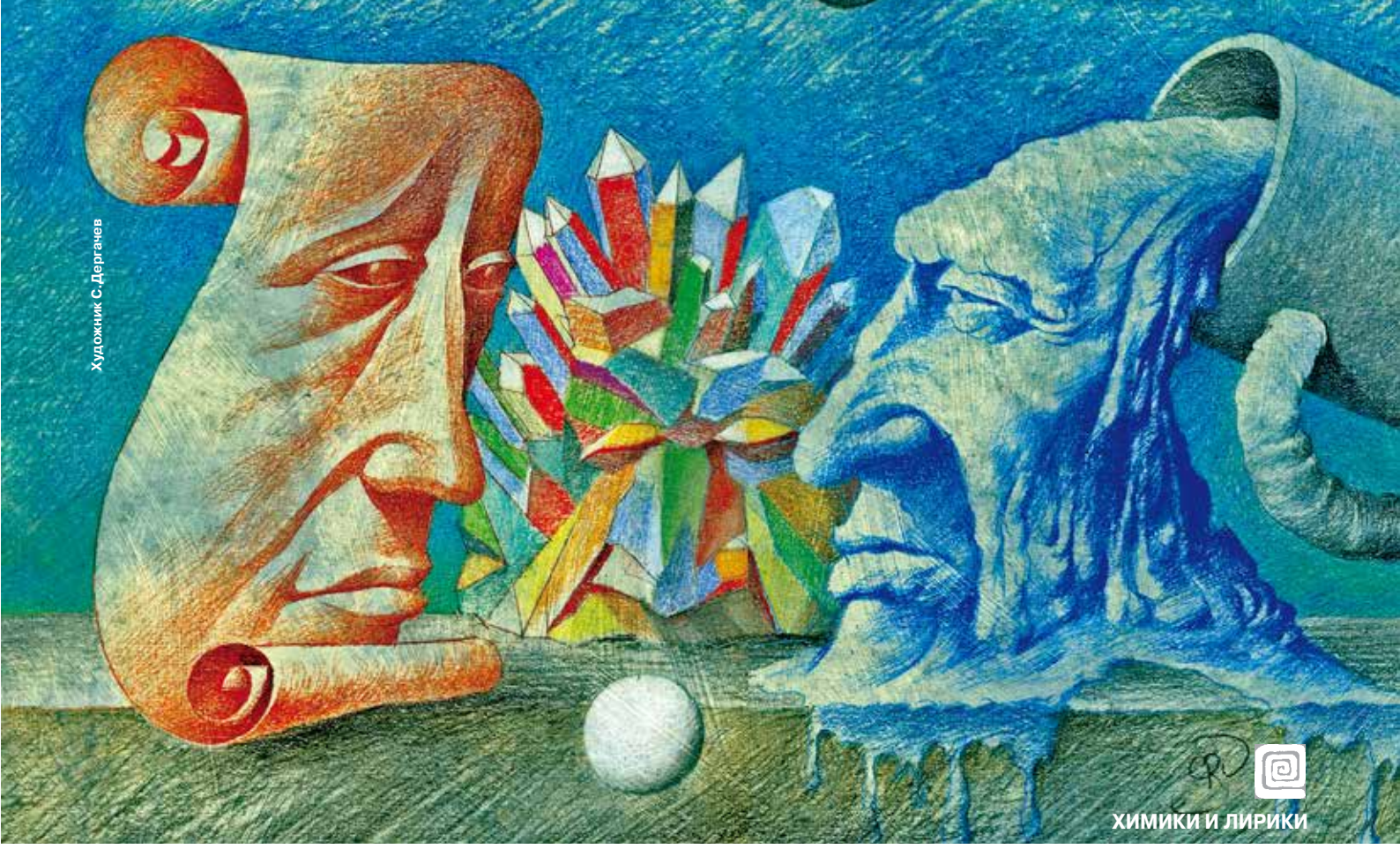
В романе «Путешествие в другие миры» (1894) Джона Джекоба Астора, мультимиллионера, изобретателя, писателя-фантаста и несчастливого пассажира «Титаника», появляется некая субстанция — «апергия», с помощью которой герои преодолевают путы земного притяжения и путешествуют по Солнечной системе. Позаимствовал он его из еще более раннего романа Перси Грега «Через зодиак» (1880), где это вещество использовалось для путешествия на Марс.

В романе Александра Богданова «Красная звезда» тайное научное общество синтезировало «минус-материю», вещество с отрицательной массой, отталкиваемое от Земли. С помощью этого вещества, по виду напоминающего ртуть, удалось осуществить полеты на Венеру и Марс. Собственно «минус-материя» использовалась лишь для нейтрализации сил притяжения, а для перемещения транспортных средств — обычные двигатели, с винтом (в атмосфере) или реактивные.

А вот так в повести Эдмонда Гамильтона «Сокровище Громовой Луны» описан самый странный и самый редкий минерал во вселенной: «Левиум был элементом с обращенной полярностью притяжения. Он отталкивал все вещества, а не притягивал их. Уронить левиум было нельзя, он просто улетал вверх. Предполагают, что этот элемент родился невероятно давно глубоко в недрах Солнца; титанический электрический заряд внешних частей солнечного шара обратил нормальные заряды в субэлектронных частицах его атома, изменив и полярность его притяжения. Судорога Солнца, некогда образовавшая планеты, выбросила левиум в космос. Большая часть планетного левиума, правда, исчезла. Он не мог удержаться даже мгновение на поверхности любой из планет. Но отдельные зерна захватила кора планет. Ходили слухи о том, что где-то есть и крупные залежи». Такие залежи обнаружились на Обероне, спутнике Урана, куда и отправляется группа космических ветеранов, чтобы добыть этот баснословно дорогой минерал.

Наконец, вот каким было одно из первых достижений Машины Открытий из одноименного рассказа Генриха Альтова: «После седьмого цикла машина послала сигналы на Титан, спутник Сатурна. Включилась расположенная там Машина Астрономических Открытий. Четыре секунды спустя новые сигналы были посланы Машинам Открытий на Япет и Тефию. Это был первый опыт совместной работы всей системы машины, и люди напряженно ждали результатов. Шел одиннадцатый день работы Системы, когда с наблюдательного пункта на Каллисто увидели взлетевший с Ганимеда блестящий шар диаметром около двух метров. Радио с наблюдательного пункта сообщило: “Шар удаляется! Вычисляем траекторию… Внимание! Внимание! Впервые получено вещество с отрицательной массой!..” Опыт продолжался».

Было бы удивительно, если бы фантасты не задумались и о том, как совместить материальное (то есть вещественное) пространство со временем. Еще в 1929 году вышел рассказ Эдварда Ременте ра «Дефлектор времени», в котором был описан новый элемент темпий, позволяющий, ни много ни мало, путешествовать во времени. С помощью разноцветных магических кристаллов перемещается во времени гипнотизер (под видом индийского махараджи) в романе Джорджии Бинг «Молли Мун и магическое путешествие во времени». Используя тиотимолин, вещество из нескольких рассказов Айзека Азимова, уже упоминавшееся в этой рубрике, можно создавать «телехронные батареи» и получать с их помощью информацию из будущего — химическим способом!



Художник С.Дергачев

А вот изобретатель Олег Олегович из повести Вадима Шефнера «Человек с пятью “не”, или Исповедь простодушного» нашел возможность улавливать будущее время, сгущать его и превращать в реальное вещество. По виду оно напоминало нежно-голубую пластмассу с золотистыми прожилками. К сожалению, наловчившись изготавливать из времени статуэтки собак на продажу, изобретатель отказался от замысла усовершенствовать свою установку и продолжить изучение свойств времени.

В романе Луи Буссенара «Ледяной ад» (это приквел к более известному продолжению «Капитан Сорви-голова») ученый Леон Фортен открывает новые металлы не абы как, а «благодаря периодическому закону элементов великого русского химика Менделеева». Один из открытых им новых металлов (который ученый скромно решает именовать «леониумом») обладает удивительной способностью притягивать золото, как магнит железо. Изготовленная из «леониума» буссоль помогла ученому вместе с друзьями найти на Клондайке таинственную сокровищницу — «Мать золота» и заполучить баснословные богатства. Дважды в романе Леон Фортен пытается подробно рассказать, как он смог обнаружить металл с такими удивительными свойствами, но собеседники ученого просят не забивать им головы научными терминами. Жаль.

В раннем произведении Николая Шпанова «Война невидимок» он же ностальгически вспоминаемая старшим поколением — детьми войны — «Тайна профессора Бураго» (1941, 1958), — искрометном романе приключений, может быть, лучшем произведении Шпанова, — за покрытием, придающим предмету невидимость, охотится фашистская разведка. Естественно, усилия ее умных и сильных (что вообще-то редкость в советской фантастике) агентов, оказались тщетны, и моря и океаны планеты стали бороздить невидимые подводные лодки и военные корабли Страны Советов.

Молодой ученый Сергей Буров в повести украинского писателя Евгения Попова «Невидий» при помощи изобретенного им уникального прибора обнаружил в горах Тянь-Шаня необычный минерал, названный впоследствии невидием. Минерал был способен поглощать электромагнитные волны всех частот, благодаря чему стал надежной защитой для человеческого организма от вредного воздействия различных микрочастиц. Естественно, невидием и прибором Бурова тут же заинтересовалась иностранная разведка, которой был дан надлежащий отпор.

Особняком в фантастике стоят универсальные вещества, которые могли бы заменить собой любые другие. Так, в рассказе Генриха Альтова «Ослик и аксиома» описан универсальный ферритовый порошок, воздействуя на который магнитным полем нужной конфигурации, можно получить любой предмет.

Печальную историю создания Единого Материала — аквалида — представил в повести «Девушка у обрыва, или Записки Ковригина» Вадим Шефнер. Вот как рассуждает в этой сентиментальной полусказке-полулегенде юноша, обнаруживший, что ледяной след девушки у обрыва растаял: «Следы моей возлюбленной достойны вечности. Но лед не вечен. Не вечен и металл, ибо он ржавеет; не вечно и стекло, ибо оно бьется; не вечен и камень, ибо он выветривается и трескается от жары и холода. Я должен создать такой материал, который отливался бы в любую форму и не боялся бы ни огня, ни холода, ни времени». Именно такой материал, который заменил жителям Земли камень и металл, стекло и пластмассу, дерево и бетон, бумагу и лен, и создал гениальный Андрей Светочев, используя в качестве исходного вещества обычную воду.

В романе «Внуки наших внуков» Юрия и Светланы Софроновых растопленные льды Антарктиды превращаются в особое вещество — форму воды, которая растворяется в Мировом океане, не поднимая его уровень.

С проникновением химии и знания Периодического закона Менделеева в широкие массы фантастов необыкновенные вещества стали исчезать из фантастической практики. На смену им пришли необыкновенные устройства и чудесные изобретения. Но изредка какой-нибудь необычный минерал или возникшее в укромном уголке далекой-далекой Галактики соединение находят свой путь и на страницы современной фантастики.

Владимир Борисов,
Александр Лукашин

Химию и жизнь – народу!

Центр «НаукаПресс», издающий научно-популярный журнал «Химия и жизнь», выпустил электронный архив журнала «Химия и жизнь», объединяющий номера за все годы его существования с возможностью поиска по всем выпускам, а также имеющий функцию автоматического пополнения по мере выхода новых номеров журнала. Это первый продукт такого рода на журнальном рынке России.

Художник В. Камаев

Предлагаем присоединиться к проекту «Химию и жизнь – народу!». Цель проекта – обеспечить доступ читателей ко всем номерам журнала с начала его издания до текущего номера.

Проблема состоит в том, что библиотеки, даже если у них есть средства на подписку периодики, вынуждены списывать журналы старше пяти лет. Так бесценные рассказы об ученых, о проблемах и методах химии, биологии, физики, материаловедения, история развития науки и техники, смелые гипотезы и идеи, опыты юных химиков, размышления мудрецов, антология научной фантастики второй половины XX – первой половины XXI века, в общем, все, о чем более полувека пишет журнал «Химия и жизнь», оказывается утраченным.

Установка в библиотеке пополняемого электронного архива журнала и периодическая оплата его пополнения позволяет решить важные задачи: сохранение интеллектуального наследия, обеспечение читателей библиотеки свежей научно-популярной периодикой, формирование у них научной картины мира.

Для присоединения к проекту нужно купить один или несколько архивов и подарить их районной, городской или школьной библиотеке, а затем оплачивать продление подписки на обновление. Цена архива на флеш-карте 1600 рублей, что включает установку на трех рабочих местах и обновление свежими номерами до декабря 2018 года. Подробности об архиве можно прочитать на сайте журнала: www.hij.ru.

Для присоединения к проекту нужно прислать заявку на электронный адрес redaktor@hij.ru, почтовый адрес 119071, Москва, а/я 57 или позвонить по телефону редакции (495) 722-09-46 с 11 до 17-30 по рабочим дням.

Системные требования к рабочему месту для пользования архивом – персональный компьютер под управлением MS Windows 7.0 и старше, подключаемый напрямую, то есть мимо прокси-сервера, к сети Интернет во время установки и обновления. Ограничение: в сетях с центральным сервером и консолями доступа работоспособность архива не очевидна.

АНАЛИТИКА
ЭКСПО

16-я международная выставка
лабораторного оборудования
и химических реактивов

24-26 апреля 2018 года
Москва, КВЦ «Сокольники»

Забронируйте стенд на analitikaexpo.com

ISSN 1727-5903

Организатор

ITE

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

Соорганизаторы

РОС ХИМ РЕАКТИВ

Ассоциация Аналитических Центров

НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН по аналитической химии