



ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

2 /2019







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 7.2.2019

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

Адрес редакции

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

Адрес для переписки

119071, Москва, а/я 57

Телефон для справок:

8 (495) 722-09-46

e-mail: redaktor@hij.ru

<http://www.hij.ru>

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

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

«Арзи» — Объединенный каталог

«Пресса России», индексы — 88763 и 88764

(рассылка — «Арзи», тел. 443-61-60)

«МАП» — каталог «Почта России», индексы

99644 и 99645.

«Информсистема» — (495) 127-91-47

«Урал-Пресс» — (495) 789-86-36

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

© АНО Центр «НаукаПресс»

Генеральный спонсор журнала
компания «Биоамид»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кука

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
работа художника Марио Вагнера.*

*Погода в космосе не похожа на земную,
но все-таки это своеобразная жизнь, и
знать ее надо. Подробности в статье
«Космическая погода».*

*НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
плакат А.Кука, посвященный
Международному году Периодической
таблицы химических элементов*

*Если будешь сам колоть дрова,
то согреешься ими дважды.*

Генри Форд

Содержание

Хемофилия

С.Н.КАЛМЫКОВ: ХИМИК – ЭТО ШТУЧНЫЙ ТОВАР 2

Хемоскоп

СВЕРХПРОЧНАЯ КЕРАМИКА ДЛЯ АВИАЦИИ. НОВЫЙ ТИП ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ.
В ГИБЕЛИ ПЧЕЛ ВИНОВАТ ФИПРОНИЛ. А.И. Курамшин 8

Проблемы и методы науки

КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА. С.А. Богачев 10

Гипотезы

ЕСТЬ ЛИ ЖИЗНЬ НА МАРСЕ? Н.И.Василевич. 16

Мемуары Игнобеля

РЕБУС ЧИСТОЙ ВОДЫ. С.М.Комаров 23

Технология и природа

ОСМОТИЧЕСКИЕ СТРЕЛЬБЫ. С.Анофелес 25

Сто химических мифов

СТРАШНЫЕ ТРАНСЖИРЫ. И.А. Леенсон 26

Размышления

ПЫЛЬЦА. Б.В.Поленов 28

Болезни и лекарства

ЛТР– БЕЛКИ АЛЛЕРГИИ. Татьяна Цедилина 31

В море и на суше

ПОДЗЕМНАЯ ЖИЗНЬ ОРХИДЕЙ. Т.Н.Виноградова..... 34

Научный комментатор

МУДРОСТЬ И ДОЛГОЛЕТИЕ ПОПУГАЕВ. Н.Л.Резник 37

Нанофантастика

НАСЛЕДНИК. Андрей Вознин 40

Музей

МУЗЕЙ ИСТОРИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ. Дмитрий Златопольский..... 42

Панацейка

РОДОДЕНДРОН, ПРОДЛЕВАЮЩИЙ ЖИЗНЬ. Н. Ручкина. 46

Фантастика

ВРЕМЯ ВЫБИРАТЬ. Марина Шурухина 48

ЖИЗНЬ ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫХ ЦИТАТ. Константин Душенко 54

Мемуары

НЕ ВСЕ ЛЮДИ ВРАГИ... М.Б.Черненко..... 56

ИНФОРМАЦИЯ	17,64,65	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
КНИГИ	45	ПИШУТ, ЧТО...	62



ХЕМОФИЛИЯ

Химик — это штучный товар

Напоминаем, дорогие читатели, что 2019 год — Международный год Периодической таблицы химических элементов, то есть «химический год». Самое время поговорить с умными и равнодушными людьми о современной химии, о ее проблемах и перспективах, о ее прошлом и будущем, о хемофобии и хемофилии, о тех, кто влюблен в эту науку и готов служить ей без остатка. Сегодня гость рубрики «Хемофилия» — член-корреспондент РАН **Степан Николаевич Калмыков**, заведующий кафедрой радиохимии на Химическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова и с недавних пор декан факультета. С гостем беседует главный редактор журнала **Любовь Николаевна Стрельникова**.

Химию не любят — ни в школе, ни в магазине, ни на улице. Вас, как человека, влюбленного в эту науку, хемофобия не задевает?

Предубеждение к химии и хемофобия в обществе, конечно, есть. Хорошо это или плохо? Трудно сказать. Наверное, это нормально. Химия действительно связана и с ядовитыми, и с отравляющими, и с радиоактивными веществами — то есть с тем, что потенциально может быть опасно для человека. Это вызывает неприязнь к химии и страх. Ведь человеком движет в том числе и врожденный инстинкт самосохранения, побуждающий избегать опасности. Поэтому хемофобию мы победить не сможем. Но мне представляется чрезвычайно важным с точки зрения поддержания общей культуры и просвещенности общества разъяснять, что все материальное, с чем мы имеем дело, это химия, природная или рукотворная. Что благодаря химии у нас есть возможность не просто комфортно жить, но и лечить социально значимые заболевания, в том числе онкологические, которые так пугают людей. Что современные подходы к обращению с ядовитыми и радиоактивными веществами очень сильно отличаются от таковых в середине XX века, когда создавалось химическое и ядерное оружие. Это совершенно несоизмеримые вещи. Мне кажется, что современный, культурный и образованный человек должен это хорошо понимать.

Почему вы поступили на Химфак?

Как многие химики, я — несостоявшийся биолог. Ведь я хотел поступать на биологический факультет, потому что мечтал заниматься биохимией, изучать, как функционирует живая клетка. Но меня разубедили и сказали, что на Химфаке есть

по меньшей мере две кафедры, которые целиком этому посвящены, а поступить на Химфак проще. Так я стал студентом химического факультета в 1991 году.

И в результате выбрали своей специальностью радиохимию — то есть «опасность в квадрате», с точки зрения обывателя: и радио-активность, и химия...

В радиохимии я оказался случайно, но это была счастливая для меня случайность. На втором курсе я пришел делать курсовую работу на кафедру аналитической химии. Встретил там своего научного руководителя Игоря Петровича Ефимова, его, к сожалению, уже нет. И он привел меня на кафедру радиохимии к Юрию Александровичу Сапожникову, с которыми мы до сих пор работаем вместе. Юрий Александрович сразу же взял меня в летнюю экспедицию по Черному морю, где мы отбирали пробы воды и донных осадков, чтобы исследовать последствия Чернобыльской аварии. Это было настоящее приключение и прекрасное времяпрепровождение. Лето, жара. Судно останавливается в открытом море, глушат моторы и по громкой связи объявляют: «Температура воздуха 29 градусов, температура воды 24 градуса, глубина 2,5 километра. Желающие купаться могут пройти на ют». И мы ныряем за борт в чистойшую воду, берегов не видно, только море, солнце и чайки. Красота! Романтика! Но эта романтика — в промежутке между работами. Я отобрал много проб, в лаборатории в Москве их исследовал и опубликовал мою первую научную статью, за что, кстати, получил Соросовскую стипендию. И так, шаг за шагом, я втягивался в свою нынешнюю профессию. В общем, жизнь стала налаживаться. К слову сказать, никакой угрозы для Черного моря и населения мы не обнаружили. Впрочем, это был попутный результат, ведь мы занимались фундаментальными исследованиями — использовали чернобыльские радионуклиды, чтобы исследовать процессы перемешивания водных масс и определить скорость накопления донных осадков.

Вас так покорила черноморская экспедиция, что вы махнули рукой на биохимию и двинулись в радиохимию?

Увлечение какой-то областью науки начинается, как правило, с увлечения конкретным человеком. Для меня это был Юрий Александрович. Его мягкость, интеллигентность и влюбленность в науку меня покорили. Я захотел быть таким же. И это при том, что на первом курсе я чуть не вылетел — я слушал лекции и думал: «Господи, да что я здесь делаю?» А на втором курсе я познакомился с Юрием Александровичем, и моя судьба стала складываться как будто сама собой. Хотя теперь понимаешь, что наши судьбы во многом вершат наши учителя. К третьему курсу я осознал, что все не так уж и плохо. Кроме того, меня, совсем еще молодого и неопытного, допустили к исследованиям чрезвычайно важности для общества — к изучению последствий Чернобыльской катастрофы, которая произошла совсем недавно, несколько лет назад, но градус этой темы не снижался. Я почувствовал себя очень востребованным, значительным, моя самооценка подскочила, и я, будучи студентом, не вылезал из лаборатории на кафедре радиохимии.

Кстати, в экспедиции на Черном море я побывал еще не раз. Я ездил в Одессу для испытания новых сорбентов, когда делал дипломную работу «Концентрирование стронция-90 с помощью природных сорбентов». Сорбентами служила сухая биомасса, оставшаяся от водорослей, из которых извлекли альгинаты, но не полностью. Оставалось еще изрядно этих прекрасных полезных веществ, которые много где используют, в том числе для изготовления пастилы, и которые проявляют прекрасные адсорбционные свойства. Отходы выбрасывают, а мы решили делать из них сорбенты для извлечения радионуклидов из морской воды и модельных растворов.

Моя кандидатская диссертация связана совсем с другой темой — с захоронением радиоактивных отходов и миграцией радионуклидов через геохимические барьеры. А докторская

посвящена коллоидным частицам, содержащим плутоний. Это один из самых интересных элементов в Периодической таблице. Чисто синтетический элемент, которого практически не было в доядерную эпоху в природе, может существовать в степенях окисления от III до VII. Ни у какого другого элемента химические свойства не проявляют такого разнообразия. Так, разница в растворимости плутония (V) и плутония (IV) — более восьми порядков! Просто фантастика! Сейчас плутоний активно используют для смешанного оксидного топлива для атомных электростанций, для реакторов на быстрых нейтронах. Разрабатывают новые типы топлив, содержащих плутоний, в том числе нитридные.

Но ваш выбор оказался дальновидным — сегодня радиохимия переживает ренессанс и крайне востребована. Верно?

Совершенно верно. Радиохимия сейчас действительно востребована, и востребована чрезвычайно. Во-первых, она необходима для ядерной медицины, на которую возлагают большие надежды и которая их уже оправдывает. С помощью эмиссионной томографии (позитрон-эмиссионной томографии, ПЭТ, и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, ОФЭКТ) сегодня выявляют социально значимые заболевания (рак, болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона, болезни сердца и сосудов) на самых ранних стадиях. Роль радиохимии здесь ключевая — она обеспечивает медицину низкодозовыми препаратами на основе короткоживущих медицинских радионуклидов, например фтора-18, технеция-99m и других. Благодаря инъекции этого безвредного для человека препарата он накапливается в различных патологиях, например новообразованиях, и делает их видимыми для томографов. Этот метод используют не только для диагностики, но и для послеоперационного контроля.

Другое применение ядерной медицины — это лечение онкологических заболеваний с помощью локальной лучевой терапии. Мы вводим в организм биологические молекулы, содержащие радионуклид. Эти молекулы способны точно распознать новообразования и накапливаться в них, в межклеточном пространстве или внутри клеток. А дальше происходит радиоактивный распад нуклида, прямо на месте, который уничтожает патологические группы клеток и не затрагивает здоровые. Причем поражающим фактором в данном случае могут быть как альфа-частицы, так и электроны (бета-частицы или электроны Оже), выделяющиеся при распаде нуклида. Это своего рода троянский конь, пробравшийся в опухоль. У альфа-частиц пробег измеряется десятками микрон, это несколько клеточных размеров. А у электронов Оже — и того меньше, единицы-десятки нанометров. Поэтому воздействию подвергается не весь орган, не целый организм, а только отдельные органеллы клеток, скажем, ядро.

Здесь исследования и разработки идут в мире просто стремительными темпами. И в ближайшее десятилетие можно ожидать больших успехов на этом фронте.

Иными словами, никакие облучающие установки для лечения рака не будут нужны — достаточно просто инъекции радиофармпрепарата. А у нас такие препараты есть?

Сейчас в мире зарегистрирован всего один терапевтический альфа-излучающий препарат на основе радия-223, который компания «Байер» купила у компании «Альджета». По сути, это хлорид радия, самая примитивная ионная форма радия, который успешно используют для уничтожения костных метастазов. Опухолевые клетки поглощают много кальция и много радия, который они путают с кальцием. В результате препарат быстро и селективно накапливается именно в метастазах, где начинает свою подрывную работу изнутри. У нас сейчас идет регистрация этого препарата.

Но в целом и у нас, и в мире в ближайшее десятилетие может появиться с десяток препаратов. В США и Германии препарат с висмутом-213 проходит клинические испытания.

Причем испытания на безнадежных опухолях мозга, которые мы пока не умеем лечить. В Германии испытания на добровольцах оказались очень успешными, врачи наблюдали даже случаи полного излечения. В России мы разрабатываем такие препараты на основе актиния, висмута и радия.

Российские исследования и разработки в этой области радиохимии лидируют в мире, задают тон? Или плывут в русле мирового течения, прокладываемого западной наукой?

В ядерной медицине научная и инженерная составляющая у нас на очень хорошем уровне, не уступающем мировому. Что касается применения, то здесь, конечно, говорить, к сожалению, не о чем. В России медицинского молибдена-99, необходимого для получения технеция-99m для ранней диагностики, потребляют в год столько же, сколько в США — за один день! В США это 20 миллионов диагностических процедур в год. Если вы приходите в страховую компанию, то сначала вам назначат полный цикл обследований, обязательно включающий либо ПЭТ, либо ОФЭКТ.

В России есть спрос на такую диагностику у населения. Но он неплатежеспособный. Одна процедура на ПЭТ — это около 50 тысяч рублей. Много ли людей в состоянии заплатить такую сумму? Второй сдерживающий фактор, но в существенно меньшей степени — это радиофобия. Почему ядерный магнитный резонанс (ЯМР) переименовали в магнитно-резонансную томографию (МРТ)? Потому что слово «ядерный» у людей ассоциируется с радиацией, хотя ни к излучениям, ни к радиохимии ЯМР не имеет отношения. Но пациенты отказывались от ЯМР.

Третий важный фактор — небольшое количество диагностических центров. По рекомендациям Всемирной организации здравоохранения, на полмиллиона человек должен приходиться один диагностический ПЭТ-центр. А у нас по всей стране их штук пятнадцать. Их число, правда, увеличивается, есть госпрограмма на этот счет, но речь идет по большей части о крупных городах. Впрочем, медики в провинции зачастую даже такого слова, как «ПЭТ», не слышали. И это еще одна болезненная тема в ядерной медицине — подготовка кадров. Так что по использованию современных технологий ядерной медицины мы отстаем очень сильно — именно по использованию. Виноваты не химики, не инженеры, не Росатом. Это целый комплекс проблем, и первая из них — неплатежеспособный спрос.

Но, полагаю, по части исследований и разработок в ядерной энергетике мы — мировые лидеры? Все-таки первая атомная электростанция в мире была построена в Обнинске.

Да, здесь мы лидеры, и мы точно впереди США. Это без преувеличения. Дело в том, в начале 80-х президент США Джеймс Картер подписал Декларацию, запрещающую любые манипуляции и переработку топлива и облученных материалов, кроме как для военных нужд. Соответственно, у них вообще не развивались радиохимические технологии. В отличие от Франции и Великобритании. Поэтому США сильно отстали в этих вопросах. Мы в области радиохимических технологий ядерного топливного цикла на передовых позициях.

Доля атомной энергетики будет наращиваться в мире. Это происходит на наших глазах, и Химфак имеет к этому непосредственное отношение. Мы готовим кадры для отрасли, мы ведем научно-исследовательские работы по заказу отрасли. Здесь очень много интересных научных и инженерных задач, которые зашиты в программе «Прорыв» Росатома. Это новые виды топлив, это новые технологии, это малое количество отходов, это глубокое фракционирование отходов, это разные пути обращения с ними.

И тем не менее в Германии отказываются от атомных электростанций. Что вы думаете по этому поводу?

Германия объявила, что к 2022 году закроет все атомные электростанции по требованию партии зеленых. Это было одно из условий партии при ее вхождении в коалиционное

правительство. Последствия этого решения будут крайне неприятными для страны. Здесь надо понимать, что доля атомной энергетики в Германии в 2011 году была около 25%, сейчас около 12%. Закрытие всех станций приведет к тому, что себестоимость электроэнергии в Германии значительно увеличится. Это означает, что промышленная продукция, произведенная в Германии, будет неконкурентоспособной. На самом деле, это — большие глобальные экономические войны, преследующие цель ослабить те или иные государства. В то же время в соседней Франции доля атомной энергетики — 80%. Аварий не было, и станции закрывать не собираются. Фактически это обеспечивает Франции государственный суверенитет в плане энергоносителей.

Германия пытается убедить всех, что справится с проблемами с помощью альтернативной энергетики.

Альтернативная энергетика — это, конечно, хорошо, ее нужно развивать. Но одно дело — обеспечить энергией домохозяйство, другое дело — крупное промышленное предприятие. Ветряк не окупается, точнее — «окупается», если он построен на государственные деньги. В этом смысле гораздо более привлекательна солнечная энергетика. Кстати, это тоже химия, новые материалы для солнечных элементов. Вот она действительно дешевле, причем неуклонно. Если пять — семь лет назад срок окупаемости источников на солнечных батареях был чуть ли не тридцать лет, то теперь — уже меньше десяти. Для домохозяйств это, конечно, хорошее решение. Но вопрос в том, как обеспечить крупные предприятия энергией, как запасать энергию. Ядерная энергетика хороша тем, что энергию можно непрерывно запасывать. Можно непрерывно уменьшать и увеличивать мощности в зависимости от потребления в сетях. А в случае солнца и ветра это невозможно. Точнее, возможно, но это сложно и пока дорого. Так что здесь единственным реально зеленым источником энергии остается ядерная энергетика. И многие страны идут по этому пути. Даже те страны, где нефти много, Саудовская Аравия например.

Как вы думаете, эти радиохимические задачи могут вдохновить молодежь, студентов Химфака?

Несомненно, и тому есть подтверждение. В 1991 году, когда я поступал на Химфак, радиохимия была в числе самых популярных кафедр. А в прошлом году у нас на кафедре учились 33 аспиранта и поступили еще 13 аспирантов. Когда я учился, хорошо, если один аспирант отыскивался. Это в лучшем случае, а бывало и так, что один аспирант в несколько лет. Это я не к тому, что я такой великий заведующий кафедрой, а к тому, что запросы общества и цивилизационные тренды сделали радиохимию привлекательной и востребованной для молодых ученых и специалистов. Интересные исследовательские задачи и проекты привлекают молодежь. У меня на кафедре внебюджетных средств существенно больше, чем бюджетного финансирования. Значит, мы востребованы. Кроме того, у нас действительно интересно. И наконец, у наших выпускников нет проблем с трудоустройством — можешь идти в науку, можешь найти хорошую работу и в России, например в Росатоме, и за рубежом.

Но вы теперь не только заведующий кафедрой, но и декан Химического факультета. И вам приходится думать обо всех студентах. Можем ли мы вдохновить их тем, что химия стоит в центре естественных наук?

Это справедливо. Химия действительно одна из центральных наук, и не только естественных. Ее взаимодействие с биологией и физикой понятно, здесь границы стремительно размываются. Но химия связана и с социогуманитарными науками. С одной стороны — психология, с другой — химические процессы с участием гормонов, нейромедиаторов, рецепторов, определяющих поведение. Химия дофамина и его производных — чисто химическая задача и в то же время ключ к пониманию когнитивных функций мозга. Или возьмем

социогуманитарные исследования, связанные с различными артефактами. Установление подлинности культурных ценностей — это химическая задача, решаемая с помощью спектрометрических методов. Контроль нелегального перемещения культурных ценностей — тоже, здесь в ход могут идти, например, флуоресцентные метки. Вывезли скрипку одну, а вернули совершенно другую — это химики определяют легко.

Археология, датирование, химия климата. Это то, что развивается и двигается вперед семимильными шагами, к сожалению, — не так интенсивно у нас в стране.

Уже из перечисленного вами видно, что химия — наука прикладная. Каково, на ваш взгляд, соотношение фундаментального и прикладного в химии?

Мне близка позиция академика Анатолия Петровича Александрова, бывшего в свое время президентом Академии наук СССР. Он говорил, что плохо различает фундаментальную и прикладную науки, но хорошо различает плохую и хорошую. На самом деле различие, конечно, есть, просто границы размыты. Взять ту же мою родную тему, связанную с радиоактивностью. Вернадский еще в 1912 году в заочном споре с Резерфордом говорил о том, что в ближайшие десятилетия огромная энергия, заложенная в ядре и выделяемая при его распаде, будет востребована человеком. Через десять лет, в 1922 году, когда еще не было искусственной радиоактивности и даже намеков на атомное оружие, Вернадский уже рассуждал о том, а сможет ли человек использовать эту энергию во благо, либо направит на саморазрушение? Резерфорд же говорил, что это — исключительно фундаментальная вещь и до использования ядерных излучений должны пройти сотни лет. А сегодня мы видим, как фундаментальное открытие радиоактивности определило облик XX века — ядерное оружие, ядерная энергетика, ядерная медицина. На самом деле я с трудом могу назвать чисто фундаментальные исследования, которые не вели бы к какому-нибудь практическому ответвлению.

К примеру — синтез новых элементов, сверхтяжелых и короткоживущих.

Сам по себе синтез новых элементов — да, это красивая фундаментальная история. Но она была бы невозможна без ускорителей и мишеней, которые постоянно совершенствуются. А на этих ускорителях можно получать не только новые элементы, но и медицинские нуклиды. Либо изготавливать трековые мембраны для ультратонкой фильтрации. Синтез новых элементов — это развитие химии ультранизких содержаний. Выпускник нашей кафедры Иво Иосифович Звара, кстати, чех по национальности, который занимается химией единичных атомов, написал книгу про определение ультранизких радиоактивностей, что нужно для контроля пищевых продуктов, для медицины, для экологии. Казалось бы — где новые элементы и где экология. Но все в этом мире тесно переплетено, и подходы из фундаментальной науки оказываются приложимыми в обычной жизни. Так что фундаментальные работы по получению и изучению сверхтяжелых элементов — это драйвер для развития и техники, и химии, и технологий, и материалов.

Любая крупная фундаментальная задача, любой вызов науке в конце концов всегда приносит пользу обществу. Подобно тому, как многие технологии и материалы, разработанные специально для космических исследовательских программ, теперь работают на Земле на пользу людям. Наконец, разрабатывая ту или иную фундаментальную задачу, мы добиваемся понимания тех или иных процессов. А понимание — вещь крайне полезная и практичная.

Я бы сказал, что химия сегодня актуальна, подвижна, эффективна, она откликается на запросы человечества. Поэтому химики хорошо востребованы на рынке. Это можно увидеть по статистике трудоустройства наших выпускников и по количеству контрактов Химфака с компаниями.



ХЕМОФИЛИЯ

Химия меняется? Что отличает сегодняшнюю химию от вчерашней, пятидесятилетней давности? Что выходит на передний план?

Прогресс в науке определяется развитием инструментов исследования. И в этом смысле сегодняшняя химия разительно отличается от той, что была вчера. Сегодня мы можем смотреть за поведением не то что отдельных молекул, но и отдельных атомов. Мы можем *in situ* рассматривать внутри клетки молекулы, их конформации. И если мы раньше могли лишь косвенно судить о процессах по кинетике реакции, по изменению каких-то внешних макропараметров, теперь мы можем смотреть, как это в реальности происходит, онлайн. Мы можем контролировать процесс на молекулярном уровне, делать сборки молекул с атомарной точностью. Следить за процессами позволяет микроскопия высокого разрешения, в том числе криомикроскопия, которая дает возможность исследовать живые системы, рентгеновская спектроскопия.

Полтора года назад в Гамбурге была запущена международная Мегаустановка XFEL — европейский рентгеновский лазер на свободных электронах. Доля России в строительстве этой уникальной установки — 27%. У рентгеновского излучения очень короткая длина волны, поэтому с его помощью можно рассматривать объекты с атомной точностью. Кроме того, невероятно высокая скорость чередования рентгеновских вспышек позволит наблюдать сверхбыстрые процессы, например — образование межатомных связей во время химической реакции. И все это будет записано покадрово, как кино. В экстремальных условиях этих рентгеновских вспышек можно создавать и изучать новые вещества и материалы.

Химфак тесно сотрудничает с Европейским центром синхротронного излучения в Гренобле (Франция), где в 1994 году был запущен самый мощный источник синхротронного излучения в Европе (ESFR). Это тоже международный проект, в котором участвуют 18 стран. Доля России — 6%. Установка ESFR также позволяет заглянуть в материю на беспрецедентную глубину. Здесь постоянно работают наши совместные с Центром аспиранты — проводят совместные исследования. Идешь по коридору — и только успевай здороваться с химфаковцами, сотрудниками и выпускниками. Сейчас, правда, установка закрыта на реконструкцию. Но через полтора года, когда она откроется, это будет самый яркий по интенсивности излучения рентгеновский источник в мире.

Установки синхротронного излучения есть в Национальном исследовательском центре «Курчатовский институт», в Новосибирске, в Протвино на площадке Курчатовского института строится синхротрон нового поколения. Есть даже планы построить синхротрон на острове Русский. В Петербургском институте ядерной физики, который входит в состав Курчатовского института, в ближайшее время будет запущен уникальный исследовательский реактор ПИК.

Эти новые инструментальные возможности, появившиеся в последние 20–25 лет, сильно продвинули науку вперед, позволили взяться за задачи, к которым невозможно было подступиться раньше, и вернуться к исследованию, казалось бы, уже исследованных объектов. Но не просто вернуться,



а посмотреть на них с позиций новых инструментальных возможностей, переосмыслить и часто исправить ошибки в наших прежних представлениях, например связанных с действием лекарств, функцией отдельных молекул внутри клетки, образованием и свойствами новых наноматериалов и прочее. Это движение в химии действительно похоже на восходящее движение по спирали.

Что же касается переднего плана, или главного тренда, то он очевиден — это формирование новой междисциплинарной исследовательской области «науки о живом». И здесь химия занимает свое, ничем не заменимое место.

Отвечает ли Химфак этому структурному тренду в химии? И как вообще Химфаку за этими трендами угнаться, если они могут возникать каждые десяток-другой лет?

Сегодня у нас на факультете две кафедры посвящены наукам о живом — энзимологии и химии природных соединений. Но фактически на каждой кафедре есть лаборатории, которые связаны с живым. На радиохимии это лаборатория ядерной медицины и адресной доставки лекарств. Соответствующие лаборатории есть на кафедре физической химии, коллоидной химии, высокомолекулярных соединений, аналитической химии. Так что общий тренд под названием «науки о живом» на факультете представлен, думаю, пятнадцатью лабораториями из семидесяти одной.

Что же касается «как угнаться», то это крайне актуальный вопрос. Исторически так сложилось, что многие кафедры на факультете создавали под больших ученых, больших людей, а уж лаборатории и подавно. Это происходило в 1950–1960-х годах. Когда крупный ученый уходил из жизни или отправлялся на пенсию, тема постепенно теряла актуальность и некогда активная лаборатория начинала чахнуть. На самом деле это нормальный и естественный процесс. Но реалии сегодняшнего высшего образования и науки не дают нам возможности содержать лаборатории, живущие прошлыми воспоминаниями. Нужна реорганизация. А реорганизация требует основания, то есть научного подхода.

Вот почему мы начали проводить тотальный аудит всех лабораторий Химфака. Этого никогда не делали с момента основания химфака, да и, наверное, других факультетов. Но мы намерены теперь заниматься этим постоянно. Создали внутреннюю комиссию по аудиту, я ее председатель. Собрали и систематизировали информацию по всем лабораториям в соответствии с оценочными критериями, главные из которых — привлечение внебюджетных средств, публикуемые статьи, студенты и аспиранты, работающие в лаборатории. А потом посмотрели, на какое количество людей и площадей это распределяется, то есть оценили эффективность использования ставок и помещений.

Собственно, мы и раньше знали, что есть лаборатории, которые активно развиваются и которые популярны среди студентов, но им уже не хватает помещений и ставок, чтобы расширять коллектив и деятельность. При этом на этой же кафедре есть лаборатория, которая давно уже фактически не функционирует в той степени, в которой должна бы. С этой точки зрения мы рассмотрели 71 лабораторию химического факультета, выстроили рейтинг. Для нас было важно определить не лидеров, а красную зону, в которую попали 10% лабораторий с самых разных кафедр. Теперь вместе с заведующими кафедр мы решим, как будем эти лаборатории реорганизовывать — расформируем, сменим заведующего или присоединим к другой лаборатории. Надо понимать, что это не переаттестация сотрудников, а фактически пересмотр основных научных тем и организационной структуры факультета. И делаем мы этот аудит лабораторий не ради самого аудита, а в интересах химического факультета, его студентов и аспирантов.

Вообще, я вижу своей задачей усилить роль научных лабораторий. Мне кажется, должна постепенно происходить некая девальвация кафедр в хорошем смысле этого слова. Как структурное образование, призванное обеспечить учебный процесс, кафедры должны на нем и сосредоточиться. Лаборатории, которыми руководят конкретные лидеры в той или иной области науки, должны формировать научную повестку. А кафедры должны это интегрировать в учебный процесс.

Иными словами, научная политика и научное содержание располагаются прежде всего в лабораториях, а все учебные вещи — программы, курсы — на кафедрах.

Многие заведующие кафедрами со мной согласны, кто-то — нет. Идет дискуссия, и это нормально. Хотя реализовать мой замысел не так-то просто, поскольку научные лаборатории как таковые отсутствуют в Уставе Химического факультета. Так что пока работаем с юристами, чтобы это исправить.

Эта работа по оценке деятельности лабораторий, да и отдельных научных сотрудников, находит большую поддержку у нашего ректора Виктора Антоновича Садовниченко.

Когда вы говорите об усилении роли научных лабораторий в университете, я сразу вспоминаю американскую науку, которая действительно живет преимущественно в университетах. У нас же, в России, наука сосредоточена прежде всего в Академии наук — так сложилось исторически. Надо ли менять российскую систему, переделывать ее под американскую?

Действительно, традиционно у нас была отдельно вузовская наука, отдельно академическая наука, просто вторая появилась раньше, чем первая. Но давайте признаем состоявшийся факт — уменьшение роли Академии, которое произошло в последние двадцать лет. Роль Академии наук в жизни страны сегодня значительно меньше той, что была в СССР, когда любые крупные государственные проекты, будь то атомный и космический проекты, государственная программа химизации, были невозможны без Академии наук. Сейчас это, к сожалению, не так. Фактически Академия выведена за рамки принятия фундаментальных стратегических решений в области технологического развития страны. Здесь в какой-то степени есть и вина самой Академии. Я очень надеюсь, что ситуация будет меняться, поскольку все это вопросы чрезвычайной государственной важности и государственной безопасности. Здесь речь не об экспертной функции РАН. Это только дай волю — завалят сверху бумагами ужасающе низкого уровня, на которые придется без пользы тратить огромное время.

Но мы, университетские, с Академией не просто дружны, мы переплетены и ветвями, и корнями. Я одновременно сотрудник и университета, и академического института и, кстати, Курчатовского института. В МГУ работают триста членов РАН, на химфаке — двенадцать академиков и столько же членкоров. С большинством институтов нашего химического отделения у нас подписаны договоры о сотрудничестве, и они наполнены реальным содержимым — совместными грантами, стажировками наших аспирантов и студентов в институтах, совместными конференциями и так далее.

Я не стал бы говорить, что есть чисто академическая и университетская наука, во всяком случае с точки зрения МГУ. Наш университет — это, конечно, отдельный вуз, доля науки здесь очень высока. Это не только ощущения, мы можем оценить это и с помощью формальных критериев. На Химфаке профессоров, доцентов и преподавателей триста человек, а научных сотрудников — вдвое больше. Если посмотреть по количеству научных статей, публикуемых МГУ и РАН, то у Академии их больше, но порядок величины одинаков. Так что сегодня в России есть две лидирующие научные организации — институты Академии наук и МГУ. Академия, конечно, на первом месте. Но у нас есть очень хорошее преимущество, которое мы активно используем и которого нет в Академии, — постоянный приток свежих молодых сил, студентов и аспирантов. Поэтому у нас настоящая движуха, как скажет молодежь. В Академии ее заметно меньше.

Надо ли что-то менять в этом тандеме «академическая наука — университетская наука»? На мой взгляд, проблема несколько в другом — у нас разрушена система науки «от фундаментальных идей до технологий». И разрушена она не потому, что усиливается университетская наука, а потому, что в девяностые годы было изъято и уничтожено среднее звено,

отраслевые институты и проектные организации. Сейчас что-то возрождается, но это крохи, несоизмеримые с тем, что требуется системе. Сегодня у нас есть реальная наука, академическая и университетская, и есть реальное производство. А между ними — пропасть! Мы говорим на разных языках, а моста и переводчиков нет, вернее, их неадекватно мало. В советское время непрерывный цикл от фундаментальной идеи до технологии, работающей на производстве, был налажен. А развалить систему легко. Убрали среднее звено — и все. Промышленность осталась без новых идей и технологий, которые сегодня называют модным словом «инновации», а наука осталась никому не нужной, лишилась заказов от отраслей. Так что разрушать очень просто — достаточно вытащить один кирпичик из середины.

В США, кстати, нет академических и отраслевых институтов.

Да, но их роль играют исследовательские центры при крупных компаниях. Тем не менее в США есть шестнадцать огромных национальных лабораторий, типа Лос-Аламосской и Ливерморской, которые решают научно-технологические задачи государственной важности, в том числе и вполне гражданские, и которые финансируются государством. По количеству топ-статей их работа соизмерима с тем, что делают университеты США. Кстати, Курчатовский институт, объединяющий под одной крышей несколько институтов с отчетливым прикладным вектором, — аналог американской национальной лаборатории. На самом деле задача национальных лабораторий США — сохранять научные и инженерные кадры с уникальными профессиональными компетенциями. И они ее успешно решают: всегда, независимо от загруженности и результатов, государство хорошо их финансирует только ради того, чтобы сохранить специалистов. Но как только возникает важный государственный проект, специалистов из этих лабораторий выдергивают и направляют в проектные группы. Это работало и работает сейчас.

Есть еще мелкие технологические компании, которыми, как шубой, окружены университеты. Они заняты коммерциализацией университетских разработок и идей. Наш Химфак тоже потихоньку обрастает маленькими технологическими компаниями, но, конечно, не столь интенсивно. И не потому, что Химфак плохой. Дело в том, что инновационная атмосфера здесь и в Силиконовой долине очень различается.

В шестидесятых годах химия была в моде: капроновые чулки, нейлоновые рубашки... Химия казалось волшебством, которое исполнит все твои желания. Есть ли шанс вернуться на такой же уровень восторга?

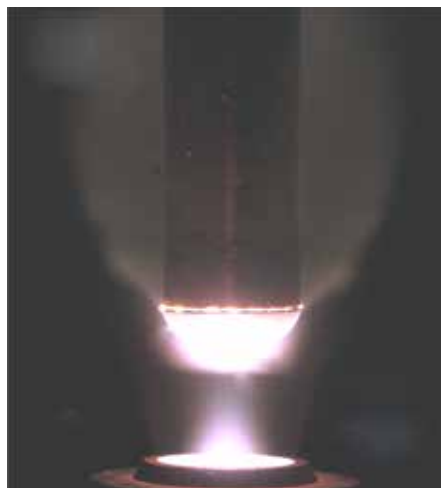
Такой же и не нужен. Химик как специалист — это не массовая профессия и не массовая продукция. Если говорить о химиках-исследователях, химиках-инженерах высокого класса, управленцах заводами, то это штучный товар. Нам не нужны сотни и десятки тысяч химиков, они просто не будут востребованы. Здесь рынок расставляет все по местам — что нужно, что не нужно. На Химфаке так же, как и на многих других естественно-научных факультетах, конкурс стабильный, пусть и невысокий. То есть одно и то же число детей целенаправленно приходит к нам каждый год. Может быть, эмоционально мы и хотели бы увеличить конкурс в два раза, но это не самоцель. Для нас гораздо важнее другое. Химфак набирает 90% абитуриентов в первой волне зачислений. По этому показателю мы на первом месте среди факультетов в МГУ. Это говорит о том, что наши абитуриенты целенаправленно принесли свои аттестаты к нам и собирались поступать именно к нам. Это те, кто любит химию и связывает с ней свое будущее, кто хочет заниматься только химией и другого себе и не мыслит. Ну что ж, они сделали отличный выбор, потому что на Химфаке — все такие.



Сверхпрочная керамика для авиации

Ученые Дальневосточного федерального университета (ДВФУ) и Российской академии наук разработали новый высокопрочный керамический материал. Ему не страшно длительное воздействие сверхзвукового потока воздуха при температуре выше 2600°C («Russian Journal of Inorganic Chemistry», 2018, 63, т. 11, стр. 1484–1493; doi: 10.1134/S0036023618110177). Такие характеристики позволят сделать из нового материала носовые обтекатели и крылья новейших самолетов.

Столь прочную керамику получили из диборида гафния (HfB_2), смешанного с нанокристаллическим карбидом кремния (nc-SiC). Для получения нового материала использовали технологию золь-гель и методики спекания в плазме искрового разряда. Прочность керамического композитного материала проверили, воздействуя на него сверхзвуковым потоком воздуха. После 40 минут воздействия образец материала не разрушился и его масса уменьшилась на 0,04%. При этом керамический материал имел толщину всего 10–20 микрометров. Что очень важно — в материале не образовались участки, со-



Испытание нового керамического материала

держащие SiC, это также подтверждает, что материал надежен и устойчив.

Условия, в которых проводили испытания, имитировали те, в которых работают носовые обтекатели и крылья самолетов, — при движении со сверхзвуковой скоростью из-за трения о воздух температура этих элементов конструкции может подниматься до 2600°C.

Исследователи Дальневосточного федерального университета работают над созданием новых ультрапрочных ке-

ХЕМОСКОП



рамических материалов с 2013 года, эта работа развивается в сотрудничестве с институтами Российской академии наук. Так, исходные материалы для композитного керамического материала получили в московском Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН. В Химическом институте Дальневосточного отделения РАН разработали инновационный метод получения — спекание в плазме искрового разряда. В лабораториях ДВФУ образцы керамического композита тщательно исследовали, в частности проверили их механические характеристики и устойчивость.

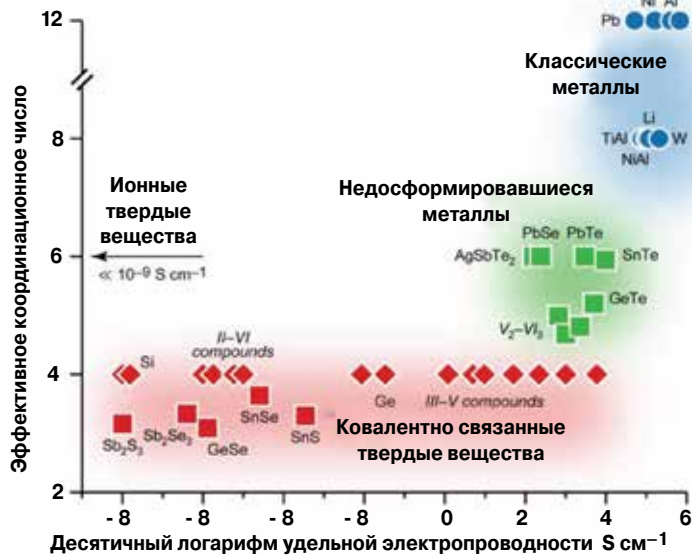
В Дальневосточном федеральном университете уже несколько лет работает Междисциплинарный центр коллективного пользования в области нанотехнологий и новых функциональных материалов, объединяющий усилия физиков, химиков, биологов и материаловедов. Разработка нового керамического композита — не единственный успех этого центра. Ранее исследователи из ДВФУ сообщили о разработке уникального жаропрочного композитного материала, полученного из карбида и нитрида гафния. Его температура плавления выше 4200K.

Новый тип химической связи?

В школьных и в вузовских учебниках описано три основных типа химической связи — ковалентная, ионная и металлическая. Тем не менее не все согласны, что любой тип связи можно свести к одному из этих трех. Для некоторых твердых веществ предлагают выделить четвертый тип — метавалентную химическую связь.

Как утверждает Маттиас Вюттиг и его соавторы из Рейнско-Вестфальского технического университета Ахена, такой тип связывания можно найти в соединениях, в состав которых входят металлоиды и их соседи по Периодической системе — например, в теллуридах германия, олова и свинца. Авторы утверждают, что соединения этого типа чем-то сходны с металлами (например, у них приемлемые значения электропроводности), но при этом в них наблюдается значительная степень обобществления электронов, характерная для веществ с ковалентной связью. Вюттиг назвал такие соединения «недосформировавшимися металлами» — *incipient metals* — («Adv. Mater.», 2018; doi: 10.1002/adma.201803777).

В твердых веществах с атомной кристаллической решеткой, например в кристалле алмаза, атомы связаны друг с другом



ковалентными химическими связями, в результате чего каждый электрон в таком кристалле находится в спаренном состоянии. На диаграмме зонной структуры, столь любимой специалистами по физике твердого тела, такому типу связывания будут соответствовать содержащая электроны валентная зона и располагающаяся выше по энергии пустая зона электропровод-

ности. Такое электронное строение не подразумевает свободных электронов, и материал с таким электронным строением относится либо к диэлектрикам, либо к полупроводникам. Полупроводники отличаются от диэлектриков меньшим по энергии расстоянием между зонами валентности и электропроводности, что позволяет некоторым электронам, получившим до-

статочное количество тепловой энергии, перемещаться в зону проводимости.

В кристалле с металлической химической связью в зоне электропроводности находятся подвижные электроны, которые и обеспечивают электропроводность металла. Чаще всего металлическую связь изображают так: располагающиеся в узлах кристаллической решетки катионы металлов окружены электронным газом.

В «недометаллах» Вюттига существует конкуренция двух типов связывания — ковалентного спаривания электронов и полной делокализации, характерной для металлов. По словам Вюттига, свойства этих материалов не просто промежуточные между металлическими проводниками и полупроводниками, у них есть особенности. Во-первых, атомы в большей степени сближены друг с другом, чем обычные партнеры по ковалентной связи, но в меньшей степени, чем это предполагает плотная кристаллическая упаковка металлов. Первая попытка объяснить такое связывание строилась на модели резонансного связывания — подобное реализуется в графите, в котором происходит быстрый

переход между различными ковалентными структурами. По словам Вюттига, он и его коллеги были уверены в том, что дело именно в таком резонансном связывании, но за два года исследований это предположение так и не удалось подтвердить.

Есть еще одна особенность «недометаллов»: химические связи в них разрываются не так, как это происходит в материалах с ковалентными связями. Это свойство обнаружилась еще раньше, когда Вюттиг с коллегами испарял лазером атомы с поверхности игольчатых кристаллов «недометаллов», изучая поведение отдельных связей («Adv. Mater.», 2018, 30, 1706735; doi: 10.1002/adma.201706735). Эксперименты показали, что химические связи, например, в теллуриде германия, отличаются некоторыми ключевыми чертами, которые нельзя приписать ни металлическим, ни ковалентным взаимодействиям. Например, они отличаются аангармоничностью колебаний. Также им свойственна высокая поляризуемость — электрические поля легко способны смещать электронную плотность в направлении одного из атомов участников связи.

Также все вещества, который Вюттиг отнес к «недосформировавшимся металлам», отличаются умеренной электропроводностью и высокой диэлектрической проницаемостью. Как уверяет Вюттиг с соавторами, ни свойства химических связей в этих соединениях, ни их макроскопические характеристики не могут объясняться постепенным переходом от ковалентной к металлической химической связью.

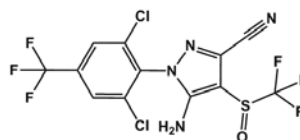
Специалист по химии материалов Джон Бакеридж, работающий в Университетском колледже Лондона, также считает, что подобные твердые вещества нельзя отнести ни к тем, в которых в чистом виде реализуется ковалентное связывание, ни к материалам с металлической связью. Тем не менее он не уверен в том, что для описания свойств этих соединений нужно вводить четвертый тип химической связи. Особенности свойства «недометаллов» можно просто объяснить взаимодействием неподеленной электронной пары одного из участников связи и р-орбиталей другого участника, не переписывая основы теории.

В гибели пчел виноват фипронил

Исследователи из Великобритании приводят доказательства в пользу того, что в массовой гибели медоносных пчел во Франции, наблюдавшейся в начале 1990-х годов, виноват инсектицид фипронил, а не имидаклоприд. Оба пестицида появились на рынке в начале 1990-х годов.

В 1990-е годы, когда пчелы начали массово гибнуть, пчеловоды и защитники окружающей среды в первую очередь обвинили в этом имидаклоприд. Однако на самом деле в это же время начали использовать два новых инсектицида. В новой работе Филиппа Холдер и ее коллеги из Университета Эксетера, а также специалисты частной компании «Фера-Сайнс», предполагают, что главным подозреваемым в деле о массовой гибели пчел должен быть фипронил. Его повсеместно применяли в начале 90-х годов для защиты подсолнухов («Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.», 2018; doi: 10.1073/pnas.1804934115).

Ученые определили опасные дозы обоих инсектицидов для пчел и выяснили вероятность накопления этих препаратов в организме этих насекомых (количественно определили биологическую активность). Полученную информацию использовали для компьютерной симуляции — как могли пчелы отреагировать на те концентрации препаратов, которые попадали в окружающую среду при их применении.



Фипронил

Оказалось, что, в отличие от имидаклоприда, фипронил накапливается в организмах пчел, и при длительном воздействии этот инсектицид становится для них все опаснее. Большие дозы фипронила опасны и для людей — этот пестицид действует на почки, печень и щитовидную железу.

Холдер с коллегами предлагает людям, ответственным за принятие решения, применять ли инсектицид определенного строения, предварительно проверять его опасность с помощью методов, аналогичных тем, что она использовала в своей работе. По ее мнению, это позволит различать инсектициды, без проблем выводимые из организма полезных насекомых, и те, что накапливаются в них. Понятно, что если препарат накапливается, то с каждым повторным применением он становится все опаснее.

Этот инсектицид замешан не только в скандале с гибелью пчел в 1990-х годах. Осенью 2018 года пчеловоды Южной Африки также обвинили фипронил в гибели миллиона пчел — до этого виноделы около Кейптауна законно распыляли фипронил для борьбы с муравьями на своих виноградниках. В 2017-м из-за фипронила пришлось

ХЕМОСКОП



уничтожить миллионы куриных яиц в Южной Корее — там компании, отвечающие за дезинфекцию, использовали этот инсектицид на птицефермах для борьбы с клещами.

В Евросоюзе запретили использовать фипронил для обработки посевов еще в 2017 году, однако в большинстве стран ЕС до 31 марта 2019 года этот пестицид можно применять для обработки семян. Во многих странах мира фипронил используют для борьбы с муравьями, тараканами и термитами в помещениях, также в спреях от блох для кошек и собак. В Российской Федерации фипронил не запрещен, комбинированные пестициды, содержащие это вещество, разрешается использовать и как ветеринарный препарат для обработки домашних животных, и для обработки пшеницы, ячменя и картофеля. В соответствии с «Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» Таможенного союза содержание фипронила в картофеле и зерне злаков не должно превышать 0,005 мг/кг.

Выпуск подготовил
кандидат химических наук
А.И. Курамшин



Космическая погода

Доктор физико-математических наук
С.А. Богачев

Мы все живем на дне воздушного океана и привыкли к его капризам — заморозкам летом, новогодним праздниками без снега, октябрю с апрельской температурой. Мы относимся к этому философски, лишь привычно поругивая синоптиков. И, словно устав от нашего равнодушия, наука с недавних пор стала пугать нас новым чудом — космической погодой. Действительно ли в космосе есть погода? Что это вообще такое?

Влияет оттуда, проявляется здесь

Магнитные бури, радиационные пояса, озоновые дыры — эти слова входят в нашу жизнь, заставляя вздрагивать и оглядываться вокруг в поисках новой невидимой силы, способной, если верить средствам массовой информации, выводить из строя электростанции, сети связи, космические аппараты и конечно же влиять на здоровье людей. Связанные между собой явления в атмосфере Земли, в космическом пространстве и на Солнце объединяют понятием «космическая погода». В некоторых случаях они могут быть важны и для жителей Земли, и для космонавтики.

Все эти процессы можно описать формулами и измерить с помощью физических инструментов. Понять, что это такое, проще всего, сравнивая с обычной погодой. Под последней, как мы все знаем, понимается состояние окружающей нас

среды и прежде всего атмосферы — температура, влажность, давление, скорость и направление перемещения воздуха (ветер). Причины изменений в атмосфере находятся в физике самой Земли — в законах движения воздушных масс. И хотя иногда приходится слышать теории вроде «что вот в этом году было жаркое лето, так, наверное, просто Солнце светило сильнее», к реальности эти догадки не имеют отношения.

Однако существует красивое выражение: «Земля находится в объятиях Солнца». Стоит ли за этой фразой реальная физика и если да, то какая? Нет ли в окружающей среде изменений, причины которых находятся где-то далеко? Ответ на этот вопрос положительный — да, они есть. К космической погоде как раз и относят те процессы, которые происходят на поверхности и в атмосфере Земли (с появлением спутников сюда стали относить и ближнее космическое пространство), но причина которых находится вне планеты.

При таком определении к космической погоде могут быть отнесены, например, приливы и отливы. Объяснить их физикой самой Земли невозможно, и если вообразить себе вымышленное человечество, по какой-то причине не знающее о существовании Луны и Солнца, то попытки объяснить приливные явления в этих условиях поставили бы их в тупик.

Земля в объятиях Солнца

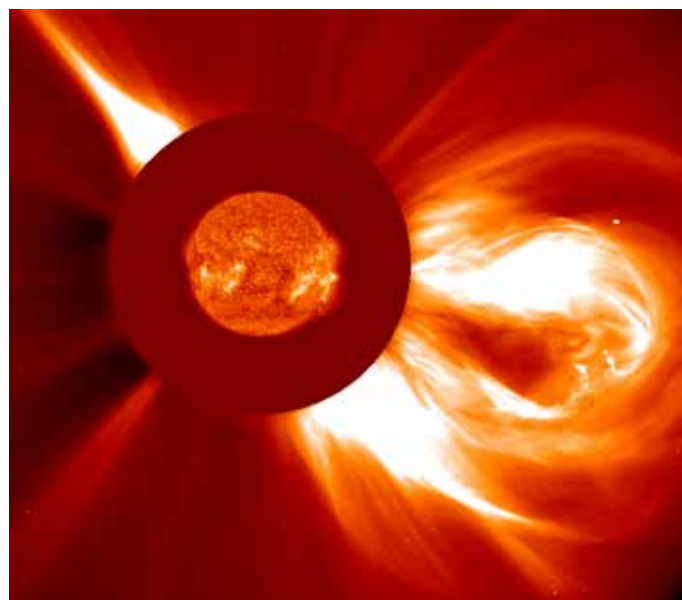
В отличие от обычной метеорологии, проводящей измерения на Земле (даже метеоспутники смотрят вниз на Землю), чтобы изучать космическую погоду, надо смотреть в космос. Поэтому космическая погода молода — эта область не могла развиваться в полную силу до начала космической эры. Что сегодня, кроме приливов, может быть отнесено к космической погоде?

1. Полярные сияния. Изображение из сети Интернет

Прежде всего — полярные сияния. Причина — заряженные частицы, вторгающиеся в атмосферу Земли после вспышек на Солнце или вместе с солнечным ветром и проникающие в плотные воздушные слои нашей планеты через полярные каспы — воронкообразные области магнитного поля. Взаимодействуя с атомарным и молекулярным кислородом и азотом, солнечные частицы переводят их в возбужденное состояние, из которого атомы релаксируют с испусканием фотонов разной энергии, в основном — в зеленой и красной частях спектра.

Далее, магнитные бури — колебания напряженности земного магнитного поля после вспышек на Солнце, реже — в результате взаимодействия с солнечным ветром. Такие неожиданные (и как казалось на тот момент — беспричинные) изменения магнитного поля Земли были обнаружены еще в XIX веке, однако тогда они не могли быть объяснены никак, кроме как процессами под земной поверхностью, может быть, даже в ядре, так как вспышки на Солнце тогда не были известны. Первую солнечную вспышку наблюдал 1 сентября 1859 года британский астроном Ричард Кэррингтон, и сопровождалась она одной из крупнейших зафиксированных геомагнитных бурь, среди последствий которой — массовый отказ телеграфных систем в Европе и Северной Америке. Начавшиеся после этого поиски и исследования вспышек на Солнце показали космическое происхождение магнитных бурь. Произошло это, надо полагать, к большому удовольствию синоптиков, которым уже в то время хватало проблем с обычной погодой.

Хотя и магнитные бури, и полярные сияния вызываются вспышками на Солнце, их природа различна. Полярные сияния связаны с отдельными вспышечными частицами, проникающими в магнитное поле Земли. Однако, помимо отдельных частиц, солнечные вспышки иногда выбрасывают в космос целые облака плазмы — так называемые выбросы массы. Такие выбросы, в частности, хорошо видны на снимках, которые делают спутники. В отличие от быстрых отдельных частиц, которые тратят на путь от Солнца к Земле порой всего несколько часов, облака плазмы медлительны, они неторопливо ползут к нам два-три дня (по земным меркам их скорости колоссальны — 1000 км/с и более). В ходе движения, как любое газовое тело, облака увеличивают свои размеры и при приближении к Земле могут вырастать до



2
Солнечный выброс массы. Изображение получено коронографом LASCO на спутнике SOHO 2 декабря 2003 года



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

десятков миллионов километров. В результате, если на пути такого облака окажется небесное тело без атмосферы, то оно просто окутывает его (это следует учесть будущим покорителям Луны). В случае же Земли, обладающей не только атмосферой, но и магнитным полем, солнечная плазма не проникнет вниз, а будет отражена магнитосферой. Однако так же, как после удара по нему палицей вибрирует щит, так и земное магнитное поле, приняв на себя удар облака плазмы, начинает испытывать колебания, которые добегают из космоса до поверхности Земли и регистрируются приборами уже на поверхности. Кроме того, солнечный выброс насыщает земную магнитосферу заряженными частицами и создает в ней избыточные токи, которые влияют на земное магнитное поле у поверхности. Развивается магнитная буря.

В любом замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного поля наводится ток — это школьный учебник. Такие контуры на Земле есть — это электрические сети и трубопроводы. Именно на эти системы наводятся в первую очередь дополнительные токи во время магнитных бурь. А от них они уже могут передаваться, например, на приборы, включенные в сеть. Опасно ли это? Скорее нет, чем да. Магнитные бури — нередкое явление, и, если бы каждая из них что-то выбивала в сети, это давно превратилось бы в общемировую проблему, а этого нет. При желании такие замкнутые проводящие контуры можно найти и в организме человека — например, нервная система и система кровообращения. Конечно, их размеры на многие порядки меньше размеров электросетей, и вдобавок сопротивление на многие порядки выше.

Есть еще несколько каналов влияния. Например, Солнце влияет на плотность верхней атмосферы и ионосферы и, следовательно, на движение спутников на низких орбитах, а также на радиосвязь. Важным аспектом является ультрафиолетовое излучение Солнца, проникающее до поверхности Земли и, в частности, вызывающее загар. Его уровень также зависит от солнечной активности. Наконец, важная часть космической погоды — радиационный фон в ближнем и дальнем космосе. С развитием электроники и ее миниатюризацией опасность выхода из строя космического аппарата при попадании в него заряженной частицы с каждым новым поколением спутников только возрастает. А в будущем мы столкнемся с проблемой обеспечения безопасности человека при дальних космических перелетах, например, при экспедиции на Марс. В этом случае возможность прогнозировать вспышки на Солнце окажется принципиально важной. На время всплесков космической радиации экипаж будет иметь время укрыться в защищенных отсеках, а чувствительные элементы электроники могут быть обесточены, что снижает риск их необратимого повреждения.

Как прогнозируют космическую погоду

Легко определить текущее состояние обычной погоды — купить бытовую метеостанцию, а на крайний случай хватит и термометра за окном. Однако, чтобы не просто измерить,



3

Космический аппарат GOES-R (художественное изображение).
Источник — www.nasa.gov

а сделать прогноз, необходимы уже существенно большие усилия, с привлечением множества данных, собираемых метеостанциями по всему миру, а в наши дни еще и путем привлечения спутниковых наблюдений. Это относится и к космической погоде. Проводить локальные измерения магнитного поля и выдавать сообщения о магнитных бурях — в целом задача несложная, хотя и требующая определенной квалификации. Есть большое число магнитных датчиков, многие из которых являются всепогодными, и единственное, что требуется, — это обеспечить отсутствие помех со стороны электрических приборов. Часто такие датчики просто закапывают в землю. Сложнее изучать состояние верхней атмосферы и ионосферы, но с этим справляются метеозонды, поднимающиеся до высот около 40 км, и ионозонды — наземные радиолокаторы, зондирующие ионосферу. Однако космическая погода потому и называется космической, что без взгляда в космос не обойтись. Точно так же как термометр за окном способен сообщить о температуре сейчас, но ничего не скажет о температуре завтра, так и магнитометры, метеозонды и ионозонды характеризуют лишь текущее состояние

атмосферы и магнитного поля, но не знают, что произойдет через день. Для того чтобы прогнозировать космическую погоду, надо наблюдать источник ее изменений и иметь модель явления. Таким источником для Земли является Солнце.

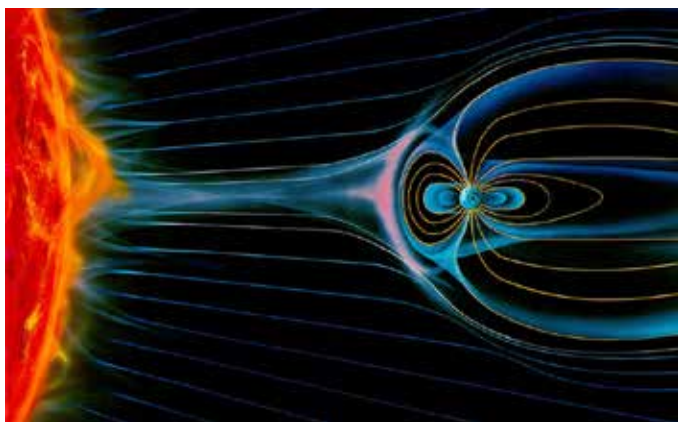
Поэтому для изучения космической погоды нужны аппараты, осуществляющие наблюдение Солнца, а также одновременно измеряющие отклик на солнечные события в ближних космических окрестностях Земли. Солнечная вспышка может длиться всего несколько минут, а ее следы с диска Солнца могут исчезнуть уже через один-два часа. Если спутник ведет наблюдения с большим шагом или периодически уходит в тень Земли, он непригоден для работы в этой области. Кроме того, он должен иметь возможность в любой момент передать данные на Землю. Если аппарат вращается вокруг Земли и выйдет в зону видимости приемной станции только через несколько часов, часть вспышечных воздействий за это время может уже добраться до Земли.

Эти требования выполнены, например, группировкой аппаратов GOES, которые работают в космосе в интересах Национальной атмосферной и океанической администрации США (NOAA). Первый аппарат группировки был выведен на орбиту в октябре 1975 года, и с тех пор друг друга на орбите сменили уже 17 космических аппаратов. Последний из них был запущен в марте 2018 года, запуск следующих назначен на 2020-й и 2024 год. «Сменили друг друга» — не совсем правильный термин, так как аппараты запускаются и работают с перекрытием. Одновременно на орбите находятся два-три, а иногда и больше, идентичных спутников, некоторые из них ведут наблюдения в параллельном режиме, а один-два находятся в холодном резерве и могут быть включены в любой момент. Наблюдения ведутся непрерывно, данные поступают на Землю в режиме реального времени. Для этого все аппараты выводятся на геостационарную орбиту, находясь на которой, они фактически висят над одной и той же точкой Земли — в данном случае над своей приемной станцией. От момента получения данных в космосе до их появления на серверах

4

Изображение Солнца, полученное космическим аппаратом SDO.
Источник — www.nasa.gov





5
Схематическое изображение взаимодействия солнечного ветра и Земли.
Изображение из сети Интернет

NOAA и публичных ресурсах в Интернете проходит не более одной-трех минут. Однако эти аппараты не определяют, где на солнечном диске произошла вспышка — напротив Земли, когда ее влияние максимально, или на его краю.

Эту задачу решает другой аппарат — SDO (Solar Dynamics Observatory), запущенный в 2010 году. Снимки он получает великолепные — от некоторых просто захватывает дух. Главной же для науки, впрочем, является не красота, а непрерывность работы SDO. Все это время он шлет на Землю снимки Солнца в режиме реального времени каждые 12 секунд. Работает аппарат на такой же геостационарной орбите, что и спутники GOES.

Однако это еще не все — ни GOES, ни SDO не могут наблюдать солнечный ветер. Этому мешает магнитное поле Земли, внутри которого работают оба спутника. Чтобы его наблюдать, надо выводить аппараты очень далеко от Земли — на сотни тысяч, а лучше миллионы километров. Эту задачу решает космический аппарат ACE (Advanced Composition Explorer), запущенный в 1997 году. Аппарат располагается в точке Лагранжа L1 — находясь в ней, аппарат вращается вокруг Солнца с той же угловой скоростью, что и Земля, то есть он все время находится между ними. Удалена эта точка от нашей планеты примерно на 1,5 млн км. Земного магнитного поля здесь нет, аппарат оказывается погруженным прямо в поток солнечного ветра. Он измеряет состав солнечного ветра, энергию и концентрацию частиц, исследует космические лучи, измеряет магнитное поле. С этого аппарата идет основной мировой поток данных по солнечному ветру.

Но есть еще один прибор, без которого в космической погоде не обойтись, — коронограф, способный наблюдать движения масс в окрестностях Солнца, измерять их скорости и предсказывать, как быстро они достигнут (и достигнут ли вообще) Земли. Единственный мировой коронограф, находящийся тоже в точке L1, расположен сейчас на очень старом европейском спутнике SOHO, выведенном на орбиту еще в 1995 году. По сути, только из-за уникальности данного прибора в настоящий момент поддерживается работоспособность SOHO, у которого уже зарегистрирован отказ нескольких служебных систем. Еще два коронографа расположены на аппаратах STEREO, которые, однако, удалены от Земли на сотни миллионов километров и передают снимки раз в пять минут.

Таким образом, исследование космической погоды сейчас ведется не одним, а сразу несколькими космическими аппаратами, каждый со своими задачами, и, в некотором смысле, собранными в единую группировку. Тем не менее даже такая искусственно созданная группа смогла за последнее десятилетие очень сильно продвинуть теорию космической погоды, пусть пока и не приблизив ее точность к обычной метеорологии, но повысив качество прогноза как минимум в разы.



Что происходит у нас

Космическая погода — это серьезный научный контроль и прогноз радиационного и плазменного состояния ближнего космоса, то есть области, где располагается подавляющая часть космических аппаратов, а также прогноз состояния ионосферы и в целом верхней атмосферы Земли. Данные эти нужны для решения множества научных и технических задач. Никто не отменял и задачи освоения Луны (какими бы фантастическими они ни казались сейчас), которые нельзя решить без информации о солнечной активности. Причем наблюдения Солнца и исследования космической радиации — это область, где Россия в постсоветскую эпоху не только не потеряла, а даже расширила свои возможности. За последние десять лет были созданы три космические обсерватории — «КОРОНАС-Фотон» в 2009, «Спектр-Р» в 2011 и «Михайло Ломоносов» в 2016. Первая из них была полностью предназначена для исследования Солнца и его радиационных излучений. Вторая, «Спектр-Р», хотя и решает задачи радиоастрономии, несет на борту еще и прибор «Плазма-Ф» для мониторинга солнечного ветра и межпланетной среды. Наконец, в последнем аппарате около половины научных приборов предназначены для регистрации космических



6
Космический аппарат «КОРОНАС-Фотон» — последняя на текущий момент специализированная солнечная обсерватория РФ.
Изображение из сети Интернет

частиц, ультрафиолета и гамма-излучения. Иными словами, необходимые приборы разработаны, запущены, они летали и летают. Осталось лишь разобраться, действительно ли надо запускать в космос сразу три или четыре обсерватории или решить эту задачу можно проще.

Типовой спутник GOES — это огромный аппарат с массой более 5 тонн, конкурировать с которым трудно — аппарат «Михайло Ломоносов» весит около полутонны. Однако на солнечные приборы в спутнике GOES отдана относительно небольшая часть массы. Остальное составляют иные инструменты, работающие по земным вопросам, а также служебные системы и системы резервирования. В спутнике SDO также

для задач космической погоды используются лишь два телескопа из десяти находящихся на борту. Остальные работают по задачам солнечной физики, для решения которых этот аппарат, собственно, и был выведен в космос. Из всего спутника SOHO, как уже говорилось выше, интерес для космической погоды представляет лишь коронограф. Что касается аппарата ACE, то это небольшой аппарат с общим весом около 600 кг, в котором для мониторинга базовых характеристик солнечного ветра задействована лишь часть приборов. Остальные изучают тонкие вопросы вроде ионного состава межпланетной плазмы, не имеющие прямого отношения к космической погоде.

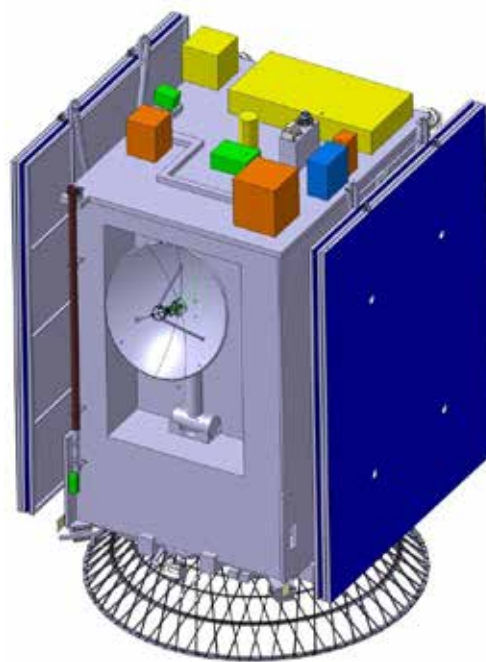
Если приборы для изучения космической погоды подбирать не из того, что есть в наличии — как сложилось сейчас, — а разрабатывать целенаправленно, то их можно разместить единым комплексом на одном космическом аппарате среднего размера. Задача эта, с учетом того, что многие приборы имеют прототипы на ранее выведенных российских аппаратах, вполне подъемная и может быть решена в короткий срок. Установка приборов на борту одного спутника облегчает синхронизацию и сравнительный анализ результатов разных приборов.

СОЛЯРИС смотрит на Солнце

Заказ на такой проект, получивший название СОЛЯРИС, поступил в Российскую академию наук (РАН) в 2016 году от ФГУП ЦНИИмаша — головного научно-исследовательского института Государственной корпорации «Роскосмос». В качестве головной организации от РАН выступил Физический институт Академии наук (ФИАН) — один из ведущих физических институтов нашей страны (альма-матер семи лауреатов Нобелевской премии), являвшийся, помимо прочего, разработчиком космических солнечных телескопов для космического аппарата «КОРОНАС-Фотон». В кооперации с тремя ведущими организациями в области научного космического приборостроения (ИКИ РАН, НИИЯФ МГУ и МИФИ) была предложена следующая концепция будущего российского аппарата.

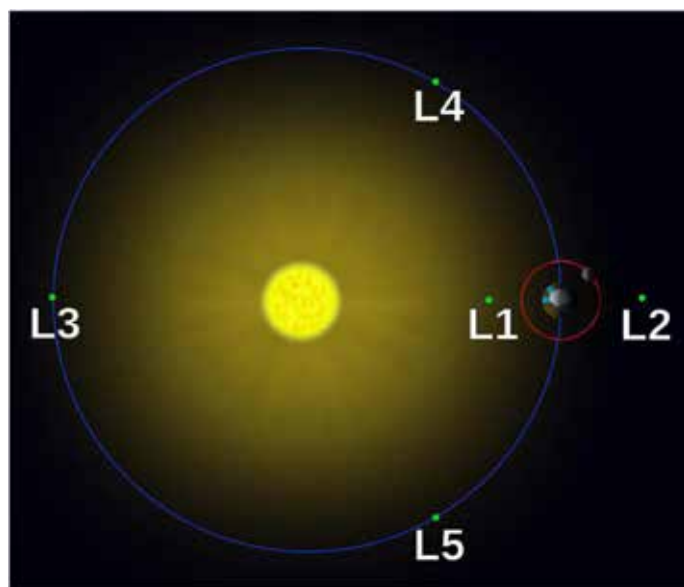
На борту спутника будут находиться четыре комплекса инструментов, каждый из которых решает свою задачу. Первый комплекс — это набор телескопов, разрабатываемый в ФИАНе. Этот блок должен в режиме реального времени производить фотографирование солнечного диска в области температур порядка миллиона кельвинов, где лежит основное излучение солнечной короны и вспышек. По этим снимкам затем можно будет определять, где именно произошла вспышка на Солнце, а также вероятность ее воздействия на Землю и на окружающее космическое пространство. В состав этого же блока включается коронограф для измерения скоростей распространения выбросов солнечного вещества к Земле. Второй комплекс, разрабатываемый в МИФИ, должен регистрировать рентгеновское и гамма-излучение Солнца, которые являются основными источниками воздействия на верхнюю атмосферу и ионосферу Земли, влияя в числе прочего на прохождение радиосигналов. Третий комплекс, за создание которого готов взяться НИИЯФ МГУ (одна из ведущих организаций разработчиков спутника «Михайло Ломоносов»), будет измерять потоки частиц, летящих от Солнца к Земле. Именно эти частицы бомбардируют космические аппараты и земную атмосферу после вспышек. И наконец, ИКИ РАН взял на себя ответственность за создание аппаратуры для регистрации характеристик солнечного ветра, основываясь на опыте прибора «Плазма-Ф», созданного ранее для аппарата «Спектр-Р».

Выведен аппарат должен быть в точку Лагранжа L1. Как уже говорилось, такая орбита обеспечивает погружение аппарата внутрь потока солнечного ветра и создает условия для его



Космический аппарат СОЛЯРИС — предварительный проектный облик

прямых измерений — возможность, которая отсутствует на низких орбитах внутри магнитосферы. Насколько комфортно там будет другим приборам? Думается, что вполне неплохо. По крайней мере, в этой же точке работает с 1995 года аппарат SOHO, приборы которого на настоящий момент прожили тут уже 23 года. В схожих условиях, погруженными в солнечный ветер, работают с 2006 года и космические аппараты STEREO. Помимо других достоинств, точка L1 обеспечит обсерватории непрерывную видимость Солнца — на геостационарных орбитах, где работают спутники GOES и SDO, два раза в год происходят перекрытия Солнца Землей (примерно по часу каждый день на протяжении одного-двух месяцев — весной и осенью). По-видимому, интересным такой запуск должен стать и для разработчиков средств выведения, так как в исто-



Точки Лагранжа в системе Солнце — Земля: гравитационное притяжение размещенного здесь тела уравновешивается центробежной силой.
Изображение из сети Интернет



9

Космический аппарат АРКА (Россия). Предназначен для вывода в космос солнечных телескопов сверхвысокого разрешения. Срок запуска — 2027 год. Изображение из сети Интернет

рии отечественной космонавтики, в отличие от зарубежной, запусков на эту орбиту не было.

Исследования космической погоды, помимо научных аспектов, привлекают своей открытостью и востребованностью обществом. Российская научная космонавтика редко представляет какие-то результаты на публичное обсуждение. Исключение — проект «Спектр-Р», периодически готовящий довольно яркие пресс-релизы и сообщения. Но даже ему пока далеко до открытости тех же зарубежных обсерваторий Hubble, Chandra, SDO, марсоходов Spirit и Curiosity и других, поддерживающих обширные галереи открытых данных. Найти какие-то результаты работы по российским проектам — задача сложная даже для терпеливых людей. Иногда на такое замечание возражают, что фундаментальная наука, по определению, вещь не для всех и ученые должны отчитываться перед обществом не пресс-релизами, а статьями в научных журналах. Можно спорить, насколько это правильно, однако наблюдения космической погоды — явно та сфера, где это оправдание не проходит. Аппарат, запущенный для непрерывного мониторинга состояния Солнца и космоса, конечно же должен демонстрировать результаты этого мониторинга в реальном режиме времени, а не путем публикации двух-трех научных статей в год. Такой подход здесь неизбежен, и нас он не пугает, а в некотором смысле вдохновляет.

Интересным аспектом таких программ является также их возможная коммерциализация. Если первичные ряды данных (снимки Солнца, измерения потоков частиц и фотонов), в соответствии с принятой мировой практикой, как правило, открыты, то интеллектуальные продукты, получаемые в результате обработки этих данных, опять же, как правило, продаются. Таким продуктом может быть детальный прогноз радиационной обстановки, либо поправки в модели атмосферы, либо прогнозы по радиосвязи и прохождению радиоволн, наконец, различные мобильные приложения. В наше время, когда финансовую отдачу пытаются спрашивать уже чуть ли не со специалистов по космологии, данная тематика может частично снять остроту с этого вопроса в применении к астрофизике.

Насколько интересна обществу данная тема, можно частично судить по результатам работы центра космической погоды ФИАНА, созданного некоторое время назад и под-



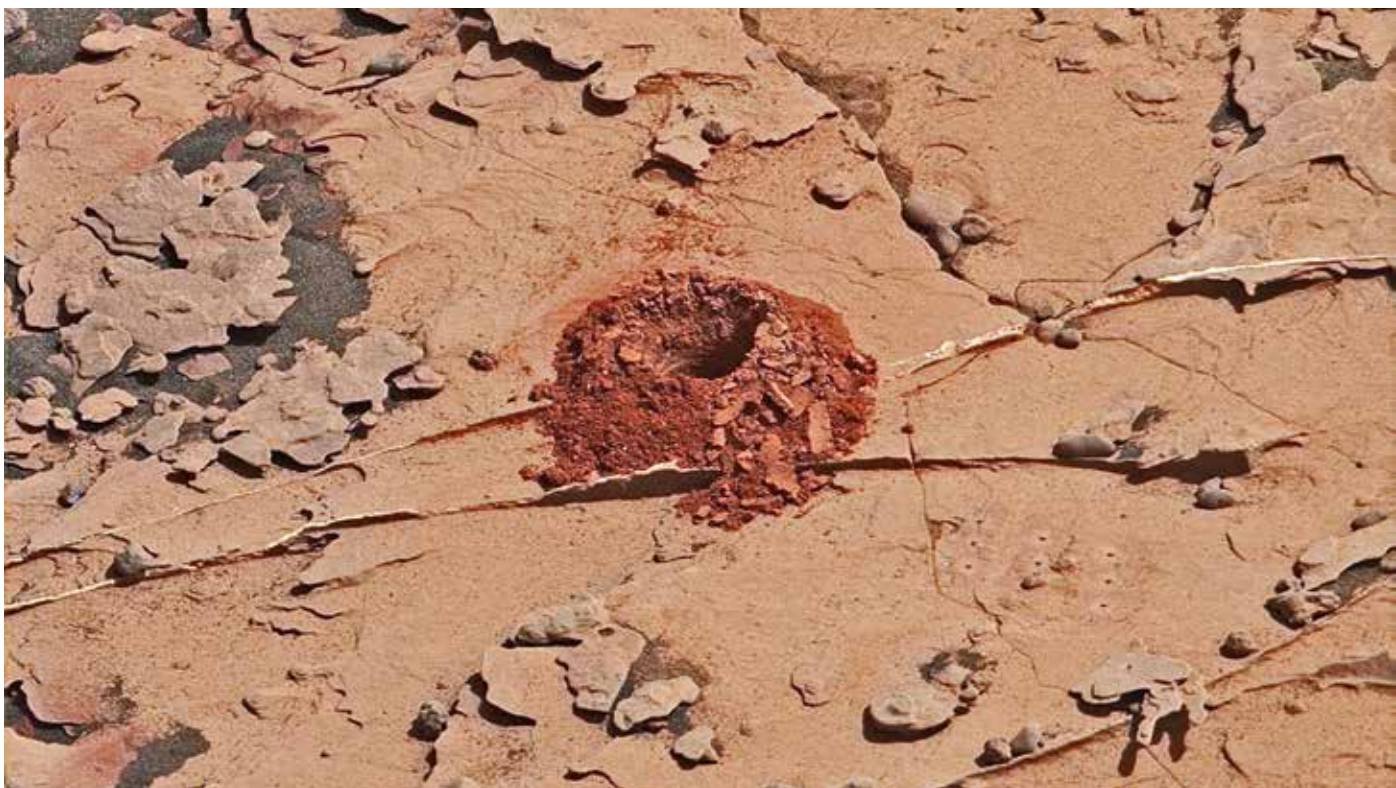
ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

держиваемого институтом в инициативном порядке на основе зарубежных данных (в ситуации отсутствия своих). Ресурс расположен по адресу http://tesis.lebedev.ru/sun_pictures.html и посещается ежедневно от 10 до 20 тысячами человек — огромная цифра для научного проекта. В дни высокой солнечной активности, например, во время рекордных солнечных вспышек, наблюдавшихся в сентябре 2017 года, проект посещали до 60 тысяч уникальных посетителей в сутки, просматривавших в сумме до полумиллиона страниц. Конечно, это цифры говорят о готовности общества воспринимать данные о космосе и вообще научные результаты, если они изложены в понятном популярном виде. Нет сомнений, что с началом поступления данных от отечественного аппарата этот интерес должен только вырасти.

Остается лишь самый главный вопрос — с учетом экономической ситуации и значительного сокращения за последние годы финансирования научного космоса, есть ли финансы для реализации проекта? В целом ситуация выглядит не очень благоприятной. В частности, по тематике физики Солнца вот уже около десяти лет не удается найти средства для начала создания в железе солнечной обсерватории «Интергелиозонд», которая должна была вывести комплекс научных приборов на орбиту вокруг Солнца. За время, пока данный проект обсуждался и проходил лабораторные исследования, Европейское космическое агентство разработало и построило свой аналогичный спутник, Solar Orbiter, который готов к запуску. Если он будет запущен и нормально заработает, возникнет вопрос о целесообразности запуска российского проекта. Существует риск заморозки и второго российского солнечного проекта, АРКА, который должен был вывести на орбиту два рекордных по точности телескопа, детализация которых превосходит детализацию телескопов SDO в шесть раз. Срок запуска этого аппарата сначала из-за отсутствия средств был сдвинут с 2021 года на 2024-й, потом на 2027-й, а сейчас под вопросом уже и эта дата, и так отдаленная от настоящего момента почти на десять лет. Будут ли ждать нашего запуска столько времени за рубежом?

В этой ситуации вопрос, полетит ли СОЛЯРИС или останется еще одним проектом, демонстрирующим миру наши возможности лишь на бумаге, остается пока открытым. От организаций Роскосмоса возможности по созданию космической платформы для данного проекта подтвердило уже АО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнёва. Платформы, подходящие для реализации проекта, имеет в своем листе и НПО им. С.А. Лавочкина — организация, специализирующаяся на научном космосе. Остается лишь следить за финансовыми и техническими планами корпорации Роскосмос.





Есть ли жизнь на Марсе?

Кандидат химических наук

Н.И. Василевич

Поисками жизни на Марсе астрофизики активно занимаются последние полвека. Сегодня к ним присоединились химики, которые, вполне возможно, уже нашли ответ на вопрос – есть ли жизнь на Марсе?

«Есть ли жизнь на Марсе, нет ли жизни на Марсе — это науке неизвестно. Наука еще пока не в курсе дела». Так говорил лектор Никадилов в «Карнавальная ночи» (1956 г.). Но с тех пор ситуация кардинально изменилась. Спустя девять лет американский зонд Mariner сделал первые фотографии марсианской поверхности с высоты почти 10 тысяч километров. А в последующие 53 года с Земли к Марсу было отправлено 44 миссии автоматических космических аппаратов разных стран. Из них 16 миссий — успешные, семь — частично успешные, 21 миссия потерпела неудачу. Сейчас с орбиты планеты ведут исследования шесть земных космических аппаратов. А на самой планете работают американские марсоходы Opportunity (с января 2004 года) и Curiosity (с августа 2012 года). В прошлом 2018 году к ним добавился новый исследовательский модуль InSight NASA, успешно приземлившийся на Марсе и начавший работать.

Красная планета давно будоражит исследователей, поскольку из всех планет Солнечной системы Марс наиболее схож с Землей. В его атмосфере содержится кислород, пусть и немного. На самой планете есть вода, пусть и в твердом виде — в ледяных полярных шапках. Так что вполне логично искать жизнь на Марсе и рассматривать эту планету как наиболее подходящий вариант возможной колонизации в будущем.

К исследованию вопроса «Есть ли жизнь на Марсе?» подключились химики, решившие найти ответ в земных лабораториях. Роман Александрович Зубарев, специалист в области

медицинской протеомики и профессор отдела медицинской биохимии и биофизики Каролинского института в Швеции, уверен, что жизнь на Марсе в ее земном понимании вряд ли могла возникнуть — этому препятствует изотопный состав основных элементов жизни на Красной планете. Его сомнения опираются на модельные эксперименты с живыми системами и положения разрабатываемой им гипотезы изотопного резонанса. Но прежде чем познакомиться с результатами экспериментов и согласиться или не согласиться с выводами ученого, необходимо совершить небольшой экскурс в историю открытия изотопов и создания спектрометрии.

Открытие стабильных изотопов

Стабильные изотопы нерадиоактивных элементов открыл в начале XX века английский физик и химик, член Лондонского королевского общества Фрэнсис Вильям Астон (Francis William Aston). В 1922 году за это открытие он был удостоен Нобелевской премии.

Двенадцатью годами раньше Фрэнсиса Астона пригласил известный физик Джозеф Джон Томпсон в знаменитую Кавендишскую лабораторию в Кембридже. В тот момент в лаборатории изучали, как ведут себя анодные лучи, то есть поток положительно заряженных ионов, под действием перпендикулярных электрического и магнитного полей. Астон включился в работу. Пучок ионов, двигаясь в электрическом поле, расщепляется на составляющие в соответствии с их зарядом. А затем, попадая в магнитное поле, перпендикулярное направлению движения, ионы начинают кружиться по окружности, радиус которой пропорционален массе частицы. Так, комбинируя электрическое и магнитное поля, можно разделять ионы, исходя из отношения их заряда к массе. Этот

На фото сверху: это отверстие диаметром 1,6 см марсоход «Кьюриосити» просверлил для забора проб марсианского грунта 20 мая 2018 года или на 2057 день своего пребывания на Красной планете. Фото NASA

принцип лежал в основе большинства масс-спектрометров до конца 1980-х годов. Современные же приборы используют другие принципы разделения ионов.

Астон заметил, что ионы атомов одного элемента хотя и имеют один и тот же заряд, но в магнитном поле расщепляются на несколько неравных по интенсивности составляющих. Причиной этого могло быть только существование изотопов — атомов одного и того же элемента, которые обладают разными массами. Сегодня мы знаем, что различия в массе изотопов связаны с разным числом нейтронов в их ядре. Для изучения этого явления в 1919 году Астон работал на изобретенном в 1912 году, но затем усовершенствованном масс-спектрографе с высоким разрешением, в котором легкие изотопы отклонялись намного сильнее, чем их тяжелые родственники.

Анализируя результаты своих экспериментов, Астон возродил правило целых чисел, изобретенное В. Праутом в 1815 году, но затем забытое, согласно которому массы изотопов всегда выражаются целыми числами. Этот феномен легко объясним: массы протона и нейтрона близки к одному дальтону, а масса электрона в 2000 раз меньше. Однако исследования в начале тридцатых годов на более совершенных и более точных приборах показали, что правило нуждается в корректировке. Астон измерил массу атомов более точно и обнаружил очень малые отклонения от правила целых чисел. Эти отклонения, носящие название дефекта массы, он объяснил уменьшением атомной массы в результате ее превращения в энергию связывания между частицами внутри ядра. Чем больше дефект массы, тем сильнее ядерные силы, удерживающие нуклоны, а значит, тем устойчивее ядро атома.

Астону удалось установить существование 212 стабильных природных изотопов различных элементов. Но он был не единственным открывателем изотопов. В 1929 году американские химики В. Жако и Г.Л. Джонстон (W. Giaque, H.L. Johnston) открыли стабильные изотопы кислорода с массовыми числами 18 и 19, тогда же А.С. Кинг и Р.Т. Бирге (A.S. King, R.T. Birge) опубликовали данные об углероде-13, а С.М. Науде (S.M. Naudé) — азоте-15. Дейтерий, тяжелый изотоп водорода с атомной массой 2, открыл в конце 1931 года химик Гарольд Юри (H. Urey) с коллегами из Колумбийского университета. За это открытие в 1934 году ученому была присуждена Нобелевская премия по химии.

Тяжелая вода и живое

Через год после открытия дейтерия известный американский химик Г.Н. Льюис (G.N. Lewis) разработал способ обогащения воды дейтерием и получил 0,3 мл чистой тяжелой воды, о чем сразу же опубликовал сообщение. Теперь, когда тяжелая вода стала доступной, можно было изучать, как она влияет на живое. Вот как писал об этом Льюис в «Журнале Американского химического общества» в 1933 году: «Еще до того, как мне удалось получить тяжелую воду, я предсказывал, что она не станет поддерживать жизнь и будет смертельна для высших организмов. Как только нам удалось получить некоторое количество этого вещества, мы начали эксперименты по проверке этой идеи, для чего выбрали простой биологический эксперимент, требующий очень малых количеств воды». Льюис проращивал семена табака в запаянных стеклянных капиллярах, содержавших либо обычную, либо тяжелую воду, либо воду, обогащенную дейтерием на 50%. Семена, находившиеся в обычной воде и в 50%-ном растворе, проросли в одно и то же время, а те, которые были в тяжелой воде, не проросли совсем.

Токсичность тяжелой воды стала модной научной темой: между 1934 и 1939 годами было опубликовано 216 работ, в которых оценивалась токсичность этого вещества. Исследования проводили на головастиках, аквариумных рыбках, плоских червях и парамециях. Оказалось, что, если концентрация тяжелой воды не превышает 30%, животные могли в



ГИПОТЕЗЫ

ней жить и размножаться. В то же время избыток дейтерия в воде подавлял синтез белков и нуклеиновых кислот, снижал ферментную активность, нарушал механизм клеточного деления и клеточной морфологии. Чем больше была концентрация тяжелой воды, тем значительнее становились изменения. Млекопитающие оказались более чувствительными к действию тяжелой воды, причем собаки значительно чувствительнее, чем мыши.

О влиянии других стабильных изотопов на живой организм известно гораздо меньше. До 1960-х годов таких исследований почти не проводили, поскольку изотопов особо негде было взять, да и затем им уделяли значительно меньше внимания, чем исследованию дейтерия. Тем не менее в 60—70-х годах удалось выяснить, что изотопы углерода, кислорода и азота незначительно замедляют рост и скорость протекания метаболических реакций. Бактерии *E. coli* выживали и размножались в среде, на 80% обогащенной кислородом-18. Даже высшие организмы, такие как мыши, развивались в среде, содержащей 80% углерода-13, на протяжении нескольких поколений. Так что изотопы С, N и O, в отличие от дейтерия, считаются безопасными.

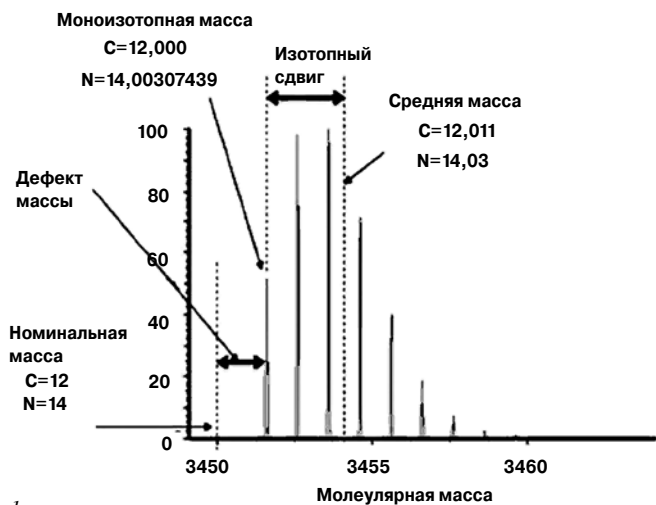
Белки и масс-спектрометрия

Появление нового инструмента исследования — всегда событие в экспериментальной науке. Рождение масс-спектрометрии — не исключение. Этот метод оказался чрезвычайно востребованным в биохимии и прежде всего в протеомике, где часто возникает задача определить состав смеси различных белков. Белки — важнейшая составная часть любой клетки, их содержание колеблется от 8 до 14%. Совокупность всех белков клетки или ткани, или даже целого организма, называется протеомом, а область науки, его изучающая, — протеомикой.

Количество белков в одном протеоме может исчисляться тысячами, поэтому традиционные подходы, требующие выделять и очищать каждый белок, в протеомике не работают. Вот здесь и приходит на помощь масс-спектрометрия, позволяющая за одну стадию получить информацию как минимум о половине всех белков, присутствующих в протеоме.

Ключевое понятие в масс-спектрометрии — это «молекулярная масса», то есть сумма масс всех атомов, составляющих молекулу белка. У каждого белка она, разумеется, своя. Белки — это цепочки аминокислот. Большинство аминокислот состоит из четырех элементов, С, Н, N и O, некоторые содержат еще и серу. Однако у каждого из этих элементов есть несколько стабильных изотопов, поэтому молекулярная масса белка выражается не одним числом, а целым набором чисел, которое называется ее изотопным распределением. Другими словами, две молекулы, имеющие одинаковую химическую структуру, могут отличаться по своей молекулярной массе в зависимости от того, какие изотопы их составляют.

Каждая молекулярная масса отражается на масс-спектре белка в виде отдельного пика, высота которого связана с пространственностью изотопов элементов, образующих белок (рис. 1). Пик с наименьшей массой соответствует белку, обра-



1
Ключевые понятия масс-спектрометрии на примере спектра белка с общей формулой $C_{153}H_{224}N_{42}O_{30}$

зованному самыми легкими изотопами 1H , ^{12}C , ^{16}O и ^{14}N . Такую массу называют моноизотопной. Среднее арифметическое всех молекулярных масс определяемого белка с учетом их распространенности в образце называется средней молекулярной массой, а разница между средней и моноизотопной молекулярной массой носит название изотопного сдвига.

Другая важная характеристика молекулы — это величина дефекта массы, являющейся суммой дефектов масс составляющих ее атомов. Мы уже говорили, что понятие дефекта массы впервые ввел Астон, обнаруживший, что масса атома меньше, чем сумма масс образующих его нуклонов. В 1960-х годах было решено заменить кислородную шкалу ($^{16}O = 16$), взять за точку отсчета изотоп углерода-12 и считать, что дефект масс этого атома равен нулю, а точная масса углерода составляет 12,000(0) дальтонов. Относительно этого изотопа каждый атом имеет положительный или отрицательный, но строго определенный дефект массы, который зависит от энергии связывания нуклонов в атоме. Дефект масс каждого элемента определяется как разница между его точной атомной массой и номинальной массой, представляющей собой сумму всех протонов и нейтронов. Дефект массы молекулы можно определить как разницу между ее моноизотопной массой и номинальной массой. Понятие дефекта массы широко используется в масс-спектрометрии.

Два параметра, дефект масс и изотопный сдвиг, имеют совершенно разные, не связанные между собой, значения. Дефект масс характеризует связь нуклонов в ядре и одинаков для всех атомов Вселенной, а изотопный сдвиг относится к распространенности изотопов на Земле. На других планетах и в других частях Вселенной изотопный сдвиг имеет совершенно другие значения. Даже на Земле эту величину можно считать постоянной только условно: она может незначительно различаться в разных регионах, а также изменяться со временем.

Все, о чем мы говорили до сих пор, — это лишь необходимая историческая преамбула к тому, о чем пойдет речь сейчас.

Эксперимент с неожиданным результатом

В начале 2000-х годов группу ученых из МГУ и лабораторию Упсальского университета в Швеции, ведомую Р.А. Зубаревым, заинтересовали пептиды — короткие белки, которые выделяются на кожных покровах лягушек при слабой стимуляции электрическим током. Лягушки — существа с нежной кожей, но эта кожа надежно защищена невероятным количеством пептидов, которые она выделяет. Среди них обнаружены соединения с противовоспалительной, противомикробной, противогрибковой, анальгетической и противо-

раковой активностью. Спектр этих пептидов чрезвычайно велик и разнообразен, и все они интересны исследователям. А вдруг среди них скрывается потенциальное лекарство для человека? Но как разобраться в этой сложнейшей смеси?

Исследователи смыли с кожи лягушек несколько сотен пептидов, которые надо было каким-то образом разбить на группы в соответствии с их биологическими свойствами. Р.А. Зубарев предложил использовать метод двумерного картирования. Для этого были построены пузырьковые графики, где по оси X откладывали дефект массы (NMD), а по оси Y — изотопный сдвиг (NIS). Метод оказался эффективным: пептиды, относящиеся к одному и тому же семейству, оказались сгруппированными в отдельные кластеры-пузырьки.

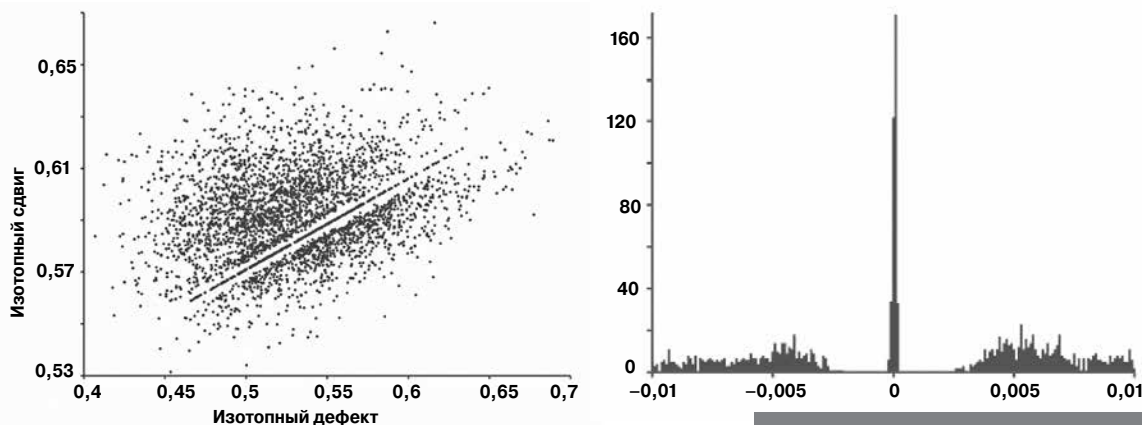
Этот же метод ученый применил при изучении пептидов, полученных из намного более сложной протеомной смеси. Она содержала уже не сотни, а тысячи (3600) пептидов, выделенных из почки мыши. Он ожидал получить более или менее гомогенное распределение точек, быть может содержащее отдельные кластеры. Однако картина его поразила: четкий коридор, куда не попала ни одна точка, с интенсивной линией посередине, рассекал, подобно ножу, все поле точек (рис. 2). Этот коридор выглядел, по словам автора, как «запрещенная зона посреди пептидной галактики с узкой линией в центре». Сначала Зубарев решил, что виной какая-то ошибка в программе обработки данных, но, повторив эксперимент несколько раз на разных протеомных смесях, он понял, что это не ошибка, а строгая закономерность.

Интересно, что подобная картина возникает только при определенном изотопном составе, например таком, какой характерен для Земли, то есть когда содержание ^{13}C составляет 1,1%, 2H — 0,015%, ^{18}O — 0,2%, а ^{15}N — 0,37%. Если взять любое произвольное соотношение изотопов, например, такое, как на Марсе или на Венере, и отложить на графике данные для тех же самых пептидов, в подавляющем большинстве случаев мы увидим равномерно закрашенную область: никакого коридора с линией посередине не возникнет. Вместе с тем линия на рисунке математически не идеальна: она имеет конечную толщину. Сделать ее идеально тонкой можно, немного «подправив» значения распространенности тяжелых изотопов. При величинах 0,35% для ^{13}C или же 0,03% для 2H линия становится математически точной, и эти значения ученый назвал резонансными. Другие резонансы возникают, если линия становится горизонтальной, как, например, при 3,5% для ^{15}N .

Анализируя, какие из пептидов попали на центральную линию, Зубарев обнаружил, что это были молекулы, не содержащие серу, то есть без аминокислот метионина и цистеина. Состав этих пептидов удовлетворял простой формуле: $H = 2C - N$, при этом число атомов кислорода может быть любым. Эту же формуле подчиняются пептиды, содержащие остатки аланина, аспарагина, глутамина, глицина, лейцина, изолейцина, серина, треонина, валина, а также несколько аминокислот в свободной форме: аспарагиновую и глутаминовую кислоты, гистидин и пролин.

Интересно, что именно эти аминокислоты, попавшие на центральную линию, возникли на Земле первыми. Согласно оценкам многих ученых, содержание этих аминокислот на ранних стадиях зарождения жизни на Земле составляло 70–80%. Да и сегодня девять аминокислотных остатков, лежащих на центральной линии, составляют 57% от всех аминокислот, включенных в белки. Иными словами, их распространенность на 23% выше, чем остальных аминокислотных остатков.

Случайно ли такое совпадение? Р.А. Зубарев утверждает, что вряд ли. Согласно его гипотезе изотопного резонанса, жизнь в таком виде, как мы ее знаем, могла зародиться гораздо быстрее при соотношении изотопов близком к резонансному. Именно при таком соотношении изотопов кинетика всех реакций будет оптимальной, а значит, рост и развитие всех микро- и макроорганизмов будет происходить с мак-



ГИПОТЕЗЫ

2

Вот такой неожиданный результат — пустой коридор на поле точек — получил Р.А. Зубарев при анализе сложной протеомной смеси, содержащей 3600 пептидов. Этот хорошо воспроизводимый результат лег в основу гипотезы изотопного резонанса

симальной скоростью. Соответственно и эволюция будет быстрее. В отличие от соотношений изотопов, найденных на Марсе и Венере, а тем более в отдаленных уголках Вселенной, отклонение земных значений от резонансных невелики, поэтому жизнь зародилась на Земле, а не на этих планетах.

«Медленная» вода и «быстрая» вода

Согласно гипотезе Зубарева, в воде, где содержание дейтерия близко к резонансному, все биохимические процессы должны протекать со скоростью, оптимальной для роста и развития организмов. Наибольшее число публикаций, описывающих влияние дейтерия на различные живые организмы, рассматривали случаи, когда достаточно большая доля ^1H замещалась на дейтерий. В то же время для достижения резонанса, предсказанного теорией Зубарева, достаточно повышения содержания дейтерия в воде всего в два-три раза, от 0,015% до 0,03–0,06%.

Такое изменение концентрации в воде влечет за собой повышение концентрации дейтерия в белковых молекулах. Ведь примерно половина всех атомов водорода в белках легко обменивается на атомы водорода или дейтерия из водного раствора. Так, если белковые молекулы поместить на несколько дней в воду, содержащую 0,036% дейтерия, то содержание дейтерия в них возрастет до 0,027% (по сравнению с исходными 0,015%). Если гипотеза верна, то именно при такой концентрации должна увеличиться скорость роста организмов, в то время как вода с большим содержанием дейтерия будет подавлять их рост. Но поскольку рост и развитие организма связаны с одновременным протеканием многочисленных реакций, причем каждая обратимая реакция течет одновременно и в ту и другую сторону, часть всех биохимических реакций будет ускоряться, а часть — замедляться.

Некоторые наблюдения на сей счет были сделаны в 1930-х годах американским ученым Барнсом (Barnes) из Йельского университета. А 1970-е годы эстафету подхватил российский ученый Валентин Лобышев из МГУ имени М.В. Ломоносова. Изучая активность фермента Na,K-ATFазы , Лобышев и его коллеги с удивлением обнаружили, что при содержании дейтерия 0,040% активность фермента вырастает в полтора раза, а при дальнейшем повышении концентрации — снова уменьшается. Эти наблюдения шли вразрез с общепринятой моделью кинетического изотопного эффекта. Согласно этой модели, увеличение массы изотопа стабилизирует образующие им химические связи, а значит, замедляет все химические реакции с участием этой связи. Поскольку легкие изотопы легче участвуют в химических реакциях, относительное содержание тяжелых стабильных изотопов увеличивается,

что приводит к прогрессивно более медленным реакциям.

Еще более удивительное с точки зрения модели кинетического изотопного эффекта подметил Зубарев: ферментативное взаимодействие люциферина и люциферазы замедлялось при концентрации дейтерия в воде 0,040% и возвращалось к нормальной скорости при 0,060%.

Таким образом, скорость ферментативных реакций при повышении концентрации дейтерия меняется не монотонно, но проходит через максимум или минимум при 0,03–0,04%, после чего возвращается к значениям, наблюдаемым при земном содержании дейтерия.

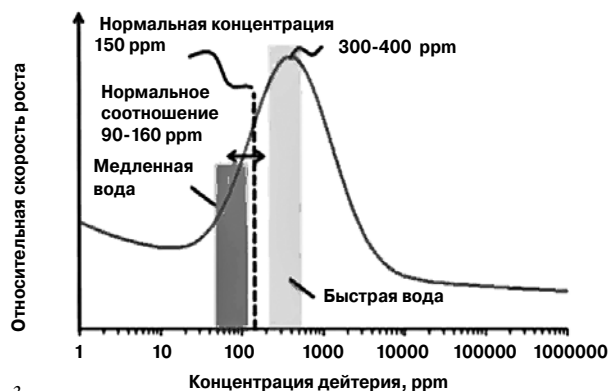
Сходные закономерности, но уже на клеточном уровне наблюдал венгерский ученый Габор Сомлай (G. Somlyai), изучая в 1993 году влияние дейтерия в воде на рост клеток. Для своих экспериментов ученый выбрал опухолевые клетки, а также фибробласты — клетки соединительной ткани, играющие важную роль в заживлении ран. Он обнаружил, что вода, обогащенная дейтерием вплоть до 0,06%, подгоняет рост обоих типов клеток, а вода с пониженным содержанием дейтерия замедляет его. Ученого заинтересовал последний эффект, и он продолжил свои работы на мышах, кошках и собаках, больных раком.

Оказалось, что вода с пониженным до 0,005% содержанием дейтерия, которую пили испытуемые, замедляла рост раковых опухолей. Исследования, проведенные в Московском научно-исследовательском онкологическом институте им. П.А. Герцена и в НИИ канцерогенеза Российского онкологического научного центра им. Н.Н. Блохина РАН подтвердили, что «легкая» вода замедляет рост различных опухолей. Оказалось, что в среде с низким содержанием дейтерия деление опухолевых клеток аденокарциномы молочных желез MCF-7 начинается с задержкой на 5–10 часов, а у 60% мышей с подавленным иммунитетом и пересаженными грудными человеческими опухолями MDA и MCF-7, которые пили «легкую» воду, происходил регресс опухоли. Сомлай предлагает использовать обедненную дейтерием воду в качестве дополнительного средства при лечении рака.

Гидроидные полипы *Obelia geniculata* тоже чувствительны к содержанию дейтерия в морской воде, в которой они обитают. Эти многоклеточные организмы известны тем, что из небольшого фрагмента тела они могут регенерировать целый организм. Лобышев выяснил, что при концентрации дейтерия в воде 0,03–0,1% происходит ускоренная регенерация, если же концентрация больше, то процесс замедляется.

Все это необъяснимо с точки зрения классических представлений, но прекрасно согласуется с зубаревской гипотезой изотопного резонанса. Когда содержание дейтерия в белковых молекулах приближается к резонансному значению, скорость всех ферментативных реакций становится оптимальной с точки зрения развития организма в целом.

Все эти факты, найденные в научной литературе, были настолько убедительными, что Роман Александрович даже предложил ввести новые понятия: «медленная вода» и «бы-



3

Вот так выглядит зависимость скорости ферментативных реакций от содержания дейтерия в воде

страя вода» (рис. 3). Воду с содержанием дейтерия ниже земного он назвал «медленной», поскольку в ней большинство реакций протекают медленнее обычного. Однако при достижении 0,030–0,040% вода становится «быстрой», но дальнейшее обогащение дейтерием снова «замедляет» ее.

Воздействие тяжелых изотопов С, О и N

О влиянии других стабильных изотопов на живые организмы почти ничего не известно. Считается, что токсичность их невелика, а физико-химические свойства образуемых ими соединений идентичны. Масса дейтерия превышает массу водорода ^1H в два раза, в то время как масса углерода ^{13}C отличается от массы ^{12}C всего на 8%. Поэтому, согласно общепринятой модели кинетического изотопного эффекта, незначительное обогащение биологических молекул тяжелыми изотопами углерода не должно сказаться на скорости реакций.

Гипотеза изотопного резонанса говорит другое: скорости биологически значимых процессов достигнут максимума при резонансных значениях изотопов углерода, кислорода и азота в реагирующих молекулах и будут уменьшаться — при удалении от этих значений в любую сторону. Для доказательства Р.А. Зубарев решил исследовать, с какой скоростью растет колония бактерий *E. coli* при различных изотопных композициях атомов углерода, азота и кислорода в питательной среде.

Ученый выращивал бактерии в минимальной среде, содержащей только воду, некоторые неорганические соли и глюкозу как единственный источник углерода. Из этих соединений бактерия способна синтезировать молекулы белков и нуклеиновых кислот. Понятно, что изотопный состав среды неизбежно отразится на содержании изотопов в клеточных белках. Чем быстрее протекают ферментативные процессы, тем быстрее должна расти колония.

В своих экспериментах ученые изменяли изотопный состав питательной среды либо только для одного элемента, либо для нескольких элементов в различных комбинациях одновременно. Оказалось, что как только изотопный состав любого из элементов приближался к резонансному, скорость роста колонии увеличивалась. Исследователи наблюдали и явный синергетический эффект, когда концентрации всех трех элементов достигли резонансной: ^{15}N ~3,5% (по сравнению со стандартным земным значением 0,37%), ^{13}C ~ 0,35% (по сравнению с 1,1%), ^{18}O ~ 6,6% (по сравнению с 0,2%). В этом случае скорость роста колонии бактерий увеличилась в среднем на 2%. Наблюдаемый ученым эффект достигался за шесть часов, при этом концентрация дейтерия оставалась «земной». Очевидно, что, если дополнительно увеличить содержание дейтерия до резонансных 0,03%, эффект будет еще значительнее.

Влияние резонансной концентрации азота-15 на коловраток *Brachionus plicatilis* (продолжительность жизни, начало и продолжительность репродуктивного периода, размер и жизне-

способность потомства) изучала профессор Стокгольмского университета Елена Горохова. Этих многоклеточных животных кормили зелеными водорослями с повышенным содержанием ^{15}N . Фиксируя измеряемые параметры, исследователь обратила внимание, что на графиках точки с резонансной концентрацией 3,5% постоянно выбивались из общей закономерности. При этом коловратки, получающие водоросли с резонансным содержанием азота-15, были более приспособленными, их продолжительность жизни была немного меньше, но размер и жизнеспособность потомства — выше, чем при любом другом содержании изотопа.

Есть ли жизнь на Марсе?

Изотопный состав атмосферы на ближайших к нам планетах, Марсе и Венере, значительно отличается от земного, особенно это касается содержания дейтерия: на Марсе его содержание в пять раз больше, на Венере — в сто. Как будет влиять изотопная композиция этих планет на жизнедеятельность организмов? Вопрос тем актуальнее, чем активнее разворачиваются исследования, связанные с возможной колонизацией Марса, в частности реализацией проекта Mars One. Изотопный состав марсианского льда сильно меняется с географией, и наибольшая концентрация дейтерия найдена на полюсах — в противоположность Земле, где на полюсах находится вода, обедненная дейтерием. Поистине, Марс — загадочная планета.

Для изучения этого вопроса Р.А. Зубарев повторил эксперименты по выращиванию бактерий *E. coli* в минимальной среде. На этот раз он имитировал изотопный состав планет-соседей по содержанию дейтерия в питательной среде, оставляя изотопный состав всех остальных элементов таким же, как и на Земле. Ученый сравнивал рост бактерий в четырех различных средах: для двух из них (Венера и Марс) отличие от контрольной среды (Земля) состояло только в концентрации дейтерия, а еще в одной (Марс-N) содержание азота ^{15}N также было приближено к марсианскому (см. таблицу).

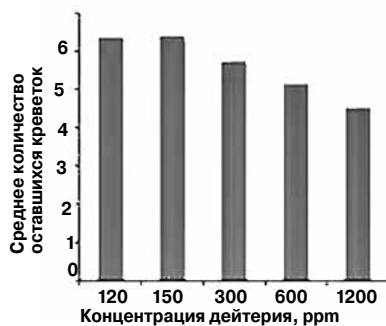
Планета	Доля тяжелого изотопа для каждого элемента			
	D	^{13}C	^{15}N	^{18}O
Марс-N	0,084%	1,1%	0,588%	0,2%
Венера	1,75%	1,1%	0,364%	0,2%
Земля	0,015%	1,1%	0,364%	0,2%
Марс	0,084%	1,1%	0,364%	0,2%

Как и ожидали исследователи, в «условиях» Марса, Марс-N и Венеры плотность выросших колоний оказалась меньше, чем на Земле, причем на Венере — заметно меньше.

От бактерий ученые перешли к более длительным экспериментам на более сложных организмах — на креветках. Для исследователей было важно, что эти морские животные способны выживать в замкнутой среде в течение многих лет. Креветок помещали в специальные полугерметичные пластиковые контейнеры. В каждом контейнере содержалось 300 мл соленой воды желаемого изотопного состава, волокнистые палочки, пластиковые и керамические бусины, водоросли и микробы. Сюда-то и поселяли двух креветок (рис. 4).

Среди 25 контейнеров пять были с нормальным (земным) содержанием дейтерия (0,015%), пять — с низким (0,012%) и пятнадцать — с повышенным содержанием дейтерия (по пять — 0,03, 0,06 и 0,12%). Эксперимент проводили в течение 20 месяцев, каждые две-три недели креветок пересчитывали (когда креветка умирает, она разлагается и потребляется микроорганизмами в течение нескольких дней).

Через 20 месяцев из 50 креветок выжило только 16, наибольшие потери были в контейнерах с максимальным содержанием дейтерия, но и содержание 0,06% (в четыре раза выше земного) негативно сказалось на выживаемости. Очевидно, что изотопный состав, приближенный к составу Марса,



4

В таких полугерметичных контейнерах выращивали креветок в воде с разным содержанием дейтерия, в том числе и с «марсианским». Высокое (марсианское) содержание дейтерия креветки переносят плохо

даже за 20 месяцев приводит к частичному вымиранию креветок. А эволюция происходит на протяжении миллионов лет!

Также оказалось, что выживаемость креветок при резонансном содержании дейтерия 0,03% несущественно уменьшилась. Р.А. Зубарев объясняет этот факт более быстрым протеканием большинства биохимических процессов, что, в свою очередь, может означать более короткий срок жизни. Однако данных для четкого ответа недостаточно — средняя продолжительность жизни креветок от года до шести лет, в то время как продолжительность эксперимента — 20 месяцев. Основная причина уменьшения выживаемости при 0,12% — токсичность дейтерия, в то время как уменьшение выживаемости при 0,06% может объясняться совокупностью обеих причин.

Но вернемся к вопросу о том, есть ли жизнь на Марсе. Однозначного ответа на этот вопрос у ученых пока нет. Несмотря на успешность некоторых экспериментов по выращиванию самых неприхотливых лишайников и бактерий в суровых условиях, имитирующих марсианские, вероятность выживания многоклеточных организмов на Марсе чрезвычайно мала. Тем не менее некоторые ученые считают, что много миллионов лет назад жизнь на Марсе существовала, но затем погибла из-за астероидной атаки или другой космической катастрофы.

Гипотеза изотопного резонанса предсказывает, что это маловероятно. Изотопный состав основных элементов жизни — углерода, водорода, кислорода и азота — слишком далек от резонансного для того, чтобы за время существования нашей Солнечной системы на Марсе смогла зародиться жизнь, подобная нашей. Все биологические важные процессы должны протекать там значительно медленнее, и даже при самых благоприятных внешних условиях процесс эволюции затянулся бы еще на много миллионов лет. Более того, планируя будущие межпланетные перелеты и колонизацию Марса, необходимо принимать во внимание не только большой перепад температур, низкую гравитацию, отсутствие магнитного поля, непригодную и разреженную атмосферу Марса, но и различия в изотопной композиции основных элементов, составляющих жизнь на Земле.

Литература

- Roman Zubarev et al. Early life relict feature in peptide mass distribution // Cent. Eur. J. Biol., 2010, 5(2), 190—196; doi: 10.2478/s11535-009-0069-2
- Roman A. Zubarev. Role of Stable Isotopes in Life—Testing Isotopic Resonance Hypothesis // Genomics Proteomics Bioinformatics, 2011 Apr; 9 (1–2), 15–20; doi: 10.1016/S1672-0229(11)60003-X
- Xueshu Xie, Roman A. Zubarev. Isotopic resonance hypothesis: experimental verification by *Escherichia coli* growth measurements // Scientific Reports, 2015, 5, 9215; doi: 10.1038/srep09215
- Xueshu Xie, Roman A. Zubarev. On the Effect of Planetary Stable Isotope Compositions on Growth and Survival of Terrestrial Organisms // PLoS ONE, 2017, 12(1): e0169296; doi: 10.1371/journal.pone.0169296
- Sergey Rodin, Paola Rebellato, Arne Lundin, Roman A. Zubarev. Isotopic resonance at 370 ppm deuterium negatively affects kinetics of luciferin oxidation by luciferase // Scientific Reports, 2018, 8, 16249; doi: 10.1038/s41598-018-34704-0
- Eivydas Andriukonis, Elena Gorokhova. Kinetic ^{15}N -isotope effects on algal growth // Scientific Reports, 2018, 7, 44181; doi: 10.1038/srep44181

5-я Европейская конференция по неорганической химии



EuChemS
European Chemical Society

**Москва,
24-28 июня 2019**

Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева совместно с ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН, ИНЭОС им. А.Н. Несмеянова РАН и ИФХЭ им. А.Н. Фрумкина РАН приглашает Вас принять участие в 5-й Европейской конференции по неорганической химии (EICC-5). Конференция продолжает череду мероприятий, регулярно проводимых Европейским химическим обществом с 2011 года. Предыдущие конференции проходили в Манчестере (2011), Иерусалиме (2013), Вроцлаве (2015) и Копенгагене (2017).

Программой конференции предусмотрены пленарные доклады ведущих российских и зарубежных ученых, устные сообщения и стендовые сессии. Данная конференция включена в программу научных мероприятий международного года Периодической таблицы химических элементов и будет включать круглый стол по этой теме.

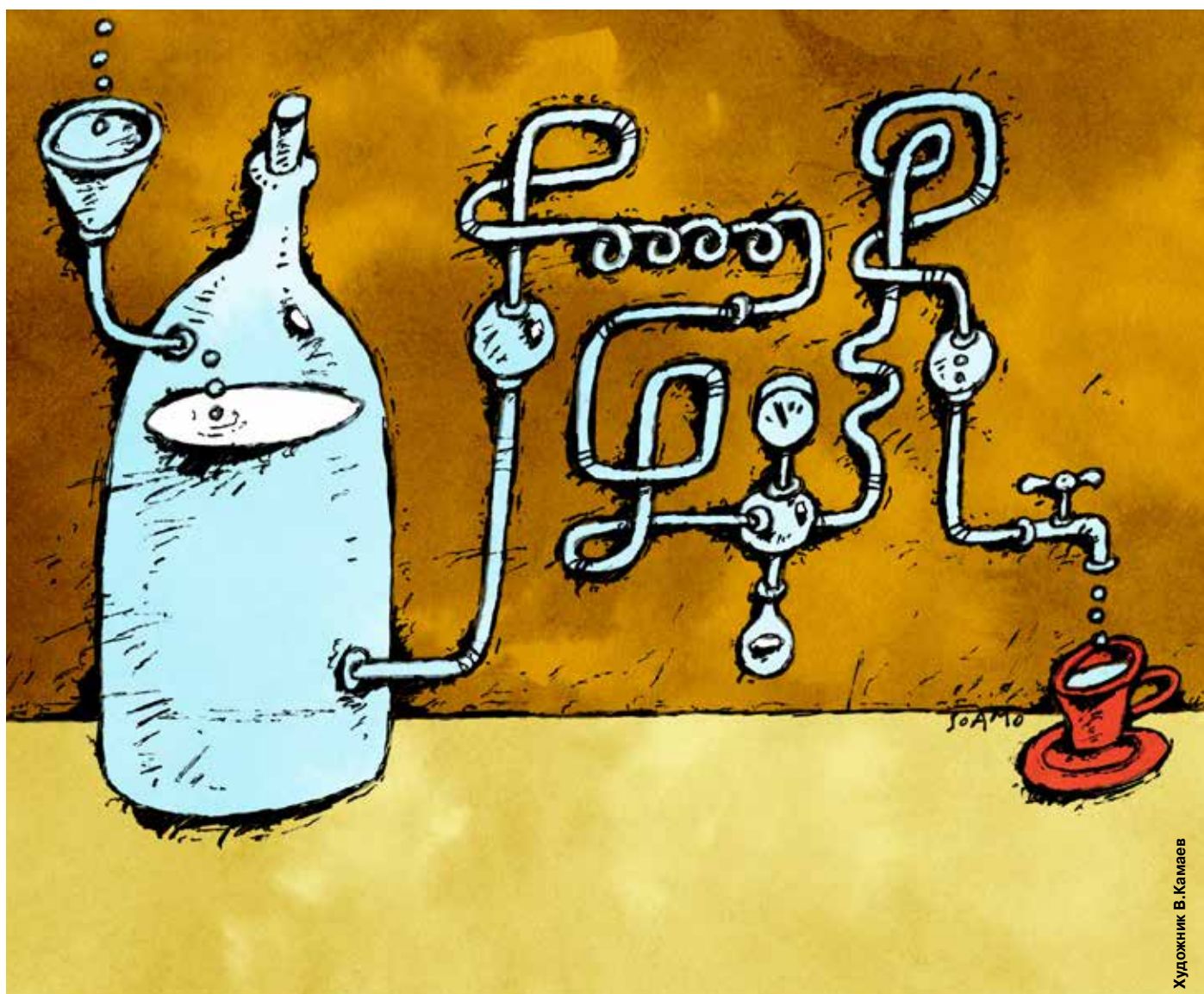
Основные тематические направления конференции:

координационная и супрамолекулярная химия
катализ и металлоорганическая химия
элементоорганическая химия
химия f-элементов
бионеорганическая и медицинская химия
магнетохимия
фотохимия
неорганические материалы

Место проведения:

Президиум Российской академии наук,
Москва, Ленинский проспект, 32а.

Подробная информация о конференции и условиях участия — на сайте www.eicc5.ru.



Художник В.Камаев

Ребус чистой воды

Кандидат
физико-математических наук
С.М.Комаров

Поскольку человека можно в первом приближении рассматривать как коллоидный раствор жиров, белков и углеводов в воде, вопрос «что мы пьем?» выглядит совсем не праздным. И множество исследователей пытаются не только ответить на него, но и найти способ сделать так, чтобы мы пили то, что надо. То есть воду с оптимальным составом растворенных в ней примесей. Однако порой на этом пути их поджидают ловушки. В одну из них попало британское отделение компании «Кока-Кола», и это происшествие привлекло внимание членов Игнобелевского комитета; они отметили компанию премией по химии 2004 года. Формулировка комитета такова: «За использование передовой технологии превращения обычной водопроводной воды в «Дасани», прозрачную форму воды, которая из соображений безопасности была сделана непригодной для использования потребителями».

Подробности этой давней истории были опубликованы в британской газете «Гардиан» 20 марта 2004 года после того, как «Кока-Кола» в Великобритании начала изготавливать из местной водопроводной воды особую бутылированную воду под торговой аркой «Дасани». В рекламе было сказано, что ее очистили от всех вредных примесей по самой совершенной технологии, разработанной в НАСА для обеспечения космических полетов. Потратив семь миллионов фунтов стерлингов на разъяснительную кампанию, руководство проекта было уверено в его успехе, но не тут-то было.

При очистке воды используется так называемая технология обратного осмоса. Суть ее такова. При обычном осмосе чистая вода, влекомая химическим потенциалом, проходит через мембрану и разбавляет находящийся за мембраной раствор чего-нибудь в воде. С точки зре-

ния физической химии явление объясняется энтропией. В чистой воде у каждой молекулы H_2O соседями оказываются такие же молекулы, а в растворе в числе соседей есть и молекулы растворенного вещества. То есть в чистой воде порядка больше, а энтропия — меньше. Система стремится к росту энтропии — хочет увеличить степень беспорядка; молекулы воды устремляются в сторону раствора, мечтая разрушить унылое однообразие своего окружения. Действие химпотенциала подобно давлению, которое перетаскивает воду в раствор. Поэтому если приложить давление в противоположном направлении, можно преодолеть химпотенциал и заставить воду выходить из раствора, оставляя содержащиеся в ней вещества по эту сторону мембраны. Сделав такую мембрану, что сквозь нее могут проходить только молекулы воды, удастся получить чистейшую H_2O , а все соли, органика, вирусные частицы и прочее формируют концентрат.

Однако пить прошедшую эту процедуру воду нельзя, это известно каждому школьнику: соли и минеральные вещества, влекомые тем же химпотенциалом, уйдут в такую воду из тканей организма, что нехорошо. Кроме того, лишенная минералов вода еще и невкусная — горькая; приятный вкус она приобретает лишь при наличии в ней в ощутимом количестве карбонатов и сульфатов кальция: эксперты показывают, что лучший вкус у той воды, где концентрация растворенных солей составляет 180–350 мг/л. Поэтому очищенную обратным осмосом воду минерализуют, например, британские специалисты американской компании добавляли хлорид калия и сульфат магния. Однако в своем стремлении к чистоте они перестарались: зачем-то решили воду после реминерализации еще и озонировать. Видимо, предположили, что кашу маслом не испортишь: если какая-то дрянь попадет с этими самыми солями, то так ее точно удастся добыть и компания не посрамит свою честь, выполнит обещание самой чистой и самой безопасной воды в мире.

Как оказалось, предположения были справедливы — в хлориде кальция имелась небольшая примесь бромидов. Однако способ борьбы с дрянью был выбран негодный: при окислении озон бромид превращается в бромат. А он-то обладает высокой канцерогенной активностью, причем его концентрация в «Дасани» оказалась в два раза больше тех 10 мг на литр, что положены по нормативу. Бромата в исходной воде не было, да и откуда ему взяться, если британские нормативы жестко регулируют присутствие этого вещества в водопроводной воде. Значит, он возник в процессе производства.

Разгорелся жуткий скандал, дополнительную ярость придавали сведения о сверхприбылях компании. Как пишет журналист «Гардиан», вы только представьте: берешь воду из Темзы в районе фабрики, расположенной в Кенте. Пол-литра такой воды обходится в 0,03 пенса. Пропускаешь через процесс очистки, досыпаешь две щепотки солей — и пожалуйста, продаешь эти же пол-литра за 95 пенсов!

В результате воду «Дасани» в Великобритании и по сей день не рискуют делать и продавать. Зато в США, Канаде, странах Латинской Америки водопроводную воду исправно очищают, разливают в бутылки и продают, обеспечивая население чистой водой. На соответствующем сайте компании написано, что воду сначала пропускают через угольный фильтр, затем обрабатывают обратным осмосом, по ходу дела обеззараживают ультрафиолетом, а после реминерализации действительно озонируют. А в данных химического анализа показано, что «Дасани» по содержанию нормированных веществ лучше нормативов на чистую воду: вообще не содержит (ниже порога определяемости) ни соединений хлора, ни многочисленной вредной органики — антибиотиков, пестицидов, гербицидов и прочего, ни тяжелых металлов, ни пресловутого бромата.

При этом, как показывают социологические исследования, падкая на все новинки молодежь в тех же США предпочитают именно бутилированную водопроводную воду, а не ту, что течет из-под крана, мотивируя это тем, что вкус первой гораздо лучше, да и получают ее в результате очистки использованной воды, то есть при этом наносится меньший вред окружающей среде. Более того, установками обратного осмоса для очистки воды многие оснащают свои коттеджи, а назойливые подрядчики пытаются внедрять эту технологию для целых поселений вроде военных баз — об этом, например, печалются индийские медики. Естественно, очищают воду под лозунгом заботы о здоровье, однако ее потребление — не самая хорошая привычка: очищенную обратным осмосом воду потом могут забыть подвергнуть реминерализации. Как отмечают индусы, в гарнизонах, оснащенных системой полной очистки, получается вода с низкой минерализацией — в пять — десять раз меньше, чем если бы ее брали из источника («Medical Journal Armed Forces India», 2014, 70, 377–379; doi: 10.1016/j.mjafi.2013.11.011). Проблема в том, что дневная потребность в кальции составляет для взрослого человека 1200 мг, а в магнии — 300–400 мг. Большая часть этих элементов поступает с пищей, но, если ее приготовить на излишке чистой воде, потери кальция и магния будут велики, до 60%. Анализ же американской родни-



МЕМУАРЫ ИГНОБЕЛЯ

ковой воды, расфасованной в бутылки, показал, что в ней минералов совсем мало — в среднем 6 мг/л кальция и 3 мг/л магния; то есть, выпив положенные в день два литра такой воды, человек несколько не приблизится к выполнению дневной нормы; водопроводная американская вода несколько лучше — 42 и 10 мг/л соответственно. Интересно, что в двух видах американской воды, на бутылках которых написано, что они родникового происхождения, гавайской «Pure Hawaiian» и калифорнийской «Sierra», анализ вообще не зафиксировал присутствия ни кальция, ни магния, ни натрия («Journal of General Internal Medicine», 2001, 16, 168–175). При этом в Евросоюзе, где обрабатывать воду перед упаковкой в бутылки запрещено, таких удивительных феноменов не встречается — вся вода в бутылках содержит либо нормальное, либо высокое количество солей: даже в воде с низкой минерализацией это 54 и 14 мг/л соответственно кальция и магния.

Обратный осмос для изготовления чистейшей воды из местной водопроводной широко применяет не только компания «Кока-Кола». Его часто используют как для очистки сточных вод, так и для опреснения. Причина популярности в низких затратах энергии — 1,8 кВт на кубометр воды. Однако есть проблема мембраны, которая быстро выходит из строя. В связи с тем, что чистой воды становится все меньше, а грязной — все больше, потребность в водоочистке со временем только увеличивается. Соответственно, возрастает и научный интерес к созданию более совершенных мембран: об этом можно судить по взрывному росту числа публикаций, посвященных борьбе с загрязнением на мембранах обратного осмоса. Так, за последние четверть века было опубликовано более 3000 статей на эту тему, причем если в 2016 году было 450 публикаций, то к 2022-му это число должно вырасти до 900. О свежих успехах в этом направлении можно составить представление, прочитав обзор специалистов из Лондонского королевского колледжа и Нанкайского университета (КНР) («Science of The Total Environment», 2017, 595, 567–583; doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.235).

Из него ясно, что особых успехов материаловеды не достигли. Так, мембраны, как и в 70-х годах, делают из одного и того же типа полимеров — тонкопленочного полиамидного композита. Для того чтобы разнообразная грязь меньше оседала на их поверхностях, пытаются вводить в состав композитов всевозможные наночастицы — от антибактериального коллоидного серебра до нанотрубок, повышающих гидрофильность поверхности и затрудняющих прилипание грязи, однако революции пока не случилось. Не случилось и с заменой самого основного материала мембраны на какой-то другой полимер.

В то же время достигнута ясность с самим процессом загрязнения и с поиском способов, как его предотвратить. Так, сейчас выявлено четыре механизма. Прежде всего, на мембране может вырасти бактериальная пленка. Плотнo покрыв ее поверхность — как своими телами, так и продуктами жизнедеятельности: полисахаридами, белками, жирами, — бактерии прекращают движение воды. Главная беда в том, что приходится иметь дело с живым веществом. То есть даже если остановить врага на дальних рубежах, несколько бактерий все равно как-нибудь да просочатся к мембране, высадятся на ней и, при наличии питания, неизбежно создадут там колонии. Те, развиваясь, заполняют все свободное пространство. Поэтому самый действенный метод — лишить бактерии питания, удалив весь растворенный углерод заранее. На практике, впрочем, прибегают к уничтожению бактерий с помощью хлорирования воды либо ее озонирования. Первый способ и привычнее, и надежнее, но возникающие активные соединения хлора портят мембрану. Материаловеды же предлагают включать в состав мембран коллоидное серебро — на таких перспективных материалах колонии бактерий практически не образуются.

В принципе, слой из тех же белков-полисахаридов-жиров может возникнуть на мембране и без помощи микробов — если молекулы этих веществ растворены в очищаемой воде, например воде из канализации. Исследователи для своей работы берут бычий сывороточный альбумин как типичный белок, содержащийся в водорослях альгинат, — как полисахарид и гуминовую кислоту для моделирования поведения прочей органики. Оказалось, стоит только первой молекуле прилипнуть к мембране и к ней охотно присоединяются и другие, причем альгинат прекрасно формирует комплексы с белком и мембрана быстро зарастает. Процесс начинается с оседания маленьких молекул, а затем уже к ним присоединяются крупные. Аналогично действует и третий механизм

загрязнения — осаждение коллоидных частиц размером от одного нанометра до микрона. Их могут формировать и упомянутые органические соединения, и неорганические — алюмосиликаты, кремнезем или оксиды/гидроксиды железа. Чем мельче частицы коллоида, тем более плотную пленку они формируют, и мембрана тем быстрее приходит в негодность. Борются с ними, как и с растворимыми органическими примесями — после обеззараживания воду обрабатывают коагулянтами, например алюминиевыми квасцами. Коагулянт заставлял мелкие частицы коллоида слипаться в крупные, которые проще удалять, либо пробулькивая воздух — частицы всплывают вместе с пузырьками, либо пропуская воду сначала сквозь гранульный фильтр. Потом можно еще поставить мембранный фильтр и провести тонкую очистку. Так удается избавиться от мельчайших частиц и защитить дорогую мембрану обратного осмоса от отложений.

С четвертым видом загрязнения — неорганическими кристаллами, растущими на мембране, — столь легко справиться не удастся. Как правило, это нерастворимые соли кальция — карбонаты и сульфаты, а также соли бария и стронция. Они появляются из-за того, что по мере удаления воды из очищаемой емкости содержание солей в ней растет и может превысить предел растворимости. Получится перенасыщенный раствор, и соль перейдет в твердую форму. Борьбa с кристаллами трудно, еще труднее потом отмыть мембрану, особенно если на них успела осесть какая-то органика. Одним из действенных методов считается предварительное удаление из воды ионов железа — в их присутствии кристаллы карбоната и сульфата кальция зарождаются гораздо быстрее. Для борьбы с осаждением солей применяют либо ингибиторы — при этом возникает опасность появления кристаллов столь же неприятного фосфата кальция, либо ионообменные умягчители — их недостаток состоит в замене кальция натрием, который считают вредным для здоровья элементом.

В общем-то большую часть этих методов применяют и для стандартной подготовки водопроводной воды. Неудивительно, что «Кока-Кола» использует именно такую воду для своего производства: основная часть работы уже проделана, и можно сосредоточиться на тонкой очистке.

Однако существует закон сохранения грязи: нельзя что-либо очистить, ничего не испачкав, и его следствие: можно, ничего не очистив, испачкать всё. В соответствии с этим законом, после очистки воды обратным осмосом остается концентрат. В нем концентрация

загрязняющих веществ гораздо больше, чем в исходном растворе. При этом, концентрация все-таки не может быть очень большой — иначе на мембране несмотря на все ухищрения начнут расти кристаллы солей. То есть объем грязных вод, оставшихся после очистки, оказывается совсем не маленьким, много больше, чем получено чистой воды, и нужно думать, куда сливать этот концентрат. Хорошо, если речь идет об опреснительной установке — соленый раствор возвращается в соленое море, и никто из-за этого особенно не расстраивается. Иное дело, когда очистительная установка стоит на суше и работает с изначально пресной водой: очевидно, что со временем вода и почва в окрестностях станут засоляться. Оказывается, не это главная беда. Основная же связана с тем, что в водоемах, особенно в развитых странах с интенсивным сельским хозяйством или в местах с высокой плотностью населения, сточные воды оказываются загрязнены опасными органическими веществами. Во-первых, это разнообразные ядохимикаты, а во-вторых — содержащиеся в лекарствах и косметике гормоны, обезболивающие, антибиотики, антивирусные агенты и прочие подобные соединения. Они действуют в достаточно малых концентрациях, зато из организма выходят в относительно большом количестве. И со сточными водами попадают в водоемы, а оттуда возвращаются в водопровод («Environmental Science Pollution Research», 2016, 23, 12835–12866; doi: 10.1007/s11356-016-6503-x). Такие вещества, выдержав водоподготовку, будут концентрироваться при использовании обратного осмоса, и такой концентрат может оказаться опасным. Всего в водах разных заводов по очистке в концентрате после обратного осмоса обнаружено более сотни потенциально опасных веществ. Хорошо, что они органические — их можно разложить на составные части. Для этого предлагают облучение ультрафиолетом и обработку перекисью водорода — такой метод оказывается самым действенным — либо менее дорогие озонирование и извлечение активированным углем. Однако никто не может поручиться, что такое преобразование органического вещества не приведет к отмененному Игнобелевским комитетом казусу с образованием гораздо более ядовитого соединения. Поэтому, с учетом того, что проблема чистой пресной воды будет только усугубляться по мере роста населения планеты и повышения его благосостояния, у специалистов остался непочтатый край работы по разгадыванию ребусов чистой воды.



Осмотические стрельбы



ТЕХНОЛОГИИ И ПРИРОДА

Можно ли на Земле добиться ускорения в миллионы раз больше, чем g , ускорение свободного падения на поверхности нашей планеты? На первый взгляд кажется, что вряд ли. Так, снаряд, вылетающий из ствола пушки имеет всего 46 тысяч g , а человек может выдержать не более 160 g . Миллион земных g — это уже дальние космические объекты, например, белый карлик. Однако специалисты («PLOS ONE»; doi:10.1371/journal.pone.0158277, 25 июля 2016 года) известно, что именно на Земле это совсем не чудо: с ускорением 5,5 млн g вылетает гарпун из гидроидного полипа — стреляющего колониального кишечнополостного. И «артиллерийские» 100–150 тыс g — отнюдь не экзотика — с таким ускорением разлетаются споры многих грибов. При этом фантастическими у них оказываются не только ускорения, но и развиваемые скорости. Рекордсменом служит вредитель злаковых посевов грибок *Gibberella zeae*: его споры летят со скоростью 1200 км/ч при ускорении в 840 тыс g . Правда пролетают они, по нашим меркам, недалеко — на один сантиметр (по меркам споры — это как десятки километров для человека), что не мешает грибку быстро заражать посевы и зерна, вызывать стеблевую гниль кукурузы или фузариоз колоса пшеницы и наносить миллиардные убытки земледельцам. А вот грибок-пушка *Pilobolus kleinii* хоть и с меньшей скоростью — 30 км/ч — выбрасывает спорангии (мешочки со спорами) на 2,5 метра. Сфагнум отстреливает споры со скоростью в 100 км/ч при ускорении 73 тыс g , а белая шелковица отправляет в полет свою пыльцу со скоростью 853 км/ч, то есть быстрее пассажирского самолета. Рекорд по дальности стрельбы поставило растущее в гапонских джунглях дерево *Tetraberlinia moreliana*: при высоте 15 метров оно выстреливает семена весом 2,5 г на расстояние в 60 метров.

Удивительно, но за всеми этими рекордами стоит одно и то же явление — осмос. Да-да, чудовищных, недоступных человеческой технике ускорений растения и грибы-бомбардиры достигают всего-навсего перекачиванием воды сквозь полупроницаемую мембрану.

Исследователи выделили три механизма создания запаса упругой энергии для выброса снаряда. Это конденсация воды на поверхности клеток, проникновение воды внутрь клеток с разбуханием цитоплазмы и испарение воды изнутри

клетки со сжатием цитоплазмы внутри клеточной оболочки. Вот примеры того, как эти механизмы работают.

Возьмем гриб иудино ухо. Он использует для разбрасывания спор первый механизм, хотя аналогично действуют и многие другие съедобные грибы. Суть механизма такова. Спора гриба имеет вид изогнутой фасолины. На ней образуются две капли воды: одна в самом низу, рядом с тем местом, где спора крепится к стеригме — тончайшему выросту, удерживающего спору (по стеригме созревшее ядро как раз и попадает в спору, после чего, видимо запускается процесс перекачки воды, ведущий к отстрелу). Вторая же капля формируется в ложбинке посередине споры. Когда капли дорастут до такого размера, что их края встретятся, произойдет слияние. Под действием поверхностного натяжения весь объем первой капли мгновенно перемещается во вторую. Это создает момент движения, спора отрывается от стеригмы и летит со скоростью 4 км/ч при ускорении 3200 g . Пролетает, впрочем, немного, всего полмиллиметра. А далее вся надежда на то, что воздушный поток подхватит спору и унесет ее подальше от гриба.

Гораздо надежнее механизм, связанный с наполнением клеток водой. Его использует гриб сфероболус звездчатый, похожий на небольшой дождевик. У такого гриба спорангий лежит поначалу внутри оболочки плодового тела. При созревании верхняя ее часть разрывается, а слой оболочки под спорангием начинает наливаться водой — этому способствует превращение гликогена в глюкозу. Давление в клетках растет, создавая так называемый тургор. У грибов оно может достигать колоссального значения в сотню атмосфер; благодаря этому, например, городские шампиньоны взламывают толстые слои асфальта. Когда напряжение в оболочке достигает критического значения, она мгновенно выворачивается наружу, подобно древнеримской баллисте выбрасывая ядро на расстояние до 6 метров. От гриба остается разорванная оболочка, лоскуты которой разложены подобно звезде — отсюда и название.

Этот механизм работает и по-другому: энергия копится в дополнительном рабочем теле. Например, у зловредного гриба *Gibberella zeae, как и его многочисленных родственников аскомицетов, имеется плодовая сумка со спорами. По*

их созревании начинается накачка воды внутрь сумки, которая постепенно растягивается. Однако это растяжение не может противостоять возрастающему давлению. Однажды сумка прорывается в своей вершине и споры с невероятной скоростью катапультируются вместе со струйкой воды. Аналогично поступает сфагнум, только он задействует третий механизм — испарение. Рабочим телом ему служит воздух: стенки споровой капсулы, теряя воду, сжимаются и сдавливают воздух. Тот, в конце концов сорвав крышку, вылетает с огромной скоростью, прихватив с собой споры мха, которые поднимаются на 10–15 см в высоту. Здесь у них есть шанс выйти из ламинарного в турбулентный поток приземного воздуха и улететь далеко от родного болота.

Очень интересен механизм катапульты, используемый белой шелковицей — той самой, листьями которой китайцы издавна кормят своих шелковичных червей — для разбрасывания своих пыльцевых зерен. У цветка шелковицы пыльник похож на подсолнух — это большой диск на длинной ножке. Изначально ножка согнута, а пыльник приделан к ложу цветка. По мере созревания пыльца ножка наливается водой и возникают сильные упругие напряжения. Но вот пыльца созрела, а влажность окружающей среды упала. Пыльник начинает подсыхать, связь его с ложом разрывается, ножка распрямляется, головка пыльника движется с огромным угловым ускорением — до 5 млн радиан на секунду в квадрате — и пыльца летит подобно камню из какой-нибудь древнегреческой катапульты, только гораздо быстрее.

Вся эта история про удивительные способности растений и грибов к метанию предметов порождает несколько вопросов. Например, как же устроены споры, что они выдерживают чудовищные нагрузки во время полета с ускорением в сотню тысяч g ? Как грибы умудряются накачивать в свои нежные клетки воду до тех же давлений, которые человек получает только в специально сделанных баллонах из прочной стали или многослойных композитов? И, наконец, нет ли возможности, присмотревшись к «грибным» методикам, провести их масштабирование, научиться с помощью, очевидно, весьма экономичных технологического осмоса, без использования пороха и прочих горючих веществ, придавать различным предметам огромные ускорения?

С. Анофелес

Страшные трансжиры

Жиры, как известно из школьной химии, — это сложные эфиры глицерина и органических кислот. Если кислоты имеют длинную (и чаще всего неразветвленную) цепочку из атомов углерода, их называют жирными. В природных жирах таких кислот больше всего. Например, в свином сале может содержаться до 31% гексадекановой (пальмитиновой) кислоты, до 23% октадекановой (стеариновой) кислоты (это насыщенные кислоты) и до 44% ненасыщенной октадеценовой (олеиновой) кислоты. В молекулах этих кислот 16 или 18 атомов углерода.

В молекуле глицерина три гидроксильные группы, и с каждой из них может связаться одна молекула кислоты. В результате получается молекула триглицерида (анализ на триглицериды в крови проводят для диагностики нарушений жирового обмена и оценки риска развития атеросклероза). При нагревании жиров с растворами щелочей происходит расщепление (омыление) триглицеридов с высвобождением глицерина и мыла — солей жирных кислот. Длительное нагревание жира с чистой водой приводит к образованию свободных жирных кислот. Расщепление триглицеридов значительно ускоряется в присутствии фермента липазы. В организме человека этот процесс происходит в тонком кишечнике, а липаза вырабатывается в поджелудочной железе. Обратный процесс образования триглицеридов из жирных кислот и глицерина называется этерификацией.

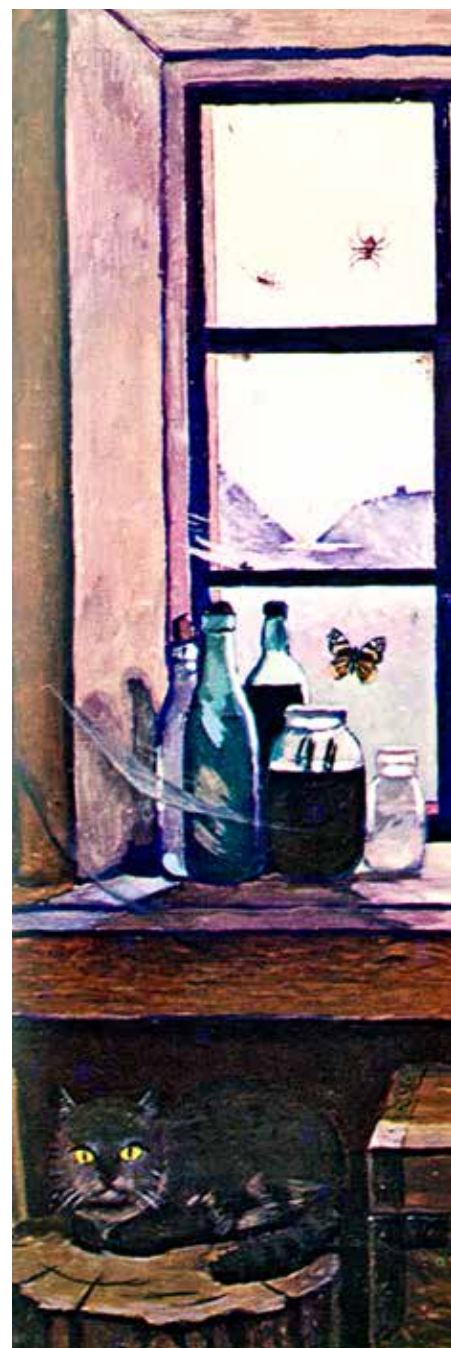
В одной молекуле триглицерида три кислотных остатка могут быть одинаковыми или разными. А так как жирных кислот известно множество (только в молоке их найдено около 400), это дает огромное количество различных природных триглицеридов; в том же молочном жире до 98% жирных кислот входят в состав 43 основных триглицеридов. Когда в тонком кишечнике липаза расщепляет триглицериды, то высвободившиеся жирные кислоты организм частично использует для повторного синтеза триглицеридов, специфичных

для данного организма, а частично — как источник энергии.

Такие же превращения можно провести и вне организма. В результате частичного гидролиза триглицеридов образуются ди- и моноглицериды, которые можно снова превратить в синтетические триглицериды, используя уже другие кислоты, причем необязательно жирные. Так получают различные пищевые добавки. Их используют в качестве эмульгаторов, модификаторов и стабилизаторов пищевых продуктов. Например, E471 — это моно- и диглицериды жирных кислот; если при их этерификации использовать уксусную кислоту, получается пищевая добавка E472a, использование молочной кислоты дает E472b, лимонной кислоты — E472c, винной кислоты — E472d. В организме они расщепляются на легко усваиваемые компоненты.

Консистенция жира и его температура плавления зависят от прочности кристаллической решетки триглицеридов. А эта прочность зависит от того, насколько удобно могут упаковываться длинноцепочечные хвосты жирных кислот. Если жирные кислоты насыщенные (например, стеариновая или пальмитиновая) и образуются группами $-\text{CH}_2-$, то такие цепочки гибкие, что облегчает их взаимное наиболее выгодное расположение. Гибкость цепочек обеспечивает свободное вращение вокруг одинарной связи C–C. Соответственно, такой жир будет твердым при комнатной температуре. Если жирные кислоты ненасыщенные (например, олеиновая или линолевая) и в составе их цепочек есть одна или несколько двойных связей $-\text{CH}=\text{CH}-$, то гибкость таких цепочек резко снижается (вращение вокруг связи C=C невозможно), им намного труднее упаковаться в твердый кристалл. Значит, такой жир при комнатной температуре будет жидким.

Традиционно жидкие жиры называют маслами. В природных жирах можно найти самые разные сочетания насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. От их соотношения в основном и зависят физические свойства жиров и масел. Если преобладают насыщенные



Художник Ф.З. Нисенин

жирные кислоты, получается животный жир, если ненасыщенные — растительное масло. В ряде случаев жир при 20°C твердый, но плавится уже при небольшом нагреве. Таково, например, пальмовое масло или масло какао. Поскольку природные жиры — сложные смеси, у них нет определенной температуры плавления (застывания), а только некоторый интервал. Так, говяжий жир (он содержит 53–65% насыщенных жирных кислот) плавится в интервале от 44 до 55°C, тогда как подсолнечное масло (10–12% насыщенных жирных кислот) застывает лишь в интервале от –16 до –19°C. Дело осложняется еще тем, что в твердом виде жиры и масла образуют несколько кристаллических модификаций; например, у масла какао их шесть,

и каждая имеет свою температуру плавления. Значительно отличаются и химические свойства насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Первые гораздо стабильнее, тогда как вторые могут окисляться даже кислородом воздуха. В результате окисления (а также гидролиза) растительные масла прогоркают.

Химики хорошо знают, что у соединений с двойной связью возможно существование двух изомеров, в зависимости от взаимного расположения заместителей (в данном случае — атомов водорода) при двойной связи. Если они находятся по одну сторону от связи C=C, к названиям таких изомеров добавляется префикс *цис*-, а если по разные стороны — префикс *транс*-. Эти термины ввел в 1874 году один из основателей стереохимии Вант-Гофф; на латыни *cis* — по эту сторону, *trans* — по ту сторону, за, через (так, трансурановые элементы следуют в Периодической системе за ураном). Молекулы (в том числе и жирных кислот) с *цис*-конфигурацией имеют угловую форму, а с *транс*-конфигурацией более линейны и по своей форме больше похожи на насыщенные жирные кислоты. У полиненасыщенных жирных кислот с несколькими двойными связями *цис*-*транс*-изомерия возможна у каждой двойной связи. Различие в форме *цис*- и *транс*-фрагментов в молекулах жирных кислот имеет важное биологическое значение, поскольку триглицериды входят в состав биологических мембран.

Растительные жиры дешевле животных, поэтому химики давно думали о том, как превратить ненасыщенные соединения в насыщенные. Такой процесс происходит в результате присоединения водорода по двойной связи и называется гидрогенированием. Свободный молекулярный водород в реакцию вступать не будет, его нужно активировать катализатором. Такой катализатор, в виде нагретого мелкодисперсного никеля, использовали в 1897 году французские химики Поль Сабатье и Жан Батист Сандеран. Реакцию Сабатье — Сандерана широко используют в производстве маргарина. Ее проводят при давлениях от 2 до 10 атм и температурах от 160 до 220°C в присутствии до 0,1% никелевого катализатора. Процесс осложняется тем, что помимо гидрогенирования двойных связей происходит их изомеризация, а также перемещение по цепи. В результате может образоваться от 5 до 40% *транс*-жирных кислот.

Насколько опасны *транс*-ненасыщенные жирные кислоты? Раньше они попадали в продукты питания в основном

в виде маргарина: при его производстве широко использовалось гидрогенирование растительных масел, в результате транс-жиров в маргарине могло быть до 9%. Но современные технологии позволяют значительно снизить этот уровень. Более того, появились сорта маргарина, вовсе не содержащие гидрогенированные жиры. Их заменили водные эмульсии растительных масел и животных жиров. А если все же трансжиры попадут в пищу — что будет? В разных статьях можно прочитать, что они «повреждают стенки артерий, вызывают сердечно-сосудистые и онкологические заболевания, болезнь Альцгеймера и депрессию». И даже что *транс*-конфигурация «считается неправильной, так как организм человека просто не способен ее воспринимать на клеточном уровне». Насколько это доказано?

Начнем с того, что в природных жирах и маслах ненасыщенные жирные кислоты присутствуют как в *цис*-, так и в *транс*-конфигурации. Например, молекула олеиновой кислоты имеет *цис*-форму, а элаидиновой — *транс*-форму. В молекуле линолевой кислоты — две сопряженные (разделенные одной простой связью) двойные связи, причем одна — в *цис*-конфигурации, другая — в *транс*-. Еще в 1979 году в опытах на мышах была обнаружена антираковая активность линолевой кислоты. Более того, предполагают, что эта кислота снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний и воспалительных процессов. Но и эти данные пока основаны только на опытах с животными.

Трансжиры содержатся в коровьем и козьем молоке, в говядине и баранине, а также в жире тропических плодов дуриана: в них может быть до 2,5% элаидиновой (*транс*-9-октадеценовой кислоты). Образование трансжиров в желудке жвачных животных происходит в результате той же *цис*-*транс*-изомеризация, только катализатором служит не никель, а ферменты. В результате в мясных и молочных продуктах могут содержаться и трансжиры, их там 5–8%. Поэтому неверно высказываемое иногда мнение, что трансжиры появились в рационе человека недавно и для их усвоения в организме еще «не успели сформироваться нужные ферменты». Интересно, что если коровы много месяцев пасутся на пастбище, а не кормятся комбикормами в стойлах, то в их мясе и молоке содержание трансжиров выше. Кулинарная обработка при высоких температурах повышает содержание трансжиров. Есть они и в женском молоке.

Вообще, биологическая роль трансжиров изучена недостаточно. Например, мало данных о вкусовых привычках



СТО ХИМИЧЕСКИХ МИФОВ

исследуемых людей — сколько и чего они съедают каждый день, а без этого нельзя набрать статистику. (Очевидно, что невозможно большую группу людей кормить продуктами с повышенным содержанием трансжиров, а другую группу оставить для контроля.) Кроме того, неблагоприятный эффект от трансжиров трудно отделить от эффекта насыщенных жиров, которые употребляются одновременно. Имеющаяся информация свидетельствует, что трансжиры не влияют на рост тканей в организме человека, на репродукцию, на заболевание раком молочной и предстательной железы и кишечника. Однако они увеличивают риск сердечно-сосудистых заболеваний, но эффект невелик. Причина — увеличение ЛПНП (липопротеинов низкой плотности, «плохого холестерина») и одновременное снижение ЛПВП (липопротеинов высокой плотности, «хорошего холестерина»). Показано, что употребление продуктов с очень большим (до 40%) содержанием трансжиров повышает шансы развития сахарного диабета.

Врачи и диетологи дружно рекомендуют «сбалансированную диету», тем не менее в разных странах их рекомендации различаются. Все же есть общее мнение о желательности ограничить потребление не только животных жиров, но и растительных масел — чтобы они давали в сумме не более трети всех калорий, причем насыщенные жиры должны давать не больше 10% калорий. Следует учесть, что в обычном рационе люди потребляют намного больше насыщенных жирных кислот, чем *транс*-ненасыщенных. Поэтому роль последних относительно невелика, и для снижения риска сердечно-сосудистых заболеваний следует ограничить потребление насыщенных жиров.

И. А. Леенсон



Flickr.com / NTNU, Faculty of Natural Sciences

Пыльца

Доктор технических наук
Б.В. Поленов

Весна в том году в Подмоскovie выдалась поздней, до начала мая стояли холода. Москвичи соскучились по своим дачам и садовым участкам. В квартирах на окнах уже сильно выросла рассада, на полу стояли купленные саженцы кустов и деревьев, но ехать на природу было рано.

А затем внезапно стало тепло, и все растения зацвели одновременно. Подъезжавшие к Москве люди видели, что город находится под колпаком смога — дыма, копоти, пыли и, видимо, пыльцы.

Оказавшись на садовом участке в конце мая, я почувствовал себя хуже, чем в городе. До этого я где-то подцепил инфекцию, обострился бронхит, начался сильный кашель. Как обычно, не было желания идти к врачу, казалось, все со временем пройдет и я вот-вот поправлюсь. Утром, выйдя на крыльцо, я увидел, что моя машина, еще вечером чистая, покрыта миллиметровым слоем пыльцы, как и поверхность воды в бочках. Позавтракав, я приступил к работе в саду. Однако к обеду почувствовал, что становится все труднее дышать. Затяжной кашель не прекращался, таблетки не помогали, и вечером я вызвал местную «скорую».

Бригада приехала довольно быстро. Медсестра сделала мне укол, врач, мужчина средних лет, внимательно выслушал меня, объяснил, что лекарство, которое я в последнее время принимал, можно было использовать при обострениях бронхита или астмы только разово, и посоветовал срочно вернуться в город.

Через час оказываюсь в ночной Москве. В поликлинике по месту жительства в такое время пациентов, конечно, никто не ждал. Приняла меня старая больница, основанная во второй половине XIX века. Она расположена на территории бывшей усадьбы — своего рода островок старой Москвы с многовековыми дубами и тополями, палисадниками и клумбами. Главный корпус — здание с портиком и высокими колоннами,

с табличкой «охраняется государством». В отделении пульмонологии дежурный врач начал расспрашивать о перенесенных заболеваниях, операциях и причинах, которые привели меня в больницу. Я рассказал, что, когда был студентом, у меня после ныряния в подмосковных водоемах всегда начинался сильный насморк и еще тогда лечащий врач сказал, что это не простуда, а «сенная лихорадка». После осмотра меня направили в палату, где я и уснул.

В ту весну переполненными оказались большинство отделений пульмонологии в больницах Москвы и Подмоскovie. Жертвами аллергических приступов становились даже молодые и практически здоровые люди, которые раньше знать не знали ни про какую сенную лихорадку. Многие после этого начали держать на даче антигистаминные таблетки.

От фараона до Ричарда III

В настоящее время люди все чаще страдают от аллергии, причем в больших промышленных городах чаще, чем в деревнях и поселках. Если век назад аллергия была у 1–2% населения, то сегодня — у 20–30%. Каждый год обнаруживаются новые аллергены, как природного происхождения, так и созданные человеком. Известны случаи наследственной склонности к аллергическим заболеваниям, но она появляется и в семьях, где раньше никто не болел. Есть убедительная гипотеза, что аллергии способствует улучшение личной гигиены к современному миру: более редкие контакты с потенциальными аллергенами приводят к гипертрофированной реакции иммунной системы на сравнительно безобидные вещества.

Тем не менее об аллергии знали еще в Древнем Египте. Описание аллергической бронхиальной астмы дается в папирусе Эберса — медицинском сочинении, датированном примерно 1600 годом до н. э. Там же приводятся и вполне разумные наставления по лечению ингаляциями. (А вот популярная история о том, что от анафилактического шока после укусов пчел или ос якобы умер фараон Менес, оказалась вымыслом: никаких изображений закусанного насекомыми фараона в его гробнице или на саркофаге не обнаружено.)

Одним из первых дал медицинское описание аллергии древнегреческий врач Гиппократ. В четырехсотых годах до н. э. он обнаружил у некоторых пациентов кожные высыпания,

появляющиеся после употребления в пищу сыра из коровьего молока. Во II веке н. э. римский врач Гален упоминает о пациенте, который неудержимо чихал, понюхав розу. В конце первого тысячелетия н. э. Ибн Сина (Авиценна) описал «весенний» насморк, появлявшийся во время цветения цветов, а также аллергическую реакцию на мед.

Есть множество исторических анекдотов об аллергии. Как пишет Томас Мор, Ричард III, последний английский король из династии Йорков, правивший с 1483 по 1485 год, проезжая мимо сада епископа Эли в Холберне, увидел прекрасную землянику на грядках и попросил прислать ему этих ягод в Вестминстер. А несколько позже он вышел к приближенным мрачный и злой, поднял рукав, показал свою «высохшую» руку, обвинил лорда Гастингса в попытке заколдовать короля и стал требовать его казни. Странный аргумент, учитывая, что иссохшей рука Ричарда была и раньше. В XX веке исследователи предполагали, что рука могла быть отечной из-за острой аллергии на сезонную ягоду, тем более что в этой же сцене упоминаются опухшие искусанные губы короля («British Medical Journal», 1956, 1, 4978: 1301). И в самом деле, для средневекового человека, особенно если он ожидает самого плохого от своего окружения, колдовство было наиболее вероятным объяснением этой непонятной болезни.

Некоторые историки считают, что на исход битвы англо-голландских и прусских войск с французскими при Ватерлоо 18 июня 1815 года повлияла простуда у Наполеона. Есть мнение, что это была не простуда, а приступ аллергии — якобы ветер принес пыльцу с окрестных цветущих полей, у императора начались сильный насморк и резь в глазах. Он допускал одну ошибку за другой и в результате при имеющемся преимуществе проиграл сражение.

Сенная лихорадка у космонавта

В 1819 году врач Джон Босток сделал в Лондонском медико-хирургическом обществе доклад «Случаи периодического повреждения глаз и грудной клетки». Пациент J.B. 46 лет (сам Босток) «примерно с восьми лет каждый год в начале или середине июня страдал от следующих симптомов: ощущение жара и распухания в глазах, сначала по краям век, и особенно во внутренних углах, но через некоторое время вокруг всего глазного яблока; небольшая степень покраснения в глазах и слезотечение; ухудшение до сильного зуда и жжения, воспаления и выделения очень обильной густой слизистой жидкости. К этим симптомам добавились чихание, тяжесть в груди и затрудненное дыхание». Никакие медицинские методы того времени, от кровопускания до опия, ртути и коры хинного дерева, облегчения не приносили, но больному было легче, если он не выходил из дома. Среди факторов, провоцирующих обострения, Босток назвал «сильный влажный жар, яркий свет, пыль или другие вещества, проникающие в глаза, и любые обстоятельства, которые повышают температуру». И все же он отметил как основную причину «испарения от свежего сена, почему это и получило популярное название сенной лихорадки». Сегодня мы называем эти симптомы аллергическим ринитом, конъюнктивитом и астмой.

Интересно, что современные английские историки медицины отмечают крайнюю редкость этого заболевания до XIX века, то есть до начала промышленной революции, которая сопровождалась загрязнением воздуха («Journal of the Royal Society of Medicine», 2011; doi: 10.1258/jrsm.2010.10k056).

То, что причина сенной лихорадки — именно пыльца, экспериментально доказал другой английский врач, Чарльз Блэкли. Его книга вышла в 1873 году и заслужила благодарность самого Чарльза Дарвина. В России первое сообщение о поллинозе (от латинского «pollen» — «пыльца») сделал в 1889 году Л. Силич на заседании Общества русских врачей в Санкт-Петербурге.



РАЗМЫШЛЕНИЯ

В 1906 году австрийский педиатр Клеманс Пирке — тот самый, чьим именем названа знаменитая проба на туберкулез, — заметил, что у некоторых детей вакцина против оспы вызывает необычную реакцию. Он и американский педиатр венгерского происхождения Бела Шик назвали эту реакцию аллергией (от греческих слов «allos» — «другой» и «ergon» — способность к действию, реакция).

Аллергия вступила вместе с нами в космическую эру. В начале июня 1971 года Государственная комиссия за одиннадцать часов до старта отстранила от полета Алексея Леонова, Петра Колодина и Валерия Кубасова, которые должны были лететь на космическом корабле «Союз-11». Подозрительное затемнение в легких у бортинженера Кубасова, как выяснилось позднее, было вызвано легкой формой аллергии на цветение одного из местных растений. Печальная ирония судьбы в том, что дублирующий экипаж — Георгий Добровольский, Владислав Волков и Виктор Пацаев — 30 июня, при возвращении на Землю, погиб из-за разгерметизации спускаемого аппарата.

Болезнь века

Помимо пыльцы злаков и цветов причиной аллергии может быть пыльца деревьев — березы, ольхи, ясеня, лесного ореха (лещины), распространенных сорняков — амброзии, полыни обыкновенной и др. Тополиный пух, вопреки распространенному мнению, сам не аллерген, но переносит пыльцу. В крупных городах многих стран, в том числе и России, в последние годы ведут мониторинг концентрации пыльцы в воздухе и составляют аллергопрогноз, который размещают в Интернете.

Первая волна обострений — покраснение, воспаление или зуд кожи, ринит и конъюнктивит — начинается у аллергиков весной, когда в воздухе появляется пыльца деревьев. Вторая волна возникает, когда цветут зерновые и кормовые злаковые: мятлики, тимофеевка, овсяница... Третья волна, осенняя — так называемая грибковая аллергия — начинается при сырой погоде, когда на опавшей листве растут грибки.

Аллергию могут вызвать перьевые подушки, сигаретный дым, ковры, обивка диванов, набивочные материалы, продукты жизнедеятельности клещей, обитающих в домашней пыли. Пищевая аллергия может возникнуть и от экзотических продуктов, и, как отмечал Гиппократ, от обыкновенного молока. Аллергенами могут быть вещества, содержащиеся в слюне и на шкуре кошек и собак. Опасная аллергическая реакция у людей может начаться после укуса насекомых и ядовитых животных.

Семьям, в которых есть аллергики, врачи и кинологи рекомендуют приобретать породы собак, шерсть которых не приводит к аллергическим реакциям. В ряде стран заводчики кошек путем скрещивания вывели гипоаллергенных котят. Некоторые отели в своей рекламе стали сообщать клиентам, что у них помещения и номера (стены, пол, мебель, постели) без аллергенов.



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Но аллергиков становится все больше. Есть мнение, что через 10–15 лет аллергией будет страдать каждый второй европеец. Хотя, по некоторым данным, аллергики меньше подвержены онкологическим заболеваниям, это слабое утешение. Аллергическая реакция тоже может быть опасной для жизни, если разовьется анафилактический шок, который вызывает спазм бронхов. Человек начинает задыхаться, затем у него резко падает давление. Все это происходит за 5–30 минут, и, если за это время человеку не окажут медицинскую помощь, последствия могут быть печальными. Аллергия может привести к бронхиальной астме, которая сопровождается

приступами удушья вплоть до летального исхода. Аллергия вносит вклад в развитие хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ), для которой характерно прогрессирующее и частично необратимое ограничение воздушного потока в дыхательных путях.

...В больнице, где я оказался, пациентам-аллергикам проводят процедуру, которая позволяет установить, что именно стало аллергеном. На тыльной стороне руки делают небольшие надрезы, капают на них растворы и сравнивают кожные реакции. Таким способом можно исследовать воздействие примерно 20 типов аллергенов (пыльцы, пыли, шерсти животных, различные пищевые продукты, химические вещества).

После шести дней интенсивного лечения меня в стабильном состоянии выписали. Теперь моя основная задача — избежать рецидива болезни. Внимательно следить за самочувствием, принимать рекомендованные лекарства, делать ингаляции с помощью аэрозольных баллонных ингаляторов или компрессорных небулайзеров. Терять бдительность, как это сделал я в начале мая, нельзя: волшебной таблетки, мгновенно избавляющей от аллергии, пока не придумали и едва ли придумают в скором времени.



Словарик иммунитета

Основные игроки в команде иммунитета — лейкоциты. Они подразделяются на несколько групп. **Нейтрофилы** составляют около 70% от количества всех лейкоцитов. Они способны мигрировать через стенки капилляров к очагам инфекции. Основная их функция — это съесть и переварить, то есть фагоцитировать бактерию.

Дальше идут **моноциты** и **макрофаги**: первые курсируют по кровотоку около 30–40 часов с момента своего образования в красном костном мозге, затем выходят через стенки капилляров в межклеточное пространство, превращаясь в макрофагов — крупные клетки, которые не только фагоцитируют патогены, но и способствуют развитию иммунного ответа.

Дендритные клетки по функциям аналогичны макрофагам, их также можно встретить во всех тканях и органах. Они активируются при фагоцитозе патогена, способны сохранить внутри себя фрагменты врага и затем представить их лимфоцитам. Кроме того, дендритные клетки выделяют специальные химические сигналы — цитокины, которые влияют на дальнейший ход развития иммунной реакции, опосредованной Т-лимфоцитами.

Эозинофилов и **базофилов** в крови здорового человека немного, но именно они участвуют в возникновении аллергических реакций. Число эозинофилов увеличивается также при заражении

гельминтами. Эти клетки при определенных условиях выделяют биологически активные вещества (гистамин и другие) в межклеточную среду. С базофилами очень сходны **тучные клетки**, также играющие ключевую роль в аллергических и воспалительных процессах.

Лимфоциты — большая группа лейкоцитов, включающая **Т-** и **В-лимфоциты**. Т-лимфоциты подразделяются на три группы: Т-киллеры распознают и обезвреживают патогены, Т-хелперы распознают патогены и выделяют вещества, помогающие другим клеткам с ним бороться, регуляторные Т-лимфоциты (Т-супрессоры) способны ослабить или подавить иммунную реакцию.

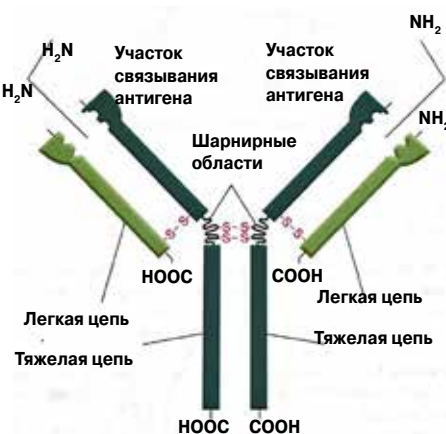
В-лимфоциты при контакте с патогеном превращаются в плазматические клетки, которые вырабатывают антитела — белки, способные связываться с антигеном, привлекать макрофагов и

других, а также активировать каскады иммунных реакций, приводящих к гибели патогена. Часть В-лимфоцитов при определенных условиях превращается в клетки памяти: при повторной атаке патогена они быстро активируются, делятся и идут устранять врага.

В первом приближении борьба иммунной системы с патогеном протекает так: сначала активируется первая линия защиты — нейтрофилы и макрофаги, затем макрофаги и дендритные клетки активируют лимфоциты, которые целенаправленно истребляют чужаков. Важную роль на этом этапе играют антитела — Y-образные молекулы из суперсемейства белков иммуноглобулинов, содержащие два участка связывания с чужеродной молекулой (**антигеном**).

У млекопитающих выделяют пять классов антител: IgA, IgD, IgE, IgG, IgM. Каждый класс имеет свой тип тяжелой цепи, а значит, свой уникальный Fc-фрагмент (так называется «ножка» антитела, образованная концевыми участками тяжелых цепей). Строение хвостовой части антитела влияет на такие свойства, как связывание с фагоцитирующими клетками, пересечение плацентарного барьера и другие. Специальные Fc-рецепторы, расположенные на мембране лейкоцитов, распознают Fc-фрагмент антитела определенного класса и связываются с ним; для каждого типа антител есть свой Fc-рецептор.

Для рассказа об аллергии наиболее важен класс антител IgE. В крови здорового человека эти антитела в свободном виде практически отсутствуют. Их хвостовая часть имеет высокое сродство к Fc-рецепторам на поверхности тучных клеток, базофилов и эозинофилов.



Антитело состоит из четырех полипептидных цепей — двух легких и двух тяжелых



flickr.com/Henry T. McLin

LTP — белки аллергии

Татьяна Цедилина



БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

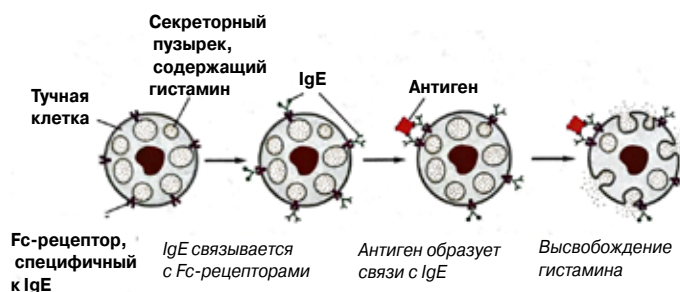
Аллергия на пыльцу, на персики, на арахис... На самом деле и то, и другое, и третье может быть аллергией на липид-транспортирующие белки — LTP. К этому семейству принадлежат многие сильные растительные аллергены, а знаем мы об этих белках далеко не все.

Аллергия как несимметричный ответ

Аллергию без преувеличения можно назвать пандемией — третье по распространенности заболевание в мире, поразившее 20% населения Европы. Даже далекие от биологии люди знают, что причина аллергии — сбой иммунной системы. В чем причина этого сбоя? Почему главный защитник нашего организма от вирусов, бактерий, простейших, гельминтов — одним словом, от патогенов — становится агрессором?

Согласно одной из теорий, в современном мире соблюдение норм гигиены предотвращает контакт со многими патогенами, нагрузка на иммунную систему снижается, в результате организм начинает реагировать на «безобидные» антигены, и возникает аллергия. Антигены, вызывающие аллергию, называют аллергенами. Мету аллергической настроенности организма часто определяют по количеству IgE в крови.

Первая встреча аллергена с иммунной системой стимулирует выработку IgE. Эти антитела связываются хвостовой частью с Fc-рецепторами тучных клеток и базофилов. При повторной встрече аллерген связывается с IgE на поверхности тех же самых тучных клеток и базофилов, вызывая их активацию и дегрануляцию (рис. 1).



1

Механизм возникновения аллергической реакции

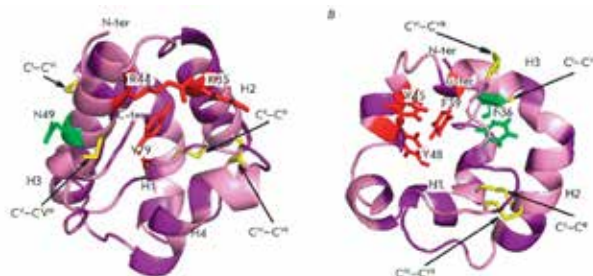
«Химия и жизнь», 2019, № 2, www.hij.ru

Тучные клетки и базофилы выделяют в организм человека биологически активные вещества, в том числе гистамин — производное аминокислоты гистидина. Гистамин обладает комплексным действием. При попадании в межклеточную среду он сразу же воздействует на стенки капилляров, увеличивая их проницаемость, понижает артериальное давление и вызывает спазм гладкой мускулатуры. Из кровяного русла жидкость выходит в ткани и накапливается там — образуется отек. Если аллергическая реакция возникла в дыхательных путях, то высвобождение гистамина приведет к резкому спазму бронхов, что становится причиной возникновения астмы. В других случаях возникает отек слизистой носа, кожные высыпания, конъюнктивит. Гистамин также влияет на воспалительный процесс, то есть является медиатором воспаления — защитной реакции организма, направленной на устранение патогена и продуктов его жизнедеятельности.

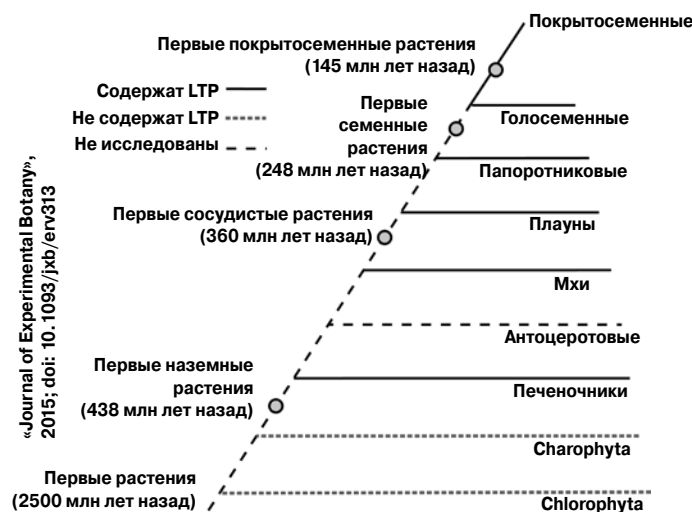
Аллергия может возникнуть практически на любое вещество. Поэтому для удобства аллергены подразделяют на группы по происхождению: бытовые, лекарственные, эпидермальные (клетки эпидермиса человека и животных и его производные), грибковые, пыльцевые, пищевые и т. д. Одни из сильнейших аллергенов — представители липид-транспортующих белков (LTP) растений. Именно эти вещества вызывают иммунные реакции на пыльцу и пищевые продукты растительного происхождения.

Белки покорителей суши

Липид-транспортующие белки впервые описали испанские ученые в 1992 году; они нашли их в кожце персика («Annals of Allergy», 1992, 69, 128–130). Эти маленькие положительно заряженные белки весом около 7–10 кДа обнаружены только у высших растений, у водорослей они отсутствуют (рис. 2, 3), и, возможно, они помогли растениям выйти на сушу.



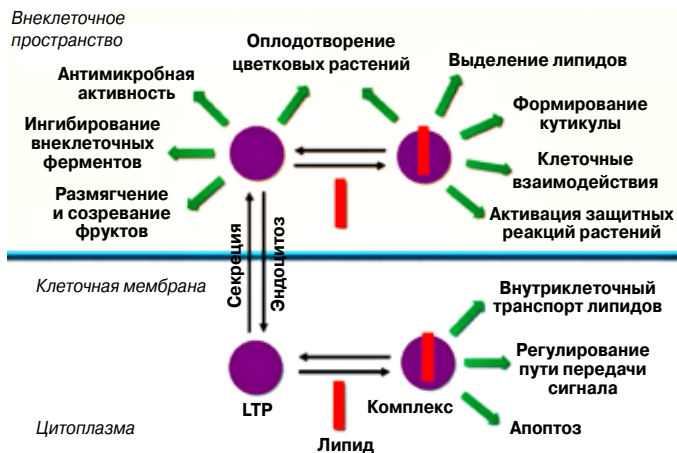
«Ленточная» модель липид-транспортующих белков риса — LTP1 и LTP2. Действительно очень небольшие белки, а сколько от них проблем!



3
Филогенетическое древо, на котором показано наличие или отсутствие LTP в различных группах растений

Для освоения наземного пространства растениям нужно было решить основную проблему: как защититься от потерь воды. Решением стали гидрофобные полимеры, формирующие водонепроницаемый слой на поверхности эпидермальных клеток. Этот слой называется кутикулой и защищает растительные ткани от обезвоживания, а заодно от радиации и даже в какой-то мере от поедания травоядными животными. А образование кутикулы, в свою очередь, требует транспортировки липидов из клеток на поверхность. Предполагается, что в возникновение и эволюцию кутикулы большой вклад внесли LTP («Plants», 2018, 7(1), 6; doi: 10.3390/plants7010006).

В экспериментах *in vitro* было установлено, что LTP способны связывать и переносить липиды через биомембраны. Концентрация LTP высока в покровных тканях растений, и это наводит на мысль об их участии в синтезе поверхностного кутикулярного слоя (рис. 5). Мутации, влияющие на синтез этих белков, влияют и на секрецию воска.



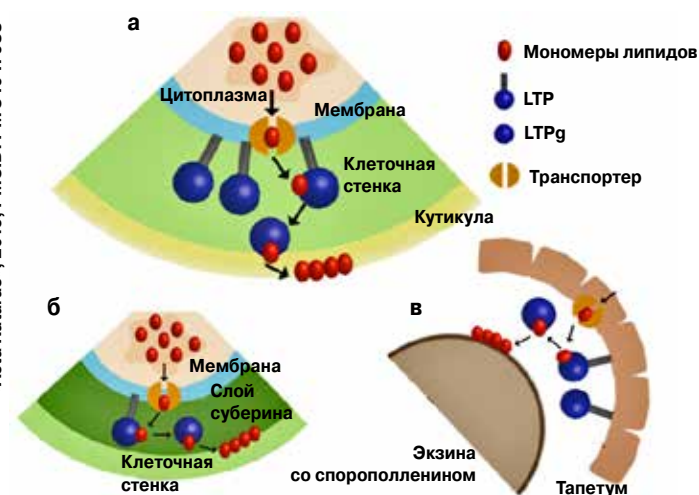
4
Функции растительных липид-транспортующих белков

Транспортировка липидных молекул из клетки в кутикулу происходит так. Мономеры липидов попадают в пространство клеточной стенки. Там они связываются с прикрепленными к наружной стороне мембраны LTPg, те, в свою очередь, передают липид на свободный LTP, который транспортирует гидрофобную молекулу в место синтеза кутикулы. Но до сих пор остается неясным механизм переноса липида по клеточной стенке.

Польза и вред LTP

Не стоит думать, что человеку от этих белков одни неприятности. Многие LTP препятствуют росту патогенных бактерий и грибов. Чаще всего это происходит избирательно, скорее всего, из-за различий в составе липидов клеточных мембран бактерий, грибов, млекопитающих и растений. Так, некоторые исследования отмечают, что LTP из перца и кофе подавляют активность грибов рода *Candida* — известных патогенов человека. Механизм этой антимикробной активности неясен, по-видимому, взаимодействия LTP с гидрофобными молекулами в нем не задействованы.

Зато эти взаимодействия активно используются в пивоварении. LTP ячменя обладает поверхностно-активными свойствами, однако до термообработки и пастеризации пива этот белок демонстрирует слабые свойства вспенивания. А вот после пастеризации LTP ячменя модифицируется и становится пенообразующим. При этом его антимикробная активность не нарушается, в результате увеличивается срок хранения, поскольку LTP способен подавлять рост дрожжей. LTP также связывает жиры, что в лучшую сторону сказывается на формировании пены и на вкусе пива.



5
Предполагаемый механизм переноса липидов через мембрану и их участие в синтезе кутикулы: а — в зеленых тканях, б — в корнях, в — в пыльце

У некоторых LTP выявлены противораковая и противовирусная активность, механизмы которых опять-таки неизвестны. Пока что из всех разнообразных свойств этих белков медиков интересует в первую очередь их аллергенность.

Способность LTP вызывать аллергию напрямую связана с особенностями их структуры. Четыре дисульфидных мостика обеспечивают устойчивость к разрушению ферментами желудочно-кишечного тракта. Поэтому LTP попадают в неизменном виде в тонкий кишечник и затем через ворсинки всасываются в кровь, где встречаются с иммунной системой человека. Сорок процентов поверхности LTP способно связываться с иммуноглобулинами.

Часто у страдающих аллергией на какой-то один LTP проявляется LTP-синдром — перекрестные аллергические реакции на LTP различных видов растений, в том числе и таксономически далеких. Был описан интересный случай на одном из складов в Европе. Работа сотрудников требовала ежедневного контакта с персиками, а LTP персика Pru p 3, высокие концентрации которого содержатся в кожуре плода, — известный аллерген. Через какое-то время один из служащих начал страдать ринитами, а шесть месяцев спустя у него возникла тяжелая пищевая аллергия на персики, сливы, фундук, арахис... Исследователи сделали вывод, что контакт пациента с кожурой персика мог спровоцировать возникновение аллергической чувствительности через дыхательные пути и дальнейшее развитие пищевой аллергии («Clinical Reviews in Allergy & Immunology», 2014; doi: 10.1007/s12016-012-8338-7).

По данным Европейской академии аллергии и клинической иммунологии, 150 миллионов европейцев страдают от хронической аллергии, из них у 7 миллионов пищевая аллергия, у 100 миллионов — аллергические риниты. В Испании 11% жителей имеют аллергию на пыльцу, а 10–40% из них — также аллергию на LTP персика. В Северной Европе аллергия на LTP — это чаще всего аллергия на белок пыльцы березы Bet v 1, а от пищевой аллергии на LTP больше страдают жители Средиземноморья. Интересно, что растительные продукты в Северной Европе также содержат LTP в больших количествах, однако аллергии на них встречаются значительно ниже, чем в южноевропейских странах. Одно из возможных объяснений — различные диетические привычки и методы термической обработки продуктов.

Как лечиться?

Несмотря на все успехи современной фармакологии, самым простым и действенным методом борьбы с аллергией остается ограничение контакта с аллергеном. При аллергии



БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

на пыль необходимо использовать воздушные фильтры для очистки воздуха, при пищевой аллергии исключить из рациона опасный продукт или использовать его гипоаллергенный аналог. Современные технологии даже позволяют получить генно-модифицированные продукты с безвредными для аллергиков LTP (см., например, «Trends in Plant Science», 2008; doi: 10.1016/j.tplants.2008.04.004). Другое дело, что наклейка «ГМО» все еще остается пугалом для производителей и потребителей.

Так или иначе, если аллерген попал в организм, приходится принимать лекарства. Противоаллергические средства можно разделить на три группы. Первая — антигистаминные препараты: они блокируют рецепторы, с которыми связывается гистамин. Однако антигистаминные средства не подходят для лечения аллергии в долгосрочной перспективе из-за побочных эффектов: они вызывают сонливость, негативно влияют на сердечную мышцу.

Другая группа препаратов воздействует на мембраны тучных клеток, блокируя выброс везикул с гистамином, тем самым устраняя отеки слизистой носа и предупреждая появление астмы. Но это опять же симптоматическое средство, оно не решает проблему полностью.

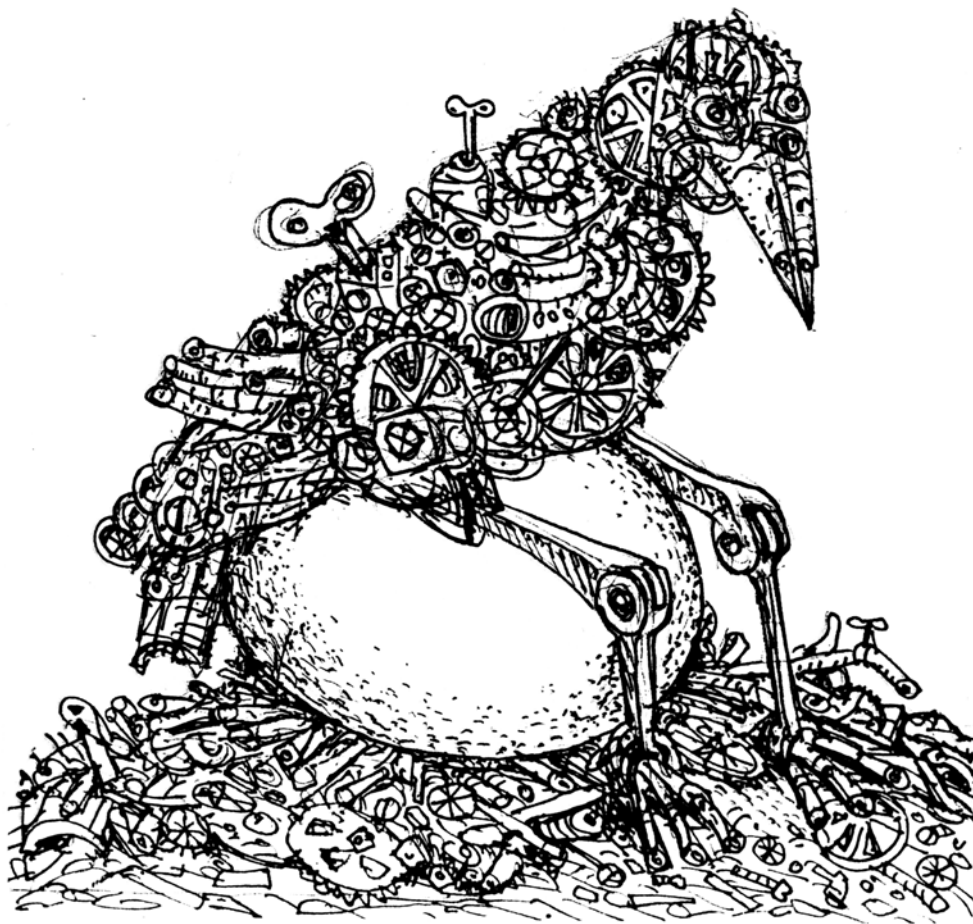
В серьезных случаях для быстрого облегчения острых симптомов принимают препараты на основе глюкокортикоидов — гормонов надпочечников, обладающих противовоспалительной активностью.

На данный момент один из самых эффективных методов борьбы с аллергией — аллерген-специфическая иммунотерапия. Этот метод основан на продолжительном введении пациенту одного аллергена для постепенного уменьшения восприимчивости («Clinical and Translational Allergy», 2012, 2:5; doi: 10.1186/2045-7022-2-5, о принципе метода см. также «Химию и жизнь», 2014, 3, «Как победить аллергию за четыре инъекции»). Его применяют при аллергии на LTP арахиса, персика, фундука, вишни и т. д. Для предотвращения опасных побочных эффектов природные аллергены заменяют гипоаллергенными аналогами; в случае LTP используют рекомбинантные белки.

Также врачи в качестве лечения назначают сублингвальную терапию. Данная терапия очень похожа по принципу действия на аллергенспецифическую, отличие в том, что здесь используются не один, а несколько аллергенов. Пациенту индивидуально подбирают «коктейль» из аллергенов, который наносят под язык каждый день по несколько капель в течение продолжительного времени (3–5 лет). Спустя какое-то время организм пациента перестает остро реагировать на контакт с этими аллергенами. Таким образом борются с аллергией на LTP персиков, абрикосов, груш, слив и др.

Количество людей, страдающих от аллергии на растительные липид-транспортующие белки, увеличивается с каждым годом, и это одна из причин, по которой LTP остаются интереснейшим объектом для изучения. Кто знает, может быть, именно через них лежит путь к новой эффективной терапии.





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

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

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

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



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

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

Подземная жизнь орхидей

Кандидат биологических наук
Т.Н. Виноградова

При слове «орхидеи» сразу представляется нечто яркое, изысканное, роскошное. Букет орхидей! Крупные цветки необычной формы, пластиковые пробирки с загодичной жидкостью, надетые на стебли внизу, хрустящая упаковка. Ну а если не идти по накатанному пути? Что мы знаем об орхидеях?

Прежде всего, это то ли самое крупное, то ли одно из самых крупных семейств растений. Но даже на простой, казалось бы, вопрос, сколько видов входит в это семейство, вы услышите ошеломляющие по своей неопределенности цифры — от 17 до 35 тысяч видов. Как же так? Дело в том, что большинство орхидных — обитатели тропиков, зачастую труднодоступных, это жители тех самых лесов, которые исчезают быстрее, чем мы успеваем их изучить. Кроме того, есть и чисто систематические сложности. То, что кажется хорошим видом, может оказаться при ближайшем рассмотрении двумя разными, плохо различимыми.

Орхидные — космополиты: они встречаются от Швеции и Аляски до Огненной Земли, а в горах поднимаются до высоты 5000 метров над уровнем моря. Леса, болота, степи, пустынные оазисы — все эти сообщества ими освоены. Как получилось, что их так много? Подобное разнообразие наводит на мысли об эволюционной успешности, невероятном спектре приспособлений, реализованных возможностей, способов выживания и распространения, а значит — и удивительных загадок и открытий. В то же время каждый из нас, наверное, слышал о редкости орхидей в природе, о том, что многие из них занесены в Красные книги, что они легко вытесняются другими видами и исчезают. И это действительно так. Нет ли тут противоречия? Самое крупное и космополитическое семейство исчезающих растений?

Для начала попробуем разобраться в логике взаимосвязей. Кажется, все приспособления орхидных так или иначе



Гнездовка обыкновенная

связаны одной идеей: произвести как можно больше семян, чтобы хоть часть их смогла оказаться там, где для них найдутся подходящие условия, и притом с наименьшими энергозатратами. То есть *r*-стратегия в ее крайнем выражении. (Виды, практикующие эту стратегию, производят много потомства с небольшими затратами на каждого, в отличие от *K*-стратегии, свойственной, например, крупным млекопитающим: небольшое число потомков, забота о каждом. Термины пошли от уравнения популяционной динамики Ферхюльста, где *r* — скорость роста популяции, а *K* — максимальный объем популяции, не приводящий к нарушению равновесия в данных условиях.)

Семян в плодах (коробочках) орхидных обычно несколько тысяч, но их может быть и несколько сот тысяч, а у тропических каттлей одна коробочка может содержать до 6 000 000 семян. Понятно, что семена эти должны быть очень мелкими. Понятно также, что самый дешевый способ распространения мелких семян — ветер.

Как устроены семена у всех нормальных растений? В них должен быть зародыш, у которого есть корешок, стебель, почка и зародышевые листья — семядоли (одна или две). Пусть эти органы малы, но они уже есть, и это облегчает прорастание. Еще в семенах обычно бывает запас питательных веществ в специальной ткани — эндосперме или



Гнездовка азиатская

же в самих семядолях (могут быть и другие технические решения). Этот запас нужен для того, чтобы семена могли прорасти, чтобы зародыш начал развиваться в полноценный проросток. И еще должна быть семенная кожура для защиты от пересыхания и внешних воздействий.

А теперь: как довести этот набор до минимума? На чем сэкономить?

Прежде всего, урезаем запас питательных веществ. Затем — минимизируем зародыш: у него больше нет дифференциации на органы, теперь это крохотный шарик белого или зеленоватого цвета. Семенная кожура — тонкая, между ней и зародышем — воздушная прослойка: это делает семена летучими. Всё. Бумажный самолетик вместо мощной машины для выживания.

И вот тут мы получаем проблему. Как этому семени прорасти — без всего, что для этого необходимо?

Задача оказалась бы неразрешимой, если бы не грибы.

Подавляющее большинство высших растений вступает в симбиоз с грибами. Грибы могут оплетать своими гифами корни растений, или проникать внутрь клеток коры корней, или и то, и другое сразу. Еще в 1877 году Вильгельм Пфефер высказал предположение, что микоризные грибы добывают питательные вещества из перегноя и передают их растению-хозяину, а в 1881 году Ф.М. Каменский доказал, что бесхлорофилльное растение поддельник действительно получает питательные вещества от гриба. Тем не менее, по свидетельству Артура Келли, который к 1950 году подготовил второе издание книги «Микотрофия растений», существенно переработав и дополнив его новейшими на тот момент литературными данными, вплоть до середины XX века такие грибы многими рассматривались как патогенные организмы. Понадобилось много лет, чтобы изменить это представление. Сейчас известно, что грибы не только дают корням растений дополнительное питание, но и способствуют собственно почвенному питанию — ведь эти гифы образуют гораздо более мощную, чем корневые волоски, сеть для добычи воды и минеральных веществ — солей, содержащих K, Na, Ca, N, P. Кроме того, они защищают своими антибиотиками корни от других, действительно патогенных грибов и бактерий.

Что касается орхидных, грибы способны проникать не только в их корни, но и в семена, прямо внутрь клеток зародыша. И семя прорастает!

Поскольку у зародыша нет ни корешка, ни почки, прорастание начинается с того, что округлый зародыш, увеличиваясь в размерах, постепенно при-



В МОРЕ И НА СУШЕ

обретает форму конуса или изогнутой объемной запятой, на широкой части которой в конце концов дифференцируются первые листья в форме колпачков, прикрывающих апекс побега. Получившийся протокорм — стадия, которой нет больше почти ни у кого из семенных растений, — некоторое время продолжает питаться за счет симбиоза с грибами.

Если речь идет о тропических эпифитных (то есть живущих на деревьях) видах, то теплый влажный климат не препятствует тому, чтобы протокорм рос и развивался на поверхности. Он очень быстро зеленеет и начинает фотосинтезировать. Но в сезонном климате — иначе говоря, везде, где есть холодный или сухой период года, — это становится неудобно.

И тогда получается, что однажды использованное решение — микосимбиотрофность — можно и нужно продолжать использовать. И проросток (уже проросток, со стеблем, листьями низовой формации, а иногда и корнями) несколько лет проводит под землей, пока наконец не достигнет размера, при котором выход фотосинтезирующего побега на свет становится безопасным и оправданным.

Логическое завершение этой тенденции демонстрируют виды, которые почти всю свою жизнь проводят под землей, обходясь в это время без фотосинтеза. Гнездовка, надбородник, ладьян — все они показываются над землей лишь для цветения, которое в большинстве случаев (хотя и не всегда) оказывается не только первым, но и последним. Австралийская ризантелла даже цветет под землей и лишь для рассеивания семян показывается над уровнем почвы.

Сколько лет молодая орхидея живет под землей? Понятно, что у разных видов продолжительность этого периода различается, но есть одно, несколько менее очевидное обстоятельство. Изучение этого процесса *in vitro* не дает точного ответа: мы не уверены, что можно напрямую перенести то, что наблюдается в искусственных условиях, на жизнь в природе. А что касается



Ладьян трехнадрезный



В МОРЕ И НА СУШЕ

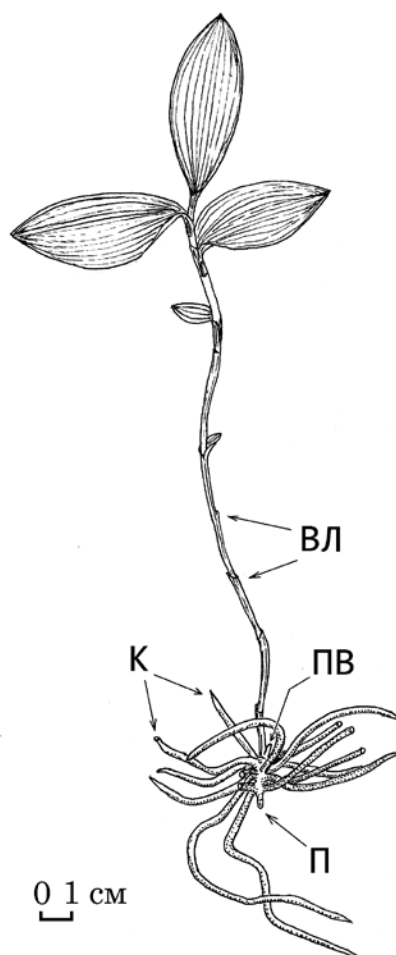
прямых наблюдений в природных популяциях — стоит нам выкопать (а сначала еще и найти, где копать!) подземные проростки, и мы уже не можем, посадив их обратно и дождавшись выхода на поверхность, сказать, что «так и было». Вынув юную орхидею из почвы, мы нарушаем гифы гриба, связывавшие ее с субстратом. Даже обнаружив, что проросток после нашего вмешательства не выжил, мы не можем сказать, не стало ли это результатом вмешательства. Мы не можем напрямую наблюдать то, что скрыто в земле, не производя воздействия.

Вот почему этот момент окружен, пожалуй, самым большим количеством легенд, которые цитируются из статьи в статью и так обретают обманчивый ореол достоверности. Самый цитируемый исследователь подземной жизни орхидей Герман Цигеншпек (H. Ziegenspeck), опубликовавший в 1936 году огромную и исключительно ценную книгу, считал, что это развитие протекает крайне медленно и занимает в некоторых случаях (например, у представителей рода *Ладьян*) до шести, а у представителей рода *Дремлик* и до девяти лет. Цигеншпек придерживался взгляда, что микосимбиотрофный способ получения органических веществ сам по себе низкоэффективен и, во всяком случае, сильно уступает фотосинтезу. В доказательство он приводил тот факт, что гнездовка и ладьян после цветения и плодоношения, как правило, погибают, израсходовав все ресурсы на репродукцию.

С этой точки зрения питание лосося тоже малоэффективно, ведь и он расходует на нерест все накопленные в течение жизни ресурсы! Но тут мы ступаем на очень скользкую почву демагогии, и я это полностью осознаю.

Можно ли что-то поделать в этой ситуации?

Можно попробовать судить о продолжительности подземной жизни орхидей по косвенным признакам. Так, клетки корней и протокормов орхидных, заселенных грибами в текущем году (а у взрослых, фотосинтезирующих экземпляров время возникновения



Дремлик сосочковый, ювенильное растение

корней можно определить достаточно точно), отличаются от клеток, заселенных годом и двумя годами ранее. Для бесхлорофилльных видов, представители которых цветут по большей части единственный раз в жизни, можно проследить за динамикой численности цветущих (генеративных) особей.

И вот эти-то косвенные данные раз за разом говорят о том, что на самом деле продолжительность подземного периода развития меньше, чем считается. Например, у дремлика сосочкового ювенильные растения (с первым в их жизни автотрофным побегом) очень крупные: высокий, 7–18 сантиметров, стебель несет до пяти фотосинтезирующих листьев с листовыми пластинками. Можно было ожидать, что для выращивания такого крупного побега растению надо очень долго копить питательные вещества, но изучение срезов корней наводит на мысль, что на самом деле этот процесс занимает всего два-три года. И даже ладьян трехнадрезный, у которого, как уже говорилось, вся жизнь вплоть до формирования соцветия протекает под землей, развивается быстрее: в популяции, за которой я



Дремлик сосочковый

наблюдала в течение нескольких лет, вспышка численности цветущих растений повторилась через четыре года после предыдущей.

Во всяком случае, подземная жизнь орхидей нуждается в дополнительном изучении, и я точно знаю, что здесь возможны самые невероятные открытия. Возможно, надо просто отбросить предубежденность и писать только о том, что видишь сам?

И вот тут я понимаю, что желаю недостижимого. Потому что ирония ситуации — как я ее вижу — заключается в том, что к чему-то подобному призывал когда-то Альберт Великий. Прославленный алхимик, астролог и теолог очень хотел освободить научные труды своего времени от груза не слишком проверенных, а иногда и абсурдных утверждений, и все же многие вещи, казавшиеся ему бесспорными, сейчас вызывают улыбку. Чего стоит, например, его рассуждение о том, что из желудей могут вырастать березы, поскольку всем известно, что вырубленную дубраву замещает березняк.





Мудрость и долголетие попугаев

Кандидат биологических наук
Н.Л. Резник

Перспективный объект

Попугаи — не дураки, о нет! Их интеллектуальные способности в некоторых случаях не уступают способностям человекообразных обезьян, а порой и превосходят их. Например, африканские серые попугаи *Psittacus erithacus* (жако) по звуку судят о том, есть ли орех в закрытом контейнере. А поскольку контейнеров в эксперименте было два, и один из них непременно с орехом, попугаи быстро поняли, что если одна из емкостей тиха и пуста, то лакомство находится в соседней и можно ее смело открывать без предварительного прослушивания. Это задание рассчитано на трехлетних детей, обезьянам оно не всегда по силам, даже после тренировки, а попугаи справились практически без подготовки. Эти птицы прекрасно обучаются, в том числе перенимают новые двигательные навыки. Один жако по кличке Алекс умел обозначать звуками более ста объектов, различных по цвету, форме и материалу; попросить что-либо («я хочу орех») и определять количество предметов. Если предложить ему две группы предметов и показать карточку с некоторым числом точек, он выбирал группу, в которой предметов столько же, сколько точек на карточке. В лаборатории жако научились действовать сообща и вытаскивали лоток с лакомством, потянув за концы веревки, что было возможно лишь в случае, когда тянули двое.

Новозеландские попугаи кеа *Nestor notabilis* умеют открывать разные типы задвижек; без тренировки понимают,

НАУЧНЫЙ КОММЕНТАТОР

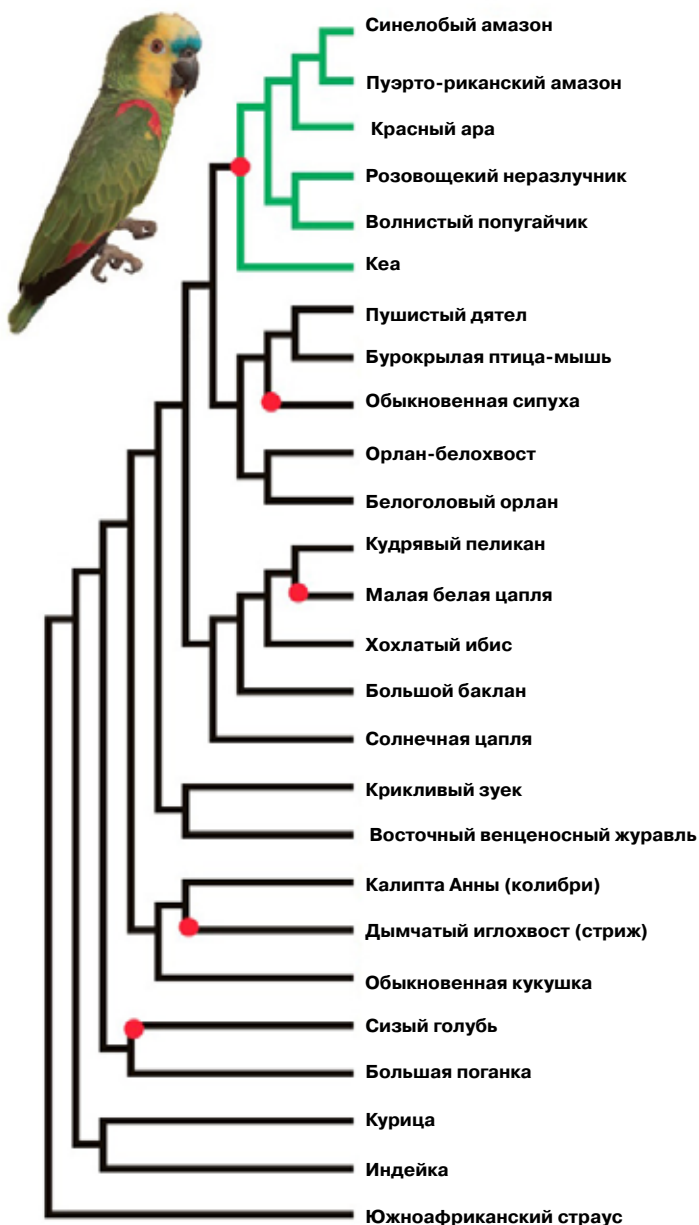
за какую из перекрещенных разноцветных ниточек надо потянуть, чтобы получить лакомство; в лаборатории при необходимости могут использовать палку, хотя в естественных условиях этим предметом не пользуются: держать палочку изогнутым клювом им неудобно.

Помимо недюжинных когнитивных способностей, попугаям присущи и другие черты, которые у приматов обычно считаются отличительными признаками развитого интеллекта: сложная социальная организация, позднее взросление и долголетие. Попугаи живут существенно дольше, чем другие птицы сходного размера. К тому же у них чрезвычайно велик относительный размер переднего мозга, особенно если учесть весовые ограничения для летающих животных. Он сопоставим с передним мозгом врановых (ворон, воронов и соек) — признанных интеллектуалов птичьего мира, а среди млекопитающих с ним сравнится только мозг шимпанзе, горилл и орангутанов. Правда, птичьи полушария, в отличие от большинства млекопитающих, гладкие, борозд и извилин на них нет. Зато плотность нейронов в переднем мозге попугаев очень высока, как и у приматов, и в нем есть специализированные области, ответственные за обучение звукопередаче (знаменитая способность попугаев имитировать звуки не врожденная, ей нужно учиться, и птицы с этой сложной задачей справляются). Все эти особенности, а прежде всего сходство с человекообразными обезьянами, интригуют ученых, которые сочли попугаев прекрасной моделью для исследования эволюции сложных признаков.

За эту работу взялись специалисты Бразилии и Соединенных Штатов под руководством бразильца Клаудио Мелло, в настоящее время профессора Орегонского университета здоровья и науки в США (*Current Biology*, 2018; doi: 10.1016/j.cub.2018.10.050). Сейчас подобные исследования проводят, сравнивая геномные последовательности разных видов. И ученые начали с расшифровки генома синелобого

амазона *Amazona aestiva*. ДНК секвенируют по кусочкам, а потом складывают расшифрованные фрагменты, как пазл. Чем больше прочитано фрагментов, тем сильнее они перекрываются, тем точнее получается общая картина. И хотя к началу работы Мелло и его команды уже были опубликованы геномы нескольких видов попугаев, лишь геном волнистого попугайчика расшифровали достаточно подробно. Поэтому исследователи не ограничились литературными данными и сами взялись за секвенирование.

Объект они выбрали не случайно. Синелобый амазон — символ бразильского птичьего мира. Это крупная, красивая, говорливая птица, и потому ее часто держат в клетках как домашнего любимца. Зато на воле попугая преследуют из-за ущерба, который он наносит фруктовым садам и маисовым плантациям. К тому же численность синелобого амазона сокращается из-за роста городов и расширения сельскохозяйственных угодий, поэтому изучение его генома件 полезно для сохранения вида.



Виды птиц, использованные для анализа генетики долголетия. Долгоживущие виды отмечены кружком. На фотографии изображен Мозес

Попугай, отдавший несколько капель своей крови для выделения ДНК, самец по кличке Мозес, появился на свет в 2003 году в экопарке Вале Верде. Его родители родом из Южной Бразилии. Кровь у птицы взяли в 2013 году, и на момент написания статьи Мозес был еще жив. Сравнение генома синего амазона с геномами 29 видов птиц, в том числе нескольких попугаев, позволило обнаружить множество последовательностей, которые, возможно, влияют на продолжительность жизни и когнитивные способности попугаев. Начнем с долголетия.

Теломеры или окисление?

Продолжительность жизни позвоночных зависит от их размера: более крупные живут дольше. Профессор Франкфуртского университета Роланд Принцингер собрал литературные данные о максимальной продолжительности жизни 821 вида птиц в естественных условиях и 131 вида в неволе и установил, что соотношение между сроком жизни в годах (A) и массой тела в граммах (M) можно описать формулами $A = 4,75 \times M^{0,17}$ в природе и $A = 5,1 \times M^{0,23}$ в неволе («Comparative Biochemistry and Physiology», 1993; doi: 10.1016/0300-9629(93)90260-B). При этом некоторые куры и дятлы живут меньше расчетного срока, а чайки, ястребы, попугаи и совы — существенно дольше. Максимальная продолжительность жизни птицы из семейства попугаевых составляет в среднем 25 лет, синелобый амазон при массе 400–500 г должен в неволе жить немногим более 20 лет, однако доживает до шестидесяти шести, и есть сообщения о птицах, перешагнувших 90-летний рубеж.

Ученые выбрали для анализа виды с расшифрованными геномами и достоверно установленным максимальным сроком жизни. Среди них были птицы, живущие по крайней мере на 20% дольше ожидаемого, и виды, долголетие которых соответствует расчетному (см. рис). В группу долгожителей, помимо попугаев, попали сизый голубь, дымчатый иглохвост, малая белая цапля и сова сипуха. Важно, что родство этих птиц весьма отдаленное и долголетие у них возникло независимо.

Сравнение геномов выявило более четырех тысяч генов, доставшихся всем птицам от общего предка. Последовательности этих генов у разных видов эволюционировали по-разному и с разной скоростью. Среди них исследователи обнаружили 344 гена (8%), которые у долгоживущих птиц эволюционировали быстрее, чем у обычных. Причем 281 последовательность в ходе эволюции активно менялась, а 63 гена оказались консервативными, они испытали сильное действие стабилизирующего отбора. Двадцать генов из этих 344 у всех животных известны как гены долголетия. Самый известный среди них — ген *TERT*, кодирующий фермент теломеразную обратную транскриптазу. Это ключевой фермент теломеразного комплекса, который продлевает жизнь клеток. Напомним, что теломеры — концевые некодирующие участки хромосом, которые из-за особенностей репликации ДНК несколько укорачиваются при каждом клеточном делении. Когда теломеры достигают некоторой критической длины, деление клетки прекращается. На этом основана теломерная теория старения. Теломераза наращивает теломеры и, следовательно, защищает клетки от старения. Чем активнее фермент, тем надежнее защита.

У теломерной теории старения много критиков, однако известно, что у зебровой амадины из семейства вьюрков, живущей всего 5 лет, и древесной американской ласточки, которой отмерено 11 лет, активность теломеразы в костном мозге высока в юности, но с возрастом резко снижается. А у речной крачки (27 лет) и северной качурки (36 лет) активность фермента высока на протяжении всей жизни («Annals of the New York Academy of Sciences», 2004; doi: 0.1196/annals.1297.029).

По данным Клаудио Мелло и его коллег, у попугаев и других долгоживущих птиц отбор усиливал каталитическую активность белка TERT. Однако высокая активность теломеразы увеличивает вероятность неконтролируемого деления клеток. В попугайском геноме этот аспект учтен, и действию отбора подвергались также гены *BUB1B*, *BUB3*, *KIF4A*, *KIF1BP* и *CCNE1*, которые регулируют деление клеток и развитие опухолей. Таким образом, сбалансированная совместная эволюция последовательностей, усиливающих активность теломеразы и регулирующих клеточное деление, может предотвращать повышенный риск образования опухолей у долгоживущих птиц.

Попугаи и другие птицы-долгожители подвергаются стабилизирующему отбору по генам *SOD1* и *SOD3*, которые участвуют в защите клеток от окислительного стресса. У видов с ожидаемой продолжительностью жизни эволюция меньше печется о постоянстве данных последовательностей. Эти результаты согласуются с другой гипотезой старения, свободно-радикальной, согласно которой долголетие животных зависит от того, насколько надежно их клетки защищены от окислительных повреждений, нанесенных свободными радикалами. Правда, эту гипотезу поставили под сомнение австралийские ученые. Они сравнивали три вида попугаев и два вида перепелов, которые живут не дольше пяти с половиной лет, и не смогли обнаружить разницу между уровнями окислительных повреждений в тканях долго- и короткоживущих видов («Experimental Gerontology», 2012; doi: 10.1016/j.exger.2011.11.014). Исследователи пришли к выводу, что долговечность попугаев, по-видимому, не зависит от накопления окислительных повреждений и работы антиоксидантных механизмов. Однако Клаудио Мелло и его коллеги убеждены, что защита от окислительного стресса все же важна для долголетия, иначе ее обеспечение не было бы таким важным направлением эволюции попугаев.

Из 344 генов, которые подвергаются усиленному отбору у долгоживущих видов, подавляющее большинство контролируют деление клетки, сплайсинг и процессинг РНК (этапы созревания молекулы РНК), участвуют в восстановлении поврежденной ДНК, определяют функции митохондрий и окислительный метаболизм, регулируют апоптоз. Причинно-следственная связь между работой этих генов и продолжительностью жизни пока не вполне ясна, их раньше не считали связанными со старением, но, поскольку они подвергаются сильному отбору у долгоживущих видов, ученые сочли их ответственными за долголетие.

До сих пор речь шла о последовательностях, которые присутствуют у всех видов позвоночных. Однако в геноме синелобого амазона ученые обнаружили специфические попугайские гены и предположили, что именно они определяют развитие мозга и когнитивные способности этих птиц.

Гены познания

Новые гены часто возникают в результате удвоения старых. При этом одна последовательность продолжает выполнять прежние функции, а «дублер» приобретает новые. В большинстве случаев можно понять, какие гены послужили предками новообразованных. У попугаев большинство дубликаций затронули гены, которые определяют когнитивные способности. Самый важный из них, пожалуй, это *PLXNC1*. У людей, попугаев, колибри и певчих птиц он регулирует рост аксонов и активен в областях коры мозга, ответственных за вокальное обучение. Но только у попугаев этот ген дублирован. Исследователям предстоит выяснить, какие функции выполняет вторая копия.

Исходные последовательности других попугайских генов, *CEP83*, *SLC9A5* и *RSPH3*, регулируют структуру нервных клеток, строение актинового цитоскелета, скопление микротрубочек и другие признаки, нарушение которых может привести к расстройству когнитивных функций.

Еще один дублированный ген, *LRR37A*, относится к большому семейству генов, вовлеченных в развитие иммунной и нервной систем. Это очень древняя последовательность. Интересна ее судьба у млекопитающих. Первоначально *LRR37* присутствовал в их геноме в одной копии и работал в семенниках. Однако у приматов число копий стало увеличиваться, и чем выше они поднимались по эволюционной лестнице, тем больше копий обретали («Genome Research», 2013; doi: 10.1101/gr.138842.112). У человека и человекообразных обезьян их в несколько раз больше, чем у макака. Некоторые последовательности приобрели новые, видоспецифические функции. У гоминид *LRR37* экспрессируется уже во многих тканях, особенно в мозжечке, селезенке и тимусе. Белки семейства *LRR37* расположены на плазматической мембране и, возможно, участвуют в регуляции передачи сигналов, роста и деления клеток. Функции этих генов еще предстоит выяснить. Замечательно, что копияность *LRR37A*, гена прогресса приматов, стали наращивать и попугаи.

Помимо последовательностей, кодирующих белки, отбор действует и на регуляторные элементы. Ученые исследовали ультраконсервативные регуляторные последовательности, которые должны быть у всех видов постоянны, и обнаружили, что некоторые из них у попугаев все-таки изменились. Эти последовательности регулируют работу 11 кодирующих генов, и 10 из них так или иначе связаны с работой мозга, в том числе с развитием переднего мозга, образованием разных подтипов нейронов и нейрогенезом у взрослых. Девять из этих генов экспрессируются в мозге волнистого попугайчика. Семь из них, по-видимому, и у человека, подвергались особому отбору, поскольку консервативные элементы, регулирующие их работу, у человека отличаются от аналогичных последовательностей человекообразных обезьян и прочих млекопитающих.

У человека некоторые из этих генов связаны с нарушением когнитивных функций. Так, мутации в гене *AUTS2* приводят к аутизму, нарушениям интеллекта, задержке развития и дефициту речи. Высока вероятность, что этот ген влияет на эволюцию когнитивных способностей. Нарушения в другом гене, *NPAS3*, вызывают шизофрению и умственную отсталость, а делеция в гене *BCL11A*, регулирующем ветвление аксонов и рост нейронов, приводит к порокам развития мозга и умственной отсталости. Еще два гена, *ERBB4* и *ESRRG*, связаны с риском развития шизофрении.

Поскольку специфические «попугайские» изменения в консервативных регуляторных последовательностях в большинстве случаев повлияли на работу генов, которые отвечают за когнитивные способности и подвергались сходному отбору в ходе эволюции человека, исследователи предположили, что эволюция развития мозга и когнитивных способностей у людей и попугаев происходила конвергентно.

Возможно, эволюционные параллели людей и попугаев возникли благодаря параллелям экологическим. Попугаи издавна жили бок о бок с приматами и до сих пор так живут. Многие попугаи всеядны, кеа, например, едят жирные, белковые и углеводные продукты, найденные в поселениях человека. Подобно человекообразным обезьянам, попугаям (как и многим другим птицам, впрочем) приходится потрудиться над добычей: освобождать моллюсков от раковины, а некоторые плоды — от кожуры.

По мнению Клаудио Мелло и его коллег, конвергенция попугаев и гоминид позволяет по-новому взглянуть на генетику и эволюцию продолжительности жизни и познания и делает попугаев превосходной экспериментальной моделью для изучения генетических основ этих процессов. А сравнение человека с попугаем не обидно, а даже лестно. Оно означает, что человек мудрый и долголетный.



Наследник

Андрей Вознин

Художник С. Дергачев



Три дня ожидания в бесконечной очереди позволили хорошо рассмотреть все картины, развешанные по стенам коридоров. Мне понравились круги и спирали. Треугольники выглядели угрожающе, а квадраты и более сложные фигуры вызвали переутомление обилием углов. Жена была в восторге от точек и прямых линий. Что, впрочем, и неудивительно, учитывая ее умственные способности. Вернее сказать, их отсутствие.

Наконец подошел и наш черед сделать шаг в новую жизнь. Кабинет, куда мы, едва сдерживая волнение, вошли, действительно был огромных размеров. Там легко помещались стол, кушетка и пара шкафов, набитых бумагами и пластиком карточек. И барышня-врач. Мы с женой переглянулись, видимо одновременно подумав о нашей уютной квартирке. Сели на предложенные стулья.

— Приветствую, я ваш консультант-генетик и помогу сформировать облик будущего ребенка.

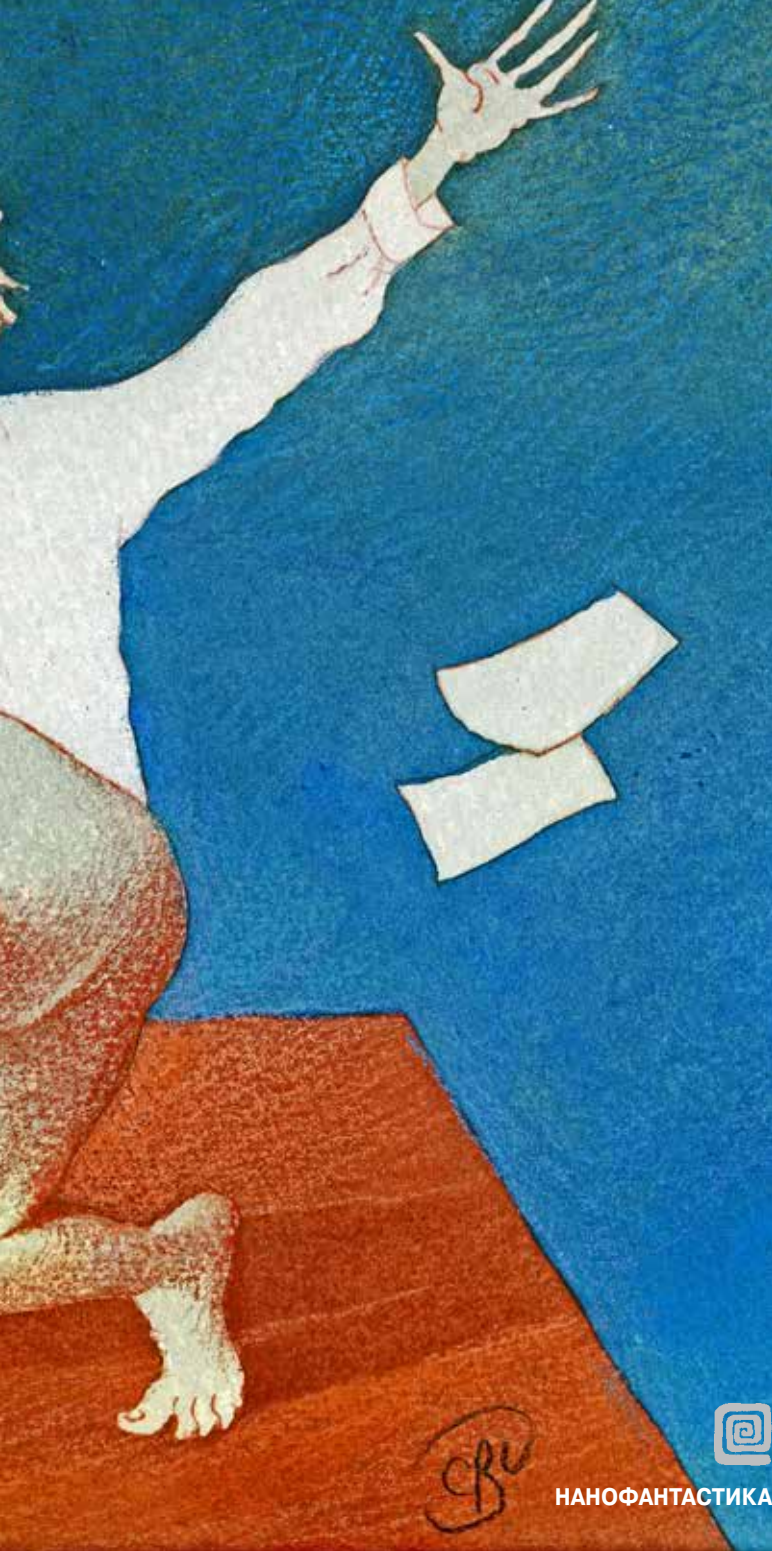
Я хитро подмигнул жене — у нас он продуман еще в те давние времена, когда только подали заявку на сертификат. А сколько счастливых вечеров прошло за обсуждением первенца!

— Во-первых, определим ваш социальный статус.

Врач взяла сканер и быстро считала наши штрихкоды. Посмотрела в компьютер, что-то набрала, кивнула сама себе.

— А теперь, — барышня передала несколько красных пластинок с гербами-титулами, — выберите знак статуса для ребенка.

Эх! Красота какая! Я с завистью посмотрел на гербы. Еще совсем недавно печатали только примитивные черно-белые штрихкоды, а тут сразу можно выбирать из более трех ва-



риантов. Наследник будет гордо носить свой знак с самого рождения. Жена попыталась завязать небольшой спор, но я пресек попытку в зачатке: как-никак мужчина здесь один, и мне виднее, с каким знаком статуса на лице сыну комфортнее будет жить. Все-таки молодежные группировки и все такое. Правда, взамен пришлось пообещать, что женские украшалки для дочери — тыфу-тыфу, заявка лежит уже три года — она выберет единолично. Небольшие крылышки настроения благодарно затрепетали на ее скулах.

— Та-ак, основные физические параметры уже заложены в карте статуса и являются опциями по умолчанию. Можете выбрать уровень интеллекта.

Супруга залилась румянцем на вживленном в запястье экране коммуникатора:

— А какой диапазон разрешен?
Врач быстро глянула в обходную карту:
— Любой. Красного спектра.
— Тогда оранжевый, — отрезал я. Всегда мечталось, чтобы мои дети были умнее родителей.

— Имейте в виду, что завышенное ай-кью в пубертатный период может послужить причиной неврологической симптоматики и даже привести к преждевременному суициду. Конечно, выбор интеллекта — это одна из защищаемых государством свобод гражданина, но стоит и прислушаться к неутешительной статистике детских самоубийств в корреляции с ай-кью.

Незнакомые слова сбивали с толку, но все-таки интуитивно догадался, что лишние мозги только помешают счастливо прожить трудовую жизнь до священного ритуала окончательного решения пенсионного вопроса.

Жена грустила, тихо смахивая крылышками капельки, сочащиеся из уголков ее бордовых глаз.

— У вас неограниченный выбор по дополнительным физическим параметрам — структура волос, черты лица. Каким спортом будет заниматься сын?

— Бокс, как и его отец, — скромно пояснил я, продемонстрировав уродливый, разбитый в хлам еще в юношестве кулак.

— Значит, усилим лобную кость, надбровные дуги, нос углубим в череп, изъяв хрящевые составляющие. Укрепим кистевые суставы. Еще?

— Ноги должны быть короткие с мощными бедренными мышцами, для хорошей тяги, и широкими ступнями полуметрового размера, для лучшего сцепления с поверхностью. На ладони желательно кожу покрепче. — Я показал свою огромную, как лопата, ладонь, всю в толстенных мозолях.

Я надиктовывал, а врач, не отрывая от монитора левую пару глаз, быстро печатала тонюсенькими, словно тростиночки, пальчиками.

— А возможно нарастить на спине тройной слой кожи? — вспомнил я недавнюю гонку за планом.

Врач перевела на меня все свои пары желто-зеленых глаз, макияжные антенки изящных усиков на голове при этом замысловато свивались, отвлекая внимание. Все-таки эмоциональные крылышки жены мне нравились больше.

— Не поняла. — Она заглянула в стат-карточку. — Отрасль — энергетика, профессия — крутящий? Это что такое?

— Хм, как вам объяснить. — Я почесал шею. — В турбинном зале стоит вертикально ротор, вставляешь в него персональную вымбовку и вращаешь.

— А-а-а, поняла. — Быстро пролистала что-то в компьютере. — Спина же используется для стимулирования выработки энергии? Нет, не могу. Показатель спинного эпидермиса низовых работников энергостанций регламентирован ГОСТом.

Я повел плечами. Черт бы побрал эту промышленную безопасность, все-таки кнут нашего помощника главного энергетика был излишне жесток. Лучше бы на него ГОСТ установили.

— А теперь смотрите. — Врач торжественно щелкнула пальчиком по клавиатуре, и над поверхностью стола прямо в воздухе проявилась небольшая светящаяся фигурка нашего малыша.

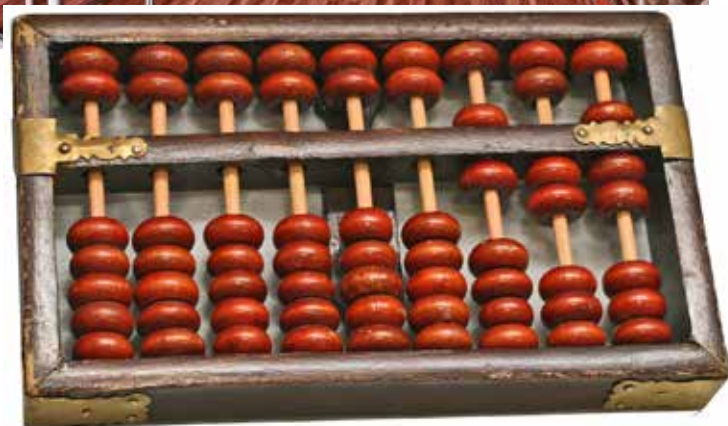
Жена тихо застонала, я смахнул слезу. Сынуля будет красив.

Когда вышли из территориального Центра планирования семьи, сокращенно — «Террария», жена плакала. Я приобнял ее за мягкие, как подушка, плечи. Мы оба были счастливы. Прекрасному миру — прекрасные дети.



Музей истории вычислительной техники

Дмитрий Златопольский,
кандидат технических наук,
руководитель музея



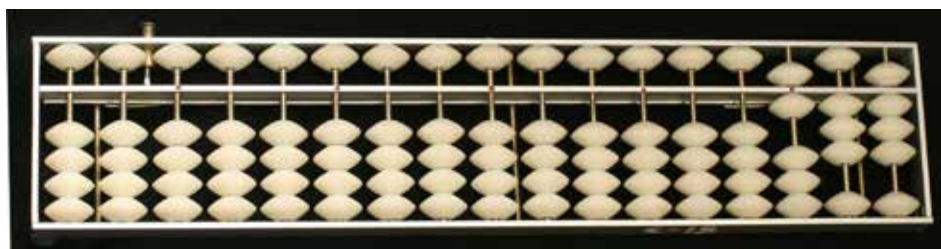
В московской школе № 1530 «Школа Ломоносова» уже более 15 лет существует музей истории вычислительной техники. В его экспозиции — более 300 экспонатов, наглядно демонстрирующих основные этапы долгого и сложного пути развития вычислительных средств. От примитивных счетных приборов, использовавших камешки, фруктовые косточки, узелки на веревках до электронных вычислительных машин — калькуляторов и компьютеров.

Китайские счёты (суаньпань). На приборе «цифры» в каждом разряде откладывались перемещением костяшек к внутренней перекладине. Для откладывания «цифр» от 1 до 5 использовались ближние костяшки (5 штук). Чтобы отложить «цифры» 6, 7, 8 и 9, использовалась одна из двух дальних костяшек (соответствовала 5) и недостающее количество верхних. На рисунке отложено число 627.

Все началось в далеком 1996 году, когда автор этих строк увидел в одном из букинистических магазинов арифмометр и вспомнил студенческие годы и расчеты на этом механическом счетном приборе.

Середина 90-х годов — это было время, когда широкое распространение стали получать персональные компьютеры, а значит, уходила в прошлое большая эпоха в развитии вычислительной техники, длившаяся несколько десятилетий. И я понял, что нужно сохранить как можно больше свидетельств этой эпохи. Стал ездить по заводам, институтам, так называемым «почтовым ящикам». Кстати, знает ли современная молодежь, что это такое? При рассказе о поисках экспонатов, на мой вопрос учащиеся всегда отвечают: «Да, конечно, — это то, что висит для вкладывания в него почты...»

Привлек знакомых, соседей, родственников, коллег. Писал письма в другие города. Студентка из Китая привезла старинные китайские счёты

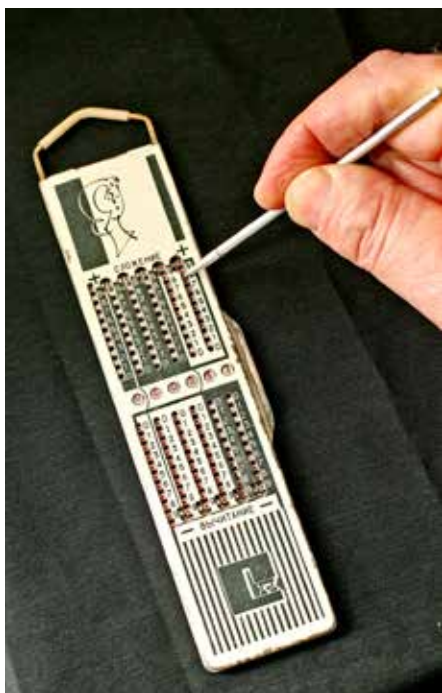


Японские счёты (соробан). Прибор был разработан на основе китайского варианта и имеет меньшее количество костяшек в каждом разряде. На рисунке отложено число 638.



*Логарифмический круг (начало XX века).
На нем возможны действия умножения и деления*

«суаньпань», знакомый — старинные японские счёты «соробан». Будучи на Украине, я привез оттуда один из первых отечественных калькуляторов весом более 10 кг. Предметы и документы, относящиеся к истории вычислительной техники, приходили из Минска, Пензы, Еревана и других городов, в которых разрабатывались и выпускались ЭВМ первых поколений. Часто приходилось слышать в ответ на вопрос о старых вычислительных устройствах: «Где же вы



Счислитель Куммера — прибор, в котором автоматически единица переходит в старший разряд при сложении и заимствуется при вычитании; на счётах считающему эти операции приходилось проводить вручную. Был разработан в середине XIX века жителем Петербурга Генрихом Куммером

раньше были — все списали и выбросили». Не обходилось и без курьезов. Один из школьников рассказал, что у его бабушки имеются большие старые счёты. Я попросил передать их в музей. На следующий день ученик говорит: «Бабушка счёты не отдала. Она на них ноги массирует...» Но все же многое удалось достать и представить в экспозиции музея, который торжественно открылся 12 декабря 2003 года.

Разделы экспозиции музея:

Простейшие вычислительные устройства (русские, китайские и японские счёты и тому подобное).

Первые вычислительные машины.

Логарифмические линейки и круги.

Арифмометры (ручные, полуавтоматические и автоматические).

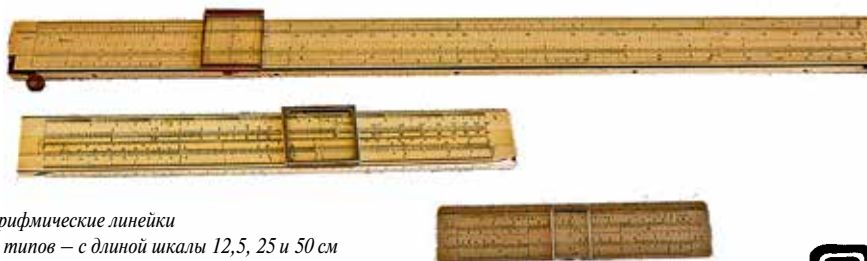
Детали электронно-вычислительных машин I-III поколений (носители информации, элементы памяти и др.).

Отечественные калькуляторы.

Отечественные персональные компьютеры.

Специализированные вычислительные линейки и устройства.

Вычислительные таблицы.



Логарифмические линейки трех типов — с длиной шкалы 12,5, 25 и 50 см (последний вариант в СССР не выпускался). В основе прибора лежали свойства логарифмов. Основные выполняемые операции — умножение, деление, возведение в квадрат и куб, извлечение квадратного и кубического корней, определение значений синуса и тангенса, а также логарифма. Точность вычислений составляла 3–4 знака после запятой



Полуавтоматический арифмометр ВК-1. Его особенность в том, что множимое «набиралось» с помощью клавиш.

Коллекция советских электронных калькуляторов (около 100 моделей)



Электромеханический калькулятор «Быстрица» (один из немногих отечественных калькуляторов такого типа)



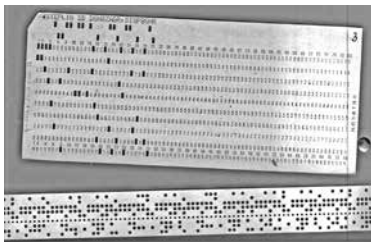
Один из первых советских электронных калькуляторов весом 12 кг



МУЗЕЙ



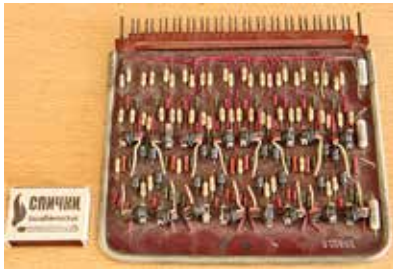
Арифмометр «Брунсвига» (механический счётный прибор, конец XIX — начало XX вв.). Назван так, поскольку выпускался по патенту изобретателя Вильгельма Теофиловича Одера в Германии в городе Брауншвейге. В СССР арифмометры выпускались в основном под маркой «Феликс».



Перфокарта (перфорированная карта) и перфолента (перфорированная лента) — носители информации в ЭВМ первых поколений. На них информация представлялась в двоичном виде с помощью отверстий (отверстие соответствовало единице, его отсутствие — нулю)



Калькулятор «Электроника МК-90» — «вершина» советского калькуляторостроения. Имел графический дисплей и многофункциональную клавиатуру (на корпусе имеется надпись: «Персональный компьютер»). Его цена в 1990 году была 1500 рублей (была равна стоимости мотоцикла «Урал»).



Деталь процессора советской ЭВМ БЭСМ-6. На момент своего создания в 1968 году эта ЭВМ была самой быстрой действующей в Европе — скорость вычислений составляла 1 млн операций в секунду. Процессор современного настольного персонального компьютера имеет размеры в несколько сантиметров и производительность порядка 10^{11} операций в секунду



Ламповый триггер (устройство для хранения 1 бита информации). На переднем плане показана пластина оперативной памяти современного персонального компьютера емкостью более 100 миллиардов бит



Первые съемные носители информации — пакетные магнитные диски, использовавшиеся в ЭВМ серий ЕС и СМ. Диски развозили по вычислительному центру на специальных тележках. Интересно, что отдельные диски из пакетов «умельцы» использовали для изготовления телевизионных антенн



Профессиональный советский персональный компьютер (микроЭВМ) «Искра 226». Слева — дисковод для двух гибких магнитных дисков (дискет) диаметром 8 дюймов. Общий вес системного блока с встроенным монитором, клавиатуры и дисковода для дискет составлял более 50 кг



Миниатюрный калькулятор с функциями секундомера, таймера и будильника (разъем справа в задней части — точилка для карандашей)



Гибкие магнитные диски (так называемые «дискеты») — съемные носители информации в персональных компьютерах. Применялись дискеты трех видов — диаметром 8, 5,25 и 3,5 дюйма. На первых вариантах дискет диаметром 8 дюймов можно было записать 80 килобайт информации

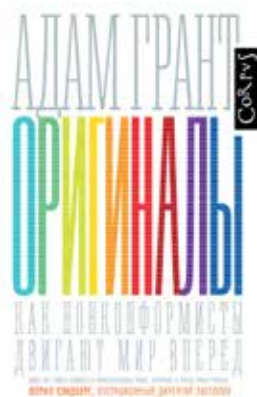
Отличительной особенностью музея является то, что многие экспонаты можно взять в руки, а на некоторых — даже поработать.

Музей регулярно посещают учащиеся средних школ Москвы и Московской области, студенты вузов и колледжей, гости Москвы. Приглашаем в музей всех желающих.



Коллекция отечественных бытовых персональных компьютеров (более 20 моделей).

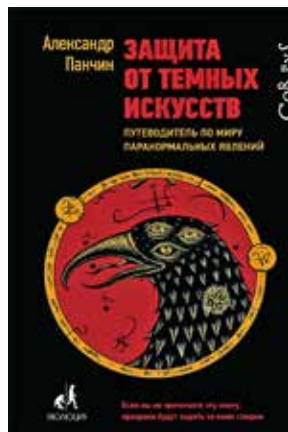
Адам Грант
Оригиналы.
Как неконформисты
двигают мир вперед
Перевод с английского:
Татьяна Азаркович.
М.: АСТ : Corpus,
2019



КНИГИ

Придумать хорошую идею не так уж трудно — гораздо сложнее выбрать лучшую из множества идей. Построить мощную корпоративную культуру нелегко — но гораздо труднее изменить ее, если она перестала соответствовать изменившимся обстоятельствам. Стоит дважды подумать, прежде чем выступить с критикой начальства — но есть компании, где такая критика поощряется. Адам Грант, профессор Уортонской школы бизнеса и специалист по психологии менеджмента, рассказывает, каким образом люди с оригинальным мышлением могут преодолеть групповое мышление и круговую поруку, отличить излишний оптимизм от разумного риска — и в результате изменить мир.

Александр Панчин
Защита от темных искусств
М.: Corpus,
2018



Эта книга об экстрасенсах и биолокации, астрологии и магии, демонах и кошмарах, левитации и телекинезе, свободе воли и чтении мыслей, смертельных проклятиях и целительстве, выходе из тела и ауре, смерти и воскрешении из мертвых и еще о многом другом, что связывают с миром паранормальных явлений. Перед вами научно-популярный рассказ об исследованиях всего мистического и о причинах, по которым вера в сверхъестественное столь привлекательна для многих людей.

Карло Ровелли
Семь этюдов по физике
Перевод с английского:
Алёна Якименко
М.: Corpus,
2018



Карло Ровелли — физик-теоретик, один из создателей теории петлевой квантовой гравитации, автор научно-популярных книг. «Семь этюдов по физике» стали бестселлером номер один в Италии и переведены более чем на сорок языков. Ровелли кратко и красочно рассказывает о Вселенной, о том, как физика XX века преобразила наше знание о мире и какие вопросы еще предстоит разрешить. «Семь этюдов по физике» — окно, через которое даже неподготовленный читатель может взглянуть на теоретическую физику.

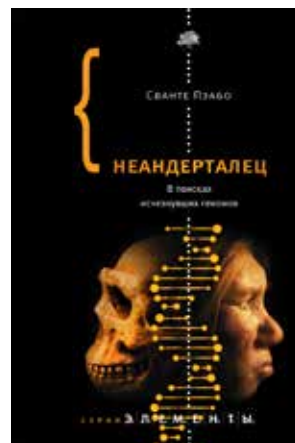
Атул Гаванде
Все мы смертны.
Что для нас дорого
в самом конце и чем тут
может помочь медицина
Перевод с английского:
Анастасия Бродоцкая.
М.: АСТ : Corpus,
2019



Это книга о старении, смертельной болезни, смерти — то есть о вещах, которых мы так боимся, что стараемся вообще не думать о них. Автор, знаменитый американский хирург Атул Гаванде, уверен, что прятать голову в песок неправильно: смерть — часть жизни, ее естественное завершение, именно в таком качестве ее следует принимать. Беда в том, что старость и умирание в современной культуре проходят по ведомству медицины, которая считает смерть просто фатальным техническим сбоем. Не пытаюсь понять, что на самом деле важно и ценно для человека в последние месяцы, недели и дни его жизни, мы испытываем на больном все новые способы лечения — столь же мучительные, сколь и бесполезные. Как изменить эту ситуацию? Как найти нужные слова для близких, чья жизнь подходит к концу? Как научиться правильно относиться к смерти?

Книга издана при поддержке фонда «Эволюция».

Сванте Пэабо
Неандерталец.
В поисках исчезнувших геномов
Перевод с английского:
Елена Наймарк
М.: Corpus,
2018



Шведский генетик Сванте Пэабо давно лелеял мечту, казавшуюся несбыточной: выделить ДНК из египетских мумий. Юношеская одержимость повела его тернистым путем — через мучительный научный поиск, борьбу за чистоту экспериментов и интеллектуальную честность, дипломатические маневры и бюрократические войны... И завела намного дальше в глубину веков, к прочтению неандертальского генома. «Неандерталец» — не только увлекательный рассказ о сенсационном прорыве, но и документ, фиксирующий важную веху в истории науки: становление палеогенетики, новой дисциплины, позволяющей методом исследования древних ДНК восстанавливать картину эволюции нашего вида в таких подробностях, о каких мы раньше не смели и мечтать.

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

Рододендрон, продлевающий жизнь

Современный человек напоминает кэрролловского Белого Кролика: постоянно спешит, ничего при этом не успевает и потому отчаянно нуждается в средствах, снимающих усталость и придающих силы. Чаще всего в этих целях используют продукты, содержащие кофеин, однако этот алкалоид имеет нежелательные побочные эффекты, а систематическая передозировка приводит к развитию зависимости и даже отравлению (см. «Химию и жизнь», 2013, 2). К счастью, природа припасла для нас стимуляторы без кофеина. Большой популярностью сейчас пользуются побеги рододендрона Адамса (*Rhododendron adamsii*), известного также под названием саган дайля, что в переводе с бурятского означает «продлевающий жизнь».

Рододендроны относятся к семейству вересковых и состоят в родстве с багульником, клюквой, черникой и брусникой. Современная медицина насчитывает среди них по меньшей мере девять лекарственных видов: рододендроны золотистый, даурский, мелколистный, кавказский, желтый, понтийский, Смирнова, Унгерна и Адамса. Это ветвистый вечнозеленый кустарничек высотой не более полуметра, с мелкими продолговатыми кожистыми листочками. На нижней стороне листочков и на молодых веточках множество желёзок, старые побеги покрыты серой морщинистой корой. Рододендрон Адамса произрастает на каменистых склонах на высоте 1200–2500 м, любит холод и влагу. Цветет в июне-июле, его мелкие розовые цветки собраны в соцветия по 7–15 штук. В августе образуются плоды-коробочки. Саган дайля растет очень медленно, особенно в первые три — пять лет, и встречается редко. Он внесен в Красные книги Бурятии и Магаданской области. Тем не менее купить его листья и побеги — не проблема. Производители утверждают, что саган дайля нормализует артериальное давление, снимает головную и суставную боль и похмельный синдром, выводит камни из почек, благотворно влияет на мочеполовую систему и замедляет процессы старения.

Эти обещания основаны на многовековой традиции. Коренные жители Бурятии и Монголии используют саган дайля как тонизирующее средство, лекарство при сердечных и желудочно-кишечных заболеваниях, простудах и ревматизме, а также как мочегонное. Сибирские охотники называют рододендрон Адамса душистым прутком и пьют отвар из листьев, чтобы снять усталость. Даже официальная медицина признает целебное действие его настоек и отваров. Еще в середине прошлого века советские ученые обнаружили, что спиртовые вытяжки из листьев растения убивают некоторые патогенные кишечные бактерии, в том числе холерный вибрион и протейобактерии, а также дифтерийную палочку. В наше время свойства саган дайля продолжают исследовать в нескольких научных центрах России и Белоруссии, преимущественно в Иркутском государственном медицинском университете.

Рододендрон Адамса — душистое растение, следовательно, оно должно синтезировать эфирное масло, которое, как правило, обладает антимикробным действием и расширяет сосуды. И действительно, эфирное масло накапливается в желёзках, расположенных на стеблях и листьях; в его состав входят 52 компонента, из которых пока идентифицировали



27, в том числе 3 монотерпена и 24 сесквитерпена. Преобладают гермакрон и $\pm$ -транс-неролидол. Спиртовой экстракт из побегов подавляет рост золотистого стафилококка — возбудителя многих заболеваний, причем эффективнее, чем антибиотики, назначаемые при стафилококковых инфекциях: амоксициллин, цефактор, канамицин, доксициклин и рифампицин. Препарат также спасает жизнь мышей, зараженных кишечной сальмонеллой. В Бурятии пахучие побеги используют как средство от моли.

Помимо эфирного масла, из побегов рододендрона Адамса выделили флавоноиды (преобладают рутин, кверцетин и нарингенин), терпеноиды (урсоловую и олеаноловую кислоты, бета-ситостерин), фенолкарбоновые кислоты, в частности кофейную и метоксикофейную; жирные кислоты; простые фенольные соединения, в том числе арбутин; кумарины и дубильные вещества танины. Однако саган дайля — не дубильное растение, потому что мелкое, и танинов в листьях мало, не более 7%. О содержании алкалоидов публикации умалчивают. Исследователи объясняют тонизирующее, стимулирующее и противовоспалительное действие саган дайля комплексом флавоноидов и фенолкарбоновых кислот. Больше всего этих соединений в побегах текущего года. Их собирают в период цветения или в начале плодоношения, высушивают в тени на воздухе и уже из высушенного сырья готовят отвары, водные и спиртовые экстракты и настои. Такой метод позволяет получать стандартные препараты.

Экстракты сухих листьев обладают актопротекторным действием, то есть повышают устойчивость к физическим нагрузкам. Это ученые доказали в экспериментах на крысах, которых заставляли плавать в теплой воде с грузом, составляющим десятую часть массы тела, и на мышах. Животных брали за кончик хвоста и опускали в воду вниз головой. Чтобы удержать голову над поверхностью, мыши отчаянно гребли передними лапами, а исследователи наблюдали, сколько они продержатся. Оказалось, что экстракт рододендрона Адамса повышает физическую выносливость животных в четыре с половиной раза, он в 2,25 раза эффективнее признанного тонизирующего средства — экстракта элеутерококка. Ученые предполагают, что препарат ускоряет распад глюкозы в период нагрузки.

Жидкий спиртовой экстракт саган дайля улучшает кратковременную память лабораторных крыс, усиливает их исследовательскую активность и снижает тревожность. Поэтому



ПАНАЦЕЙКА

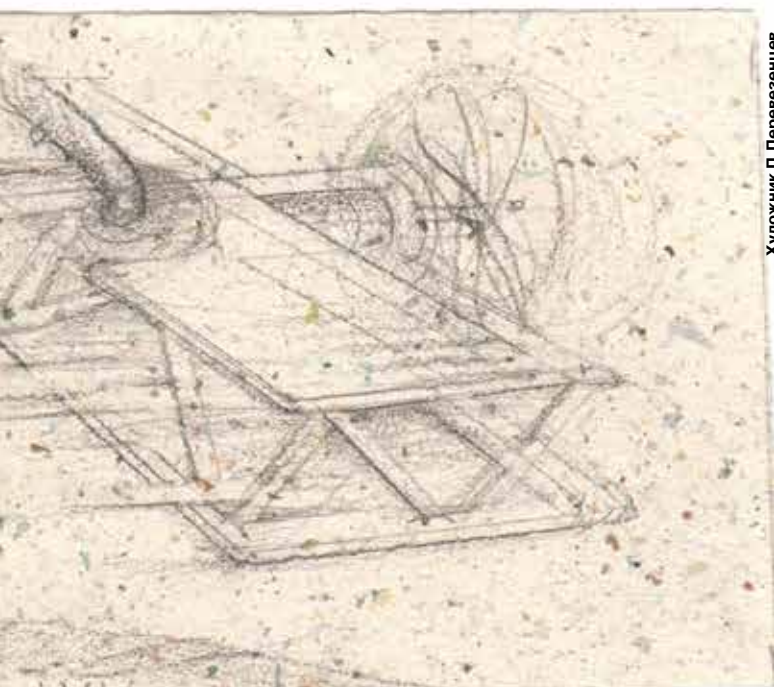
исследователи сочли растение перспективным источником соединений, стимулирующих центральную нервную систему в условиях стресса.

Экстракт также модулирует активность иммунной системы, снижает воспаление и уменьшает отек (доказано на мышах). А отвар саган дайля снижает тягу лабораторных животных к спирту. На этом основании ученые рекомендуют его как вспомогательное средство при лечении хронического алкоголизма.

Исследование эффектов рододендрона Адамса не ограничивается животными. В конце прошлого века российские ученые наблюдали за самочувствием подростков и молодых людей, приехавших в горно-пустынные районы Монголии из других климатических поясов. К новым условиям они привыкали с трудом. Давление в тех местах низкое, перепад максимальных температур воздуха в течение года составляет 80–90 градусов, солнце яркое, сильный ветер и много пыли. У людей существенно снизилась физическая и умственная работоспособность, однако адаптацию заметно облегчал «Дендронизид» — 40% спиртовая настойка 1:10 из листьев рододендрона Адамса. Эта же настойка в сочетании с другими растительными препаратами хорошо излечивает астеноневротические состояния, для которых характерны повышенная утомляемость, раздражительность, слабость и неустойчивое настроение.

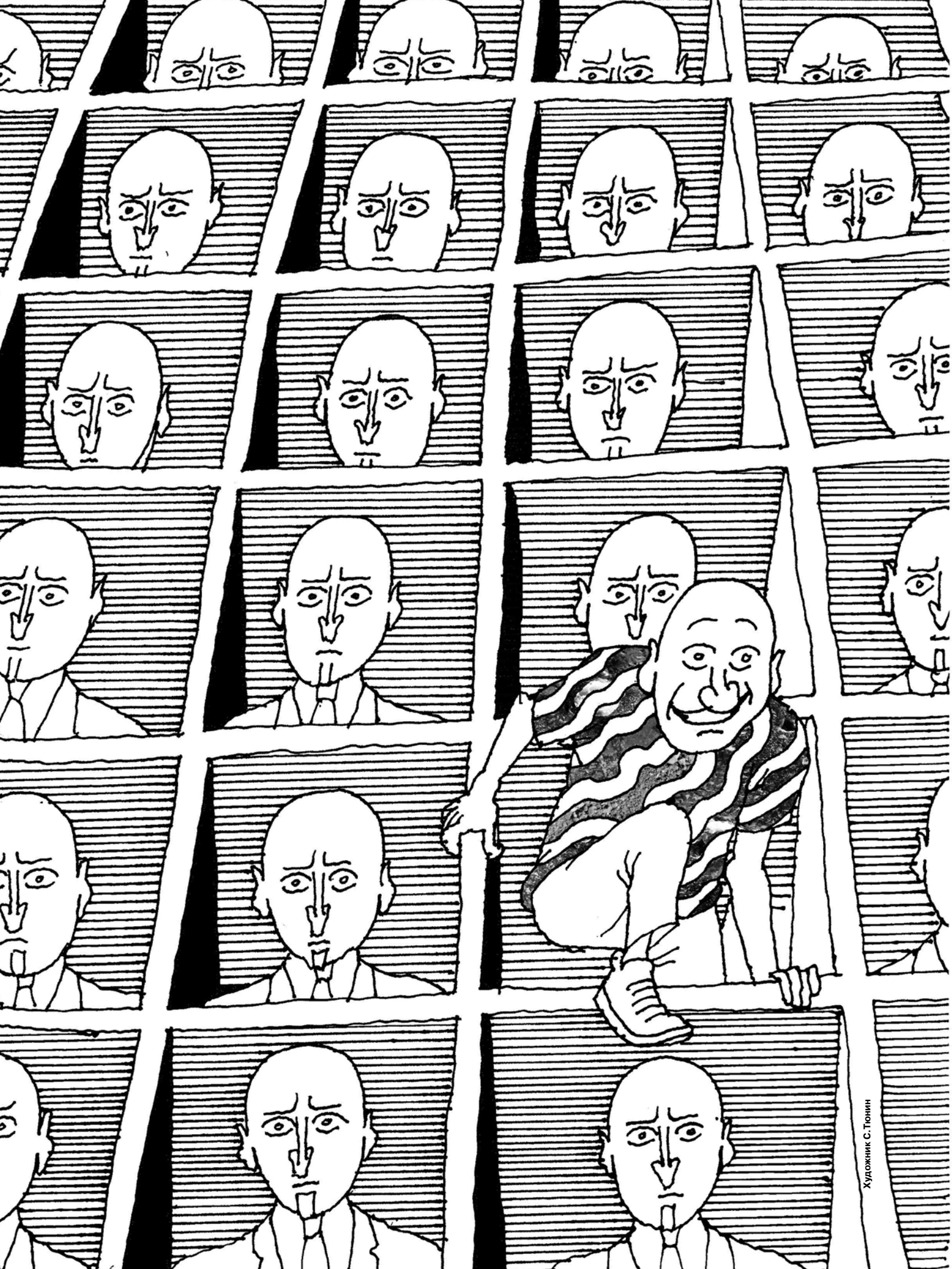
А почему растение считают продлевающим жизнь? Вероятно, потому, что это адаптоген, а может быть, из-за обнаруженных у экстракта антиоксидантных свойств, которые современная медицина упорно связывает с долголетием (см. «Химия и жизнь» 2018, 5). Впрочем, свойства саган дайля продолжают исследовать, и с каждым годом достоверной информации появляется все больше.

Одна из задач, которую предстоит решить исследователям, — дозировка. Рододендроны токсичны, они содержат ядовитый гликозид арбутин, он же эриколин (от латинского названия семейства вересковых — Ericaceae). В некоторых видах его очень много. Например, овцы и козы на пастбищах иногда отравляются рододендромом желтым, а букет из его цветков, оставленный в комнате на ночь, может вызвать головную боль. На севере России рододендромом даурским травили рыбу. Мед цветков рододендрона одурманивает, способен вызвать понос, озноб, рвоту, нарушение сознания, ослабление сердечной деятельности. К счастью, в рододендроне Адамса арбутина немного. Спиртовой экстракт сухих листьев, введенный в желудок мышам из расчета 5 г на килограмм веса, не убивает животных. При внутрибрюшинном введении они выдерживают 2,7 г/кг, так что по классификации токсичности веществ экстракт относится к малотоксичным. Однако его не рекомендуют беременным и кормящим женщинам, а также людям с больной печенью. Большинство людей используют не экстракты, а отвары побегов саган дайля. В этом случае традиция ограничивает дозировку одним — тремя листочками на кружку. И даже если они не придадут пьющему сил, то, безусловно, улучшат вкус чая.



Художник П.Перевезенцев

Н. Ручкина



Время выбирать



Мария Шурухина

ФАНТАСТИКА

— Скажите, пожалуйста, какая у вас сексуальная ориентация?

Женщина, сидевшая напротив, спокойно посмотрела мне в глаза, будто каждый день задавала такие вопросы. Похоже, так и было.

Я подавился латте. В анкете написано: жена и двое детей. Что тут непонятного?

— Гетеросексуальная, — выдавил я, проглотив наконец отлично сваренный кофе.

Я находился в фешенебельном офисе, на сорок девятом этаже огромного сверкающего стеклом небоскреба. Здесь каждый коридор патрулировали секьюрити, двери открывались сканированием отпечатков пальцев, а попадавшие навстречу женщины выглядели так, словно только что сошли с обложек глянцевого журналов.

— Вы когда-нибудь состояли на учете у психиатра?

Нет. У меня справка есть. И собеседница об этом знает. Но спрашивает все равно.

— Не состоял.

Женщина выглядела потрясающе. На такую прическу и макияж нужно потратить часа два, не меньше. Мой опыт, полученный за десять лет брака, позволял сделать такой вывод.

— Имеется ли у вас опыт хакерского взлома?

В детстве я был очень послушным ребенком. Очень-очень. Учился в гимназии с математическим уклоном, имел «отлично» по всем предметам, кроме английского и испанского. Еле вытягивал их на четверку. Когда ввели дополнительный французский, я взвыл. Языки мне вообще давались тяжело. Кроме, разумеется, языков программирования. Потом университет, аспирантура, докторская... Наука, наука, наука. Честолюбивый, упорный, старательный. Примерный семьянин. Какой из меня хакер?

— Нет, — ответил я уверенно и четко.

— Что же, Джон Мендельсон, — сверкнув белоснежной улыбкой, мягко проговорила она, — думаю, вы нам подходите. Элизабет, отсоедините, пожалуйста, датчики.

Пока ее помощница снимала провода полиграфа, стараясь при этом не задеть меня нарощенными ногтями, я перебарывал услышанное. Я им подхожу. Быть не может! Не может быть.

Вообще-то я никогда не планировал работать в «TeST» — крупнейшей корпорации, занимающейся созданием, изучением и внедрением на рынок всего мира новейших технических разработок. И не пошел бы на собеседование по своей воле. Чтобы попасть в засекреченный, высокооплачиваемый мир отполированного стекла и блондинок с мозгами Эйнштейна, нужно быть не только отличным программистом, суперпрофессионалом, гением, лучшим из лучших, но и иметь чуть ли не модельную внешность. Недаром девиз «Совершенство правит миром» служит визитной карточкой корпорации.

Мне немногим за тридцать, а я уже доктор наук, работавший собственным языком программирования и новую электронную платежную систему. То, как я сейчас выгляжу, заслуга моей жены, Пенелопы. Небольшая пластическая операция — и прощай, нос картошкой, россыпь веснушек, рыжие, слишком яркие волосы. «Выглядишь, как провинциал», — упрекала Пенни. Зато теперь, когда я обзавелся аристократическим профилем, короткими платиновыми волосами и бородкой, подстриженной по последней моде, она, похоже, осталась довольна.

— Спасибо, — вкрадчиво ответил я. — Когда я смогу приступить к обязанностям?

— Прямо сейчас, — ответила женщина-модель, наслаждаясь произведенным эффектом. — Нам дорого наше время, наши сотрудники и деньги. Мы будем часто просить вас работать сверхурочно, отправлять в длительные зарубежные командировки. Мы щедро вознаграждаем за проявленный энтузиазм, сообразительность и повышение квалификации, равно как и жестоко штрафуем за неудачные проекты и несоответствие занимаемой должности. Но, думаю, об этом вы и сами прекрасно осведомлены, раз уж сидите в этом кресле.

Я попытался улыбнуться, но, боюсь, улыбка вышла похожей на оскал.

Она не заметила. Или сделала вид, что не заметила.

— Ах да, чуть не забыла, еще одна маленькая деталь.

Слегка наклонившись к столу, женщина, судя по звуку, выдвинула ящик, достала и протянула мне небольшой планшет, на экране которого светились три яркие кнопки. Я присмотрелся. На кнопках изображены смайлики. Улыбающийся зеленый, грустный красный, нейтральный желтый. Как сигналы светофора.

— Оцените, пожалуйста, качество моей работы.

Понятно, кто больше соберет лайков, у того и премия выше. Я потянулся к зеленой улыбающейся кнопке. Помедлил. Нажал. Палец больно кольнуло, словно электрическим током, и мир погрузился во тьму.

Я открыл глаза и потянулся. Встал. Что-то голова сегодня раскалывается.

— Пенни, у нас есть что-нибудь от головы?

— Тайленол в аптечке в кухонном шкафу, дорогой, — донесся голос жены из ванной комнаты.

— В каком? — простонал я, припоминая, сколько шкафов у нас на кухне.

— Верхний ряд, третий слева направо, вторая полка.

Сунув ноги в полосатые тапки, я поплелся на кухню. Майк и Джен доедали шоколадные хлопья. Молоко, как обычно, разбрызгано по всему столу. Влетит им от Пенни.

— Ой, смотли, Майк, папа надел тапки наоболот! — пролепетала малышка Джен. — А ты говоришь, я одна так делаю!

Я опустил голову вниз. Действительно, наоборот. Паршиво день начинается.

Разыскав нужный шкаф, я извлек аптечку, выдал из нее таблетку из блистера. Налил воды, разгрыз и запил.

— Кажется, я встал не с той ноги, — прокомментировал я свое состояние.

— С левой, а надо было с правой! — рассмеялся Майк.

— Почему с правой? — удивилась Джен.

— Не обращай внимания, солнышко. — Я тяжело опустился на стул.

Обычно мне нравилось, когда дочка задает много вопросов, болтает, как и все дети в ее возрасте. Просто сейчас нужно было спешить. Я потерял виски. Зачем мне спешить, кстати?

— Майк, Джен, доели? — вихрем ворвалась в кухню Пенни. — Соберитесь, живо! Джонни, милый, ты не боишься опоздать на собеседование?

Собеседование. Ну конечно. Сейчас Пенни повезет детей в школу и в сад, а я должен пойти на собеседование в «TeST». Шанс, что меня возьмут на работу, чрезвычайно мал. Гарри с моей кафедры в том году пробовал, сказал, они чокнутые параноики и всех кандидатов тестируют на полиграфе. Но если повезет, буду работать программистом с очень, очень, очень большим окладом. Из-за него, собственно, туда и иду. Лишь бы взяли.

— Дорогая, а может...

— Не может, дорогой. И это мы уже обсуждали. Где еще мы достанем столько денег? Завтра нас могут выкинуть на улицу! На улицу, Джонни, понимаешь?! В конце концов, давно пора бросить работу в университете, где тебя совершенно не ценят. И платят так мало. — Она надменно поджала губы и принялась разливать кофе.

Моей зарплаты катастрофически не хватало на жизнь, которую построила вокруг себя Пенни. Роскошный двухэтажный особняк за городом, новый джип, домработница. Зачем прислуга, если Пенни все равно сидит дома? Походы по косметическим салонам, модным магазинам, бесконечные посиделки в кафе с такими же скусающими домохозяйками.

Я скрывал, не хотел говорить ей, что выплаты по кредиту за дом мы просрочили уже более чем на полгода. Банковские сотрудники оборвали мне телефон в попытках воззвать к моей совести. Недавно пригрозили судом и сказали, что заберут дом в уплату долга. Пришлось обо всем доложить Пенни, и она, как и следовало ожидать, подняла ужасную шумиху с требованием немедленно найти более высокооплачиваемую работу.

— Костюм еще вчера отгладила мисс Браун. Он внизу в платяном шкафу, — крикнула, уже убегая, Пенни. — Смотори не опоздай, Джонни!

Я глянул на часы. Восемь тридцать. Собеседование назначено на девять. Опаздывать никак нельзя, если я хочу получить работу.

— Скажите, пожалуйста, какая у вас сексуальная ориентация?

У женщины, сидевшей напротив, была внешность фотомодели. Я иногда специально отводил взгляд, чтобы она не подумала, будто я разглядываю ее, словно витрину в магазине.

Я чуть не пролил латте.

— Гетеросексуальная.

Знает ведь, зачем спрашивает?

Подозрительное, почти мистическое ощущение дежавю накрыло меня гигантской эмоциональной волной с ног до

головы. Я вдруг четко осознал, что уже сидел раньше в этом офисе. И теперь она спросит...

— Вы когда-нибудь состояли на учете у психиатра?

— Не состоял.

— Имеется ли у вас опыт хакерского взлома?

Конечно. И немаленький. Начиная еще со старших классов, когда я обрушил школьный сайт, залез в свой дневник и нагло исправил двойки по английскому и испанскому. Языки мне вообще давались тяжело. Кроме, разумеется, языков программирования. Стоп... я действительно взломал школьный сайт?

Я поморщился, вспоминая. Да если бы только его!

— Да, — сказал я, опасаясь, что такой ответ ее не удовлетворит, хотя был уверен, что знает она обо мне, вероятно, даже больше, чем я сам. И если уж меня пригласили на собеседование, то мое «криминальное» хакерское прошлое их устраивало.

— Что же, Джон Мендельсон, — сверкнув голливудской улыбкой, мягко проговорила она, — думаю, вы нам подходите. Элизабет, отсоедините, пожалуйста, датчики.

Элизабет, выглядевшая не менее сногшибательно, чем ее начальница, принялась отсоединять от меня провода и липучки. Руки у нее были нежнее шелка.

— Спасибо, — ответил я, все еще приходя в себя после услышанного. — Когда я смогу приступить к обязанностям?

— Прямо сейчас, — ответила женщина-модель, сверля меня глазами.

Далее последовала короткая тирада, из которой следовало сделать два вывода: какие бонусы меня ждут за то, что буду пай-мальчиком, и какие штрафы за то, что не буду.

— Ах да, чуть не забыла, еще одна маленькая деталь... — Она полезла в ящик стола, вынула небольшой планшет и протянула его мне. На экране светились три яркие кнопки. Смайлики: красный, желтый, зеленый. Как сигналы светофора.

— Оцените, пожалуйста, качество моей работы.

Кто больше соберет лайков, у того и премия выше. Я потянулся к зеленой кнопке. Помедлил, смутно припоминая, что сейчас произойдет нечто неприятное. Но все равно нажал. Меня ударило электрическим током, и мир погрузился во тьму.

Я открыл глаза, потянулся. Голова сегодня раскалывается.

— Пенни, у нас есть что-нибудь от головы?

— Тайленол в аптечке в кухонном шкафу, дорогой, — донесся голос жены из ванной.

Верхний ряд, третий шкаф слева направо. Что-то я стал слишком часто принимать лекарства, иначе ни за что не запомнил бы, где находится аптечка. Старею, наверное.

Сунув ноги в тапки, я поплелся на нашу крошечную кухню.

Майк и Джен доедали шоколадные хлопья. Под тапками хрупнуло. Понятно, Майк снова все рассыпал. Но мы с Пенни никогда его не ругаем. Жалеем.

— Ой, гляди, Майк, папа надел тапки наоболот! — нарочито громко засмеялась малышка Джен.

Майк даже не посмотрел в мою сторону. Хмурился, сосредоточенно пытаясь открутить зубами пластиковую крышку от бутылки с молоком, которую удерживал единственной рукой.

Иногда к нам заходит посидеть с детьми одинокая пожилая соседка — мисс Браун. Частенько приносит с собой продукты, хотя мы много раз просили ее этого не делать. Или хотя бы покупать молоко в маленьких коробках с трубочкой. Но наши просьбы она, похоже, игнорирует.

— Давай помогу, солнышко, — предложил я в надежде, что он согласится на этот раз.

— Я сам, — как обычно, упрямо ответил Майк.

Я налил воды, разыскал в аптечке таблетку, разгрыз и запил. Потом тяжело опустился на стул, потер виски. Ничего не понимаю. У моего сына одна рука. Как это произошло? Почему я этого не помню?

Помню.

Утро. Солнце. Недостроенный гараж, куча кирпичей. Я размешиваю цемент. Грохот. Крик. Майк лежит под бетонной плитой. Реанимация. Ампутация.

Бред какой-то. Чушь. Бессмыслица. Чем больше думаю, тем больше болит голова. А времени мало. Надо спешить. Зачем?

— Майк, Джен, доели? — ворвалась в кухню Пенни. — Тогда живо собирайтесь! Джонни, милый, ты не боишься опоздать на собеседование?

Собеседование. Опять? Откуда это стойкое ощущение, будто я его уже проходил? Ну конечно, я посетил уже столько собеседований, что все они смешались в голове. Но сегодня — особая встреча. Не каждый день приглашают на собеседование в «TeST»: новейшие компьютерные разработки, солидный оклад, тотальный контроль...

— Дорогая, а может...

— Не может, дорогой. И это мы уже обсуждали. Подумай, где еще нам достать столько денег? Ты вообще представляешь, сколько стоит биомеханический протез? У ребенка должно быть детство, Джонни. Счастливое детство. В конце концов, тебе давно следует бросить работу в университете, за которую платят так мало. — Она часто заморгала и, отвернувшись, принялась разливать кофе. — Я отгладила костюм, он в платяном шкафу! — крикнула, убегая, Пенни. — Смотри не опоздай!

Я глянул на часы — восемь тридцать, а собеседование назначено на девять. Опаздывать никак нельзя, если я хочу получить работу.

— Скажите, пожалуйста, какая у вас сексуальная ориентация?

Сидевшая напротив женщина была похожа на куклу Барби, которую Джен выпрашивала на Рождество. Такая же отстраненно холодная, независимо гордая, с прекрасным, застывшим маской лицом.

Латте, который мне принесли, оказался обжигающе-ароматным.

— Гетеросексуальная.

Знает ведь, да и в анкете у меня написано.

Она специально задает такие вопросы. На меня нацелены датчики детектора лжи. Надеется поймать меня, заманить в ловушку. Ничего у нее не получится. Похоже, я уже в ловушке...

— Вы когда-нибудь состояли на учете у психиатра?

Да. Считал себя виноватым в том, что случилось с Майком. Недоглядел. Бился головой о стену. Пенни буквально за руку отвела меня к доктору.

— Да, состоял.

— Имеется ли у вас опыт хакерского взлома?

Писать программы я мастер. Но ломать... нет уж, уволь-



ФАНТАСТИКА

те. Я люблю строить, а не разрушать.

— Нет, не имеется.

— Что же, Джон Мендельсон, — пухлые, явно накачанные силиконом губы женщины растянулись в еле заметной улыбке, — думаю, вы нам подходите. Элизабет, отсоедините, пожалуйста, датчики.

Пока Элизабет отсоединяла провода, я рассматривал ее идеально кровавый маникюр.

— Спасибо, — слегка заторможено ответил я. — Когда я смогу приступить к обязанностям?

— Прямо сейчас, — ответила женщина-Барби, пожирая меня глазами.

Она зачитывала мои права и обязанности, но я слушал плохо, представляя, будто уже накопил на биомеханическую руку для Майка и сейчас мы будем ее примерять.

— Ах да, чуть не забыла, еще одна маленькая деталь... — Откуда-то из-под стола она вытащила планшет с тремя смайликами на экране: красным, желтым и зеленым. Как сигналы светофора. — Оцените, пожалуйста, качество моей работы.

Потянувшись к зеленой кнопке, я немного помедлил. Сейчас нажму и снова окажусь утром у себя в кровати с головной болью? Нет, бред какой-то. Этого быть не может. Палец опустился, его кольнуло электрическим током, и мир погрузился во тьму.

Я открыл глаза и немедленно встал с кровати. Поморщился от того, что голова раскалывалась.

— Пенни, у нас есть тайленол?

Молчание. Видимо, Пенни уже почистила зубы и вышла.

Сунув ноги в полосатые тапки, я отправился на кухню. Там обнаружилась мисс Браун в цветастом фартуке, помешивающая что-то в кастрюльке. Майк и Джен доедали шоколадные хлопья.

— А где Пенни? — сонно осведомился я, роюсь в аптечке в поисках таблетки.

Мисс Браун застыла с ложкой в руке. Соус с ложки капал на плиту и шипел, поджариваясь.

— Джен, Майк, где ваша мама?

Майк уткнулся в тарелку, а Джен заплакала.

— Снова пили, мистер Мендельсон? — заворчала домработница, пытаясь оттереть плиту. — Сколько можно! Посмотрите, до чего довели детей. Уволюсь, сил моих больше нет!

Я нашел наконец таблетку. Ее горечь и холодная вода немного освежили мою гудящую голову. Действительно, чувствовал я себя словно с похмелья.

Я и есть с похмелья. Пил вчера в баре с каким-то Гарри, домой вернулся под утро. Влетит мне от Пенни. Сейчас она придет и...

Не придет. Потому что Пенни больше нет. Говорили, подушка безопасности не сработала. Но я им не верю. Я

сам покупал ей джип — надежная комплектация, отличная сборка. Почти месяц прошел с той аварии, а я все не могу смириться. Пристрастился к бутылке, о детях заботится мисс Браун.

— Майк, Джен, собирайтесь, — вздохнула домработница. — Мистер Мендельсон, вы не боитесь опоздать на собеседование?

Совсем допился. В голове сейчас такой туман, что лезут всякие абсурдные мысли. Вроде тех, что я, похоже, в ловушке. Во временной петле. И каждый раз попадаю в пространство-время, в котором прохожу пресловутое собеседование снова и снова. Фантастика какая-то. Или я просто сошел с ума, что в моем состоянии, в общем, недалеко от истины.

— Костюм я отгладила, он в шкафу. — Мисс Браун, глядя на меня, покачала головой. — Послушайте хорошего совета: возьмите себя наконец в руки. Работа пойдет вам на пользу. Придете в себя, отвлечетесь. В университете еще пожалеют, что вас уволили.

Я глянул на часы — восемь тридцать. Собеседование назначено на девять. Опаздывать никак нельзя.

— Скажите, пожалуйста, какая у вас сексуальная ориентация?

Женщина напротив выглядела идеальной. Если бы не деловой костюм, могло показаться, будто она только что сошла с красной ковровой дорожки. Но как же ей было бесконечно далеко до Пенни...

Клатте, который мне принесли, я так и не притронулся. — Гетеросексуальная.

Могла бы не спрашивать, ведь есть анкета.

— Вы когда-нибудь состояли на учете у психиатра?

Я и сейчас там состою. Мой доктор считает, что в терапевтических целях мне просто необходимо найти работу, поэтому выдал соответствующую справку.

— Да, — коротко ответил я.

— Имеется ли у вас опыт хакерского взлома?

Последнее, что я взломал, — базу данных нашего полицейского участка. Думал, они от меня что-то скрывают, не рассказывают подробности той аварии до конца.

— Да.

Если я им не подойду, сегодня снова в бар. К Гарри. А может... мне снова предложат нажать на кнопку? И все закончится.

— Что же, Джон Мендельсон, — убрав за ухо локон, выбившийся из стильной укладки, сказала она, — думаю, вы нам подходите. Элизабет, отсоедините, пожалуйста, датчики.

Элизабет пахла сандалом, мускусом и немного лаймом. Меня взяли. Значит, не в бар.

— Когда я смогу приступить к обязанностям?

— Прямо сейчас, — серьезно сказала женщина, в подметки не годившаяся моей Пенни.

Значит, работа до полного забвения и изнеможения.

Мне жестко рассказали об обязанностях и штрафах в компании. То, что нужно. Тотальный контроль.

— Ах да, чуть не забыла, еще одна маленькая деталь... — Знакомый планшет, кнопки, как сигналы светофора. — Оцените, пожалуйста, качество моей работы.

Судовольствием. Пусть сработает и сейчас. Фантастика это или игра моего бедного разума, но меня не должно быть в этом пространстве-времени. Я просто не могу здесь быть. Не задумываясь, я ткнул в красную кнопку. Стало больно, и мир погрузился во тьму.

Я открыл глаза, вскочил с кровати, не обращая внимания на то, что голова раскалывалась. Бросился босиком на кухню.

Мисс Браун в цветастом фартуке помешивала что-то в кастрюльке. Больше в кухне никого не было.

— Где Пенни? — вместо приветствия и уже предчувствуя недоброе, спросил я.

— Какая Пенни? — невозмутимо удивилась мисс Браун. — Кстати, вы будете завтракать?

Я не ответил, развернулся, вышел. Все ясно. И в этой реальности Пенни нет в моей жизни.

Надел костюм, отлично выглаженный домработницей. Потом все же решился еще на один шаг. Спросил, снова заглянув в кухню:

— А дети где?

— Майк в школе, Джен в садике. Отвезла их сегодня пораньше.

Так. Дети имеются. Уже лучше.

— А-а... с ними все хорошо, они здоровы?

— Абсолютно здоровы и счастливы. Не переживайте, мистер Мендельсон. Органы опеки дали три месяца, чтобы найти работу с достойным окладом, прежде чем лишит вас родительских прав. Кстати, вы не боитесь опоздать на собеседование?

На часах восемь тридцать. Собеседование в девять. Опаздывать никак нельзя.

— Скажите, пожалуйста, какая у вас сексуальная ориентация?

У женщины, задававшей вопрос, была идеальная фигура и яркий, просто вызывающий, на мой взгляд, макияж.

Латте был невкусный, но я продолжал пить из вежливости.

— Гомосексуальная.

В анкете написано, зачем... Что? Какая??? Это что же выходит, что я — гей? Понятно теперь, почему не было Пенни. Ее никогда не было. Моего мужа зовут Гарри, и у нас двое прекрасных детей от суррогатной матери — мальчик и девочка.

— Вы когда-нибудь состояли на учете у психиатра?

— Да.

Подростком я сказал матери, что мне нравятся мальчики. Она отвела меня к доктору. С тех пор я сбился со счета, пока не нашел для себя подходящего специалиста.

Это недоразумение какое-то, не могу я быть геєм! Я люблю женщин, я люблю Пенни!

Женщина напротив что-то спросила.

— Извините, кажется, я прослушал вопрос.

— Что же, Джон Мендельсон, повторюсь: из заключения вашего доктора ясно, что психически вы здоровы. Мы также поощряем то, что в прошлом вы занимались хакерским взломом, хотя вас ни разу не удалось поймать. Поэтому вы нам подходите. Элизабет, отсоедините, пожалуйста, датчики.

Должно быть, выглядел я, мягко говоря, ошарашенно. Элизабет легко касалась меня, снимая провода. Я готов был ее убить.

— Спасибо. Когда я смогу приступить к обязанностям?

Кем бы я ни был, они каждый раз берут меня на работу. Невероятно!

— Прямо сейчас, — ответила женщина с вызывающим макияжем.

Она что-то говорила дальше, но я уже не слушал. Нужно срочно прекращать это безобразие. А вдруг она не предложит планшет? А вдруг кнопка не сработает? А вдруг...

Нет, об этом нельзя даже думать, нельзя поддаваться панике!

— Ах да, чуть не забыла, еще одна маленькая деталь... — Я судорожно выдохнул. — Оцените, пожалуйста, качество моей работы.

Вожделенный планшет оказался передо мной. Была не была. В этот раз пусть будет желтая. Я замешкался на мгновение, с уверенностью шизофреника ожидая знакомого развития событий. Наконец нажал на кнопку. Меня дернуло, и мир погрузился во тьму.

Я открыл глаза. Голова привычно раскалывалась.

Тайленол в аптечке, аптечка в шкафу, шкаф на кухне.

Попытался заставить себя встать. Вставать не хотелось. Вообще ничего не хотелось. Так я и лежал, пока в комнату не зашла Пенни.

— Пенни, дорогая! — Откинув одеяло, я мигом вскочил, кинулся к ней, обнял крепко-крепко. — Я так давно тебя не видел!

— Всего-то со вчерашнего дня, — растерянно ответила она. — Ты сегодня какой-то странный, Джонни!

— Голова болит.

— Тайленол...

— Знаю, знаю. В шкафу на кухне. Где Майк и Джен?

— Завтракают. — Пенни смотрела обеспокоенно. —

Кстати, ты не боишься опоздать на собеседование?

Всем сердцем я уже ненавидел это собеседование!

— Дорогая, а может, я не пойду?

— Как хочешь, — пожала она плечами. — Но тогда...

Снова условие. Что на этот раз?

— Ты же хотел заниматься наукой. Изобретать. Всегда мечтал. Из университета уволился, потому что преподавать не любишь. А для того чтобы воплотить в жизнь твои идеи, нужно много денег.

Нужно. От судьбы не уйдешь.

Я вздохнул, сунул ноги в клетчатые тапки, поплелся на кухню. Мимоходом глянул на себя в зеркало, да так и застыл перед ним. Оттуда на меня смотрел очень знакомый тип: нос картошкой, россыпь веснушек, рыжие взлохмаченные волосы. Выходит, не было никаких пластических операций?

Майк и Джен доедали шоколадные хлопья. Даже молоко на стол не пролили. Они у меня аккуратные.

— Привет, пап, как дела?

У Майка сегодня бодрый вид. Руки-ноги на месте. Так же, как и у Джен.

— В порядке, — ободряюще улыбнулся я. — Голова только болит.

Найдя в аптечке упаковку тайленола, я вытянул блистер. Он оказался пустой.

— Дать тебе волшебный полосок? — предложила Джен. — Когда миска болел, ему помогло.

Жаль, я не плюшевый мишка Тедди.

— Спасибо, милая. — Я выкинул в мусор пустую коробку. — С удовольствием приму твой порошок.

— Не забудь надеть костюм. Он в платяном шкафу! — крикнула Пенни, убегая. — Я не успела его погладить, ничего, если он немного мятый?

Ничего. Я глянул на часы — восемь тридцать. Собеседование в девять. Еще успею погладить костюм.

— Скажите, пожалуйста, какая у вас сексуальная ориентация?

— Гетеросексуальная.



ФАНТАСТИКА

— Вы когда-нибудь состояли на учете у психиатра?

— Нет.

— Имеется ли у вас опыт хакерского взлома?

— Нет.

Я не верил сам себе. Действительно, вроде неплохо все складывается.

— Что же, Джон Мендельсон, думаю, вы нам подходите. Но при одном условии — с первой же зарплаты сделаете себе пластическую операцию. Элизабет, отсоедините, пожалуйста, датчики.

То, что она будет говорить дальше, я успел выучить наизусть. Я не слушал. Все, хватит. Надоело! Мне не нужно выплачивать неподъемный кредит, Майк здоров, Пенни жива, я не гей. Никогда не пошел бы работать в «TeST» по своей воле. И в этот раз, кажется, никому ничего не должен. Так зачем я здесь?

— Ах да, чуть не забыла, еще одна маленькая деталь. Оцените, пожалуйста, качество моей работы.

— Нет! — вскрикнул я при виде планшета, вскакивая и проливая латте на безупречное платье Элизабет. — Не хочу на вас работать! Пошли вы все со своими принципами, перспективными должностями и высокими окладами знаете куда?

Я сказал.

Из сверкающего стеклянного небоскреба я вышел с гордо поднятой головой.

Уже около месяца я работаю программистом в небольшой научной лаборатории. В основном мы занимаемся социальными разработками. Теперь я понимаю, насколько это важно. Я разрабатываю новые алгоритмы для биомеханических протезов, пишу программы для роботов-поводырей, модернизирую прошивку мобильных телефонов для людей с ограниченными возможностями, оснащаю программным управлением инвалидные коляски. Мне выдают гранты на разработки, изобретения успешно используются и хорошо продаются.

Кстати, я переманил в нашу лабораторию Гарри. Он очень талантливый. Повезло мне с другом.

Иногда с детьми сидит их бабушка, моя теща, — мисс Браун. А мы с Пенни ходим куда-нибудь развлечься.

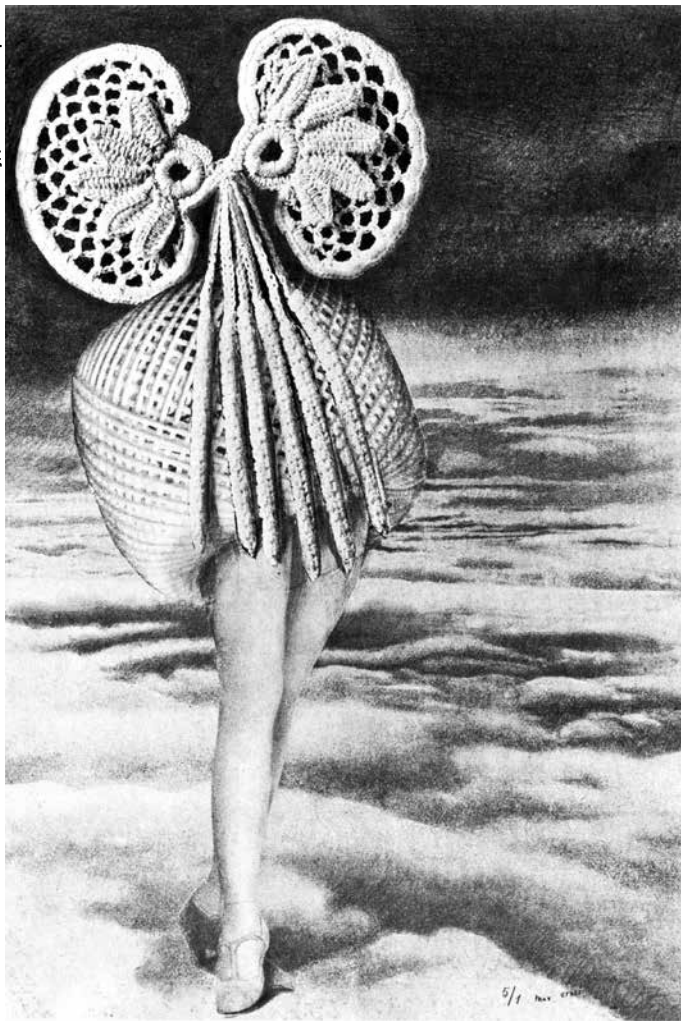
Я не зарабатываю миллионы. Я просто счастлив. И мне этого достаточно.



Жизнь замечательных цитат

В этой рубрике будут рассказы о популярных цитатах, происхождение которых неочевидно, а также цитаты с долгой и интересной историей, которые мы приписываем разным великим людям. Потому что, «чем удачнее фраза, тем больше претендентов на авторство» (Артур Блох, автор книг о «законах Мерфи»). Причем во многих случаях значение той или иной цитаты со временем менялось, и она могла иметь разный смысл в различных национальных культурах. Знание, откуда она появилась и что означала в разное время, — дело вовсе не лишнее. А кроме того, выяснение этого — занятие необычайно увлекательное; недаром же в английском языке существует понятие «phrase detective» — «расследователь происхождения цитат». Автор всех расследований — **Константин Душенко**. Для знакомства с ним и его книгами проще всего посетить сайт www.dushenko.ru

Художник Макс Эрнст



Inter faeces et urinas, или «Анатомия — это судьба»

В романе Станислава Лема «Осмотр на месте» (1980) инопланетяне, взирающие на землян с предельной степенью отстраненности, рассуждают о связи земной культуры с анатомией человека:

«...Ведь им [землянам] приходилось на протяжении целых тысячелетий растрчивать огромную часть своего разума на оправдание, объяснение, а то и переиначивание отношений, с неизбежностью диктуемых устройством тела. Сколько пришлось им мучиться и водить самих себя за нос, чтобы догмат о сотворении по образу и подобию Всевышнего привести в соответствие с тем срастанием органов, которое заставило Августина Блаженного в отчаянии воскликнуть: *Inter faeces et urinas nascimur*.»

Прочитанное здесь латинское выражение означает: «Мы рождаемся между фекалиями и мочой» (или: «...среди нечистот и мочи»). Нередко встречается также форма «*Inter faeces et urinas*...».

За десять лет до «Осмotra на месте», в трактате «Фантастика и футурология» (1970), Лем ссыался на книгу английского врача и писателя Хэвлока Эллиса «Секс в его отношении к обществу» (1910), где встречается тот же оборот в том же контексте. Прочитируем это место:

«...Аскеты (...) оправдывают свой аскетизм в значительной мере эстетическими соображениями, подчеркивая близость сексуальных органов и органов выделения, — взгляд, который в ранней Церкви нашел выражение в презрительном суждении Августина: “*Inter faeces et urinas nascimur*” и который по-прежнему свойственен многим из тех, кто отнюдь не всегда связывает его с религиозным аскетизмом.»

Эллис, один из пионеров сексологии, решительно отвергал этот взгляд:

«Говорилось с презрением, что мы рождены между мочой и фекалиями; но можно было бы сказать с благоговением, что прохождение через этот канал рождения — таинство Природы, более священное и более значимое, чем все когда-либо изобретенное человеком.»

Два года спустя на ту же тему высказался основатель психоанализа Зигмунд Фрейд, но гораздо более пессимистически: «Экскрементальное слишком тесно и неразрывно связано с сексуальным, положение гениталий — *inter urinas et faeces* — остается предопределяющим и неизменным моментом. (...) Гениталии не проделали вместе со всем человеческим телом развития в сторону эстетического совершенствования, они остались животными, поэтому и любовь в основе своей и теперь настолько же животна, какой она была испокон веков.»

(О наиболее распространенном унижении любовной жизни. 1912, III; пер. М. Вульфа)

Отсюда, по Фрейду, следует вывод: «Анатомия — это судьба» — формула, ставшая знаменитой.

С этого времени изречение «*Inter faeces et urinam nascimur*» становится общим местом европейской культуры, чаще всего со ссылкой на Августина. Вот несколько примеров из литературы XX века.

«Возможно, мой образ мышления буржуазен (...). Но: *Inter faeces et urinam nascimur* — почему этот взгляд не может быть нашим? Что можно против него возразить?»

(Роберт Музиль. Человек без свойств. Т. IV, изданный посмертно)

Святой Августин с ужасом подчеркивает теснейшее соседство половых и выделительных органов: *Inter faeces et urinam nascimur*.

(Симона де Бовуар. Второй пол. 1949)

«Надпись гласила: *INTER FAECES ET URINAM NASCIMUR*, — а внизу отец с кудрявым росчерком подписал имя автора: Св. Одон Ключинский. <...> Что ж, моих знаний хватало, чтобы это перевести. *Inter faeces et urinam nascimur* — “Меж дерьмом и мочой мы рождены”»

(Норман Мейлер. Крутые парни не танцуют. 1984; пер. В.О. Бабкова)

«Ему на ум пришла цитата *Inter faeces et urinam nascimur*. Да, она была вполне к месту. В конце концов, то был «Град Божий» Августина, некогда пересаженный в эту страну — зеленую и невинную.»

(Лоренс Даррел. Ливия, или Погребенная живою. 1978)

В 1972 году в английском журнале «*Notes and Queries*» появилась заметка: «Ищу источник этой часто цитируемой фразы, обычно приписываемой Августину или Тертуллиану». Между тем авторство Августина, как и любого из латинских Отцов Церкви, исключалось по филологическим соображениям. В классической латыни, на которой писал Августин, слово *faeces* (мн. ч. от *faex* — осадок, отстой, гуща, грязь) не имело значения «экскременты».

Действительный источник был — возможно, впервые — указан польским филологом Анджеем Скурдо в письме, частично опубликованном в сетевом издании «*Kompromitacje*» (апрель 2013 г.). Первоначально знаменитое изречение выглядело иначе: «*Inter stercus et urinam nascimur*» («Между калом и мочой рождаемся»). Оно появилась в анатомических трудах XVI века — «при обсуждении положения матки между мочевым пузырем и толстой кишкой в качестве дежурного предостережения против людской гордыни» (А. Скурдо).

Самая ранняя известная нам цитация этой формулы сохранилась в трактате Марка Антонио Дзимары «Проблемы Аристотеля и многих иных философов и врачей». Дзимара, итальянский врач и философ Падуанской школы, написал этот трактат не позднее 1514 года, но в печати он появился лишь после смерти автора, в 1537 году. Здесь говорилось, что человек «между калом и мочой зачат».

В 1559 году итальянец Маттео Реальдо Коломбо вопрошал: «Чем гордишься ты, человек, пыль и прах, рожденный меж экскрементами?»

(Об анатомии. Кн. 11, гл. 16: «О матке»)

В XVII веке Каспар Бартолин (старший), датский анатом и богослов, писал:

«[Эмбрион] лежит между прямой кишкой и мочевым пузырем, наклонившись вперед, словно между одним и другим ложем. Чем же тут гордиться, коль скоро мы рождаемся между калом и мочой?»

(Анатомическое устройство человеческого тела. 1626)

В трактате немецкого медика Грегора Ниманна «О жизни плода в материнской утробе» (1628) высказывание «между калом и мочой зачаты, развиты и рождены» приведено со ссылкой на Арнобия Старшего. Арнобий (ок. 240 — ок. 330), раннехристианский апологет, был автором большого трактата



ЦИТАТА

«Против язычников», однако у него, как справедливо замечает А. Скурдо, речь шла не о зачатии или рождении человека, но о местопребывании души в теле. Арнобий утверждал, что души, будь они творением Бога, не стали бы жить в человеческом теле (мнение, неправовверное в свете позднейшей христианской догматики). Души «не стремились бы безрасчудно в эти земные области, чтобы, облекшись темными телами, жить среди мокрот и крови, среди этих вместилищ нечистот и отвратительных хранилищ мочевой влаги» (пер. Н.М. Дроздова).

Отметим также, что отдаленное сходство с формулой «*inter faeces et urinas*» можно найти у Тертуллиана, однако в совершенно ином контексте:

«Христос (...) возлюбил человека в его нечистоте, образовавшегося во чреве, появившегося посредством срамных членов...

(О плоти Христа, Гл. 4; пер. А. Столярова)

В вольнодумном восемнадцатом веке персонаж одной из философских повестей Вольтера замечает:

«Я никогда не мог понять, почему существо нематериальное, бессмертное, в течение девяти месяцев обитает бесполезно спрятанным в зловонной оболочке по соседству с мочой и калом.»

(Уши графа Честерфилда и капеллан Гудман. Гл. 4. 1775; пер. Вал. Курелла)

В XIX веке на это замечание откликнулся Шарль Бодлер:

«Мог ли он, по крайней мере, угадать в таком местопребывании души насмешку, а может, и издевку Провидения над любовью, а в способе размножения — знак первородного греха. Ведь на самом деле мы занимаемся любовью именно посредством органов, служащих для испражнения.»

(Дневник, разд. «Мое обнаженное сердце», XVIII; пер. Г. Мосешвили)

Вольтер цитировал формулу «между фекалиями и мочой» саркастически. Американский анатом и философ-просветитель Бенджамен Раш, напротив, был солидарен с авторами XVI–XVII веков:

«Философы, описывая неблагородное происхождение человека, говорят, что он формируется “*inter stercus et urinam*” [между калом и мочой]. Богословы говорят, что он “рожден в грехе, и в беззаконии зачат”. Я считаю, что это столь же верно и столь же унижительно, как и то, что он зачинается и рождается в болезни.»

(Медицинские исследования и наблюдения. Т. 4. 1805)

В XIX веке формула «*inter faeces et urinas*» стала приписываться Августину или другим Отцам Церкви. Однако ключевым моментом в истории этого изречения оказалось начало XX века, когда его начали цитировать в трудах по сексологии и психоанализу.





Не все люди враги...

М.Б. Черненко

В Харькове — под немцами 1941–1942

«Я не отступаю!»

Часов в шесть или в половине седьмого утра мы с соседом Абрамом Ефимовичем шли домой из очереди за хлебом. К открытию магазина, к девяти, кому-то надо было туда возвращаться и стоять уже до конца, пока привезут и будут «давать» хлеб по карточкам. Это был сентябрь сорок первого года, бои шли уже под Киевом.

Абраму Ефимовичу предстояло еще после ночного стояния в очереди идти на работу, он был зол и сказал, что лучше уж пусть поскорей приходят немцы. И если его семье будет тогда полагаться не по триста граммов хлеба, как сейчас, а по двести, потому что они евреи, то свои восемьсот грамм на четырех человек он будет получать без всяких очередей. Потому что немцы — очень организованный народ, у них во всем должен быть порядок, а очередь за хлебом по карточкам — это советское безобразие...

Многие уезжали в эвакуацию со своими заводами или

учреждениями. Бабушка сушила из сэкономленного хлеба сухари, говорила «не знаю...» и вспоминала, как в 1918 году в Житомире тоже стояла какое-то время немецкая армия и ничего — офицеры были вполне приличные люди. Отец пожимал плечами и о чем-то советовался с сослуживцами. Он работал в юридической консультации, был защитником, так раньше называли адвокатов. Занятия в школе не начинались.

«Если завтра война, всколыхнется страна...» А дальше, согласно этой песне, «и на вражьей земле мы врага разгромим малой кровью, могучим ударом...» Ну хорошо, пусть временное отступление. Я был уверен, что скоро все изменится и фашистов прогонят.

Одноклассники, уезжавшие со своими родителями, не вызывали у меня зависти или презрения. Мне это представлялось чем-то вроде отступления по приказу. И соответственно, я немного даже как бы гордился — а я вот не уезжаю, «я не отступаю». Но как бы там ни было, а все у нас дома хорошо понимали, что никак нельзя моей маме так вот просто, даже ненадолго, остаться при немцах. Хотели подделать ее паспорт: стереть слово «еврейка» и вписать «русская» или «украинка». Ни отец, ни мама, ни тем более бабушка, с тушью обращаться не умели. Дали мне. Я попробовал для начала смыть какую-то точку или хвостик буквы в другом месте. Сразу полезло пятно, а то, чем пишут в паспорте, не поддавалось нисколько. Ничего не вышло и из попытки соскоблить какую-нибудь букву — сразу делалось заметно.

Потом, когда уже стало ясно, что Красная армия уходит, а мы никуда не уехали, паспорт «потеряли» — изорвали на кусочки и сожгли их. А живший в нашем же доме служащий домоуправления, старый уже человек Иван Иванович Полунин тайно выдрал в домовой книге страницу, на которой были записаны сведения из маминного паспорта. И заполнил все заново на другой странице. Как это можно было сделать незаметно? Не знаю. Может быть, наша семья была записана на последней заполненной странице, а дальше шли уже пустые, потому что буква «Ч» в конце алфавита. Или потому, что номер нашей квартиры был один из последних в доме. Точно не знаю.

(Продолжение. Начало — в № 1, 2019)

Пошли на разведку и попались

В конце октября (в теперешней энциклопедии написано, что 25-го) в Харьков вошла немецкая армия. За несколько дней до этого не стало электричества; все знали, что электростанцию взорвали. Перестала идти вода, еле-еле текла из крана только в подвале. Заводы еще с лета эвакуировали, и последние несколько дней в городе было безвластие — какие-то типы бегали по улице и били окна; магазины, если там еще что-то оставалось, разграбили. С кондитерской фабрики жители тащили целыми мешками какао-бобы.

Во второй половине дня мы увидели сверху, из окна нашей квартиры на пятом этаже, солдат с автоматами. Они были в незнакомой чужой форме.

А стрельбы не было, во всяком случае, на нашей улице и поблизости.

Прошло дня два или три, и взрослые стали понемногу успокаиваться — вот, смотрите, никого не режут, не убивают. На улицах встречаются немецкие патрули, хорошо вооруженные солдаты и офицеры в добротном обмундировании. Тишь да гладь, разве нет? Ничего похожего на то, что еще несколько дней назад нам внушали газеты и радио.

И тогда меня в первый раз отпустили из дому. На разведку.

С одноклассником Юркой мы топаем по улице Дзержинского и глазеем по сторонам. Прохожих почти нет, занявших наш город немцев тоже. Издали видим: у какого-то дома стоит часовая. Ну и что, какое ему до нас дело? Ан нет: часовая шагает навстречу, сгребает нас и показывает в подворотню. Шагайте, мол, туда.

Во дворе стоят автомашины, солдаты их разгружают и носят в дом какие-то тюки и ящики. Нам суют в руки ведро и щетку, дают тряпки и велят, сопровождая немецкие слова повелительными жестами, эти машины мыть. Ничего не поделаешь — попались. Отскребая грязь, таскаем воду из подвала. Когда с первой машиной покончено, приходит офицер. Осматривает нашу работу, качает головой и объясняет по-немецки, что мы ее сделали плохо — там не отскребли землю с рессор, тут не отмыли. С некоторым удивлением обнаруживаю, что хотя далеко не все слова мне известны, я его речь понимаю. Вот уж не думал про такое, когда учил немецкий в школе, да еще мама меня учила...

Приходится мыть снова. Потом второй грузовик, потом третий. Мы порядком испачкались и устали. Осталась только советская легковушка «М-1», на ней видны пробоины. К нам подходит солдат, говорит «комм!» и показывает, чтобы шли за ним. Чего им еще надо?

Нас приводят в комнату на первом этаже, там столы, стулья и табуретки вокруг них. Показывают — садитесь. И солдат в белом переднике поверх военной формы кладет перед нами вилки и ножи (!) и ставит тарелки с картошкой, перемешанной с кусочками мяса. Чудеса! А хлеба на столе почему-то нет.

После этого неожиданного обеда мы домыли последнюю машину, и нас отпустили. Расходились мы с Юркой по домам в детской уверенности, что ничего плохого нам и дальше от немцев не будет.

А дома меня ждали уже в панике, и тому были свои причины. Не всех кормили в тот день немецким обедом...

У нас дома много лет стояла в буфете бутылка вина, о назначении которой и причинах такого долгого хранения я не раз пытался дознаться. Родители улыбались и отвечали нечто невразумительное. Став постарше, начал подозревать, что хранят ее к какому-то неординарному семейному торжеству. Может быть, к моему совершеннолетию. Или к серебряной свадьбе родителей. Так вот, решила судьба бутылки очень просто. Немецкие солдаты, ходившие в тот день по квартирам нашего дома «с обыском», обнаружили ее и унесли — так сказать, реквизировали на военные нужды заодно с какими-то попавшимися им на глаза припасами: сахар там был, бутылка с постным маслом... А из соседней квартиры уже выгнали семью Абрама Ефимовича, и они ушли жить в подвал.



МЕМУАРЫ

«Поймите, пожалуйста, я теперь никто...»

Перед войной отец был уже довольно известным в городе адвокатом. И у нас дома случались посещения бьющих челом просителей с приношениями. Отец обычно кипятился, пытался выпроводить ходоков; бабушка его урезонивала — раз уж имеешь с ними дело, не обижай людей. Это, дескать, не взятка, а благодарность; только объясни им, что ведь платить гонорар в юрконсультацию им все равно придется.

Так вот, через несколько дней после того «обыска», рано утром раздался настойчивый стук в дверь. Все переполошились, бабушка пошла открывать, и в квартиру ввалились три или четыре гражданки разного, в том числе юного, возраста, во главе со здоровенной теткой, укутанной в пуховый платок. В руках у тетки — корзинка с припасами. Тетка бухается в ноги отцу и голосит: «Ой, Борис Сергеевич, ой батенько ридный, рятуйте! (Спасайте, по-украински.) Гришку забрали!»

Тетку с трудом подняли с колен и стали расспрашивать. Прежде всего, кто забрал? «Полицаи...» Выясняется, что Гришка — это теткин сын, уже дважды побывавший в подзащитных у моего родителя по причине нанесения гражданам телесных повреждений. И вот недавно Гришка опять напился и набил морду соседу. А брат соседа, «як нимци прыйшли», пошел служить к ним в «українську поліцію». Сосед нажаловался брату, и вот — «другий день, як Гришки нэмає...»

Довольно долго отец, чуть не плача, объяснял тетке: поймите, пожалуйста, я теперь никто, ни милиции, ни суда больше нет, ко мне тоже приходили с обыском... А та повторяла и повторяла свое. Так и ушла, наконец, в надежде, что адвокат, защитник, поможет буюну Гришке выпутаться и на этот раз.

Ничего хорошего не приходится ждать и от подделки в домовой книге. Потому что через несколько дней после прихода немцев появился управдом, которого уже довольно давно никто в доме не видел. Первым делом он стал проверять домовую книгу и вскоре добрался до той самой страницы. И стал спрашивать Ивана Ивановича, не лазил ли кто в книгу. «Вот тут написано, что жена Черненко — русская», а ему, управдому, вроде бы помнится, что было записано не так... И что, мол, думает об этом служащий домоуправления Иван Иванович?

Иван Иванович, едва дождавшись, чтоб тот ушел, пришел к нам и рассказал об этом. Рассказать-то рассказал, а что, если управдом станет копать дальше и спрашивать паспорт?

Свекла со вкусом тушеного мяса

Разносится слух, что где-то за городом, за Тракторным заводом, собирают мерзлую свеклу — ее посеял пригородный совхоз и не успел убрать. Так вот ее выкапывают теперь из уже начавшей подмерзать земли и что-то из нее готовят. Кто-то из соседей там уже побывал, свеклу принес, ее готовили и ели, и сосед уверяет, что это очень вкусно и даже напоминает тушеное мясо. И вот ранним утром мы с отцом отправляемся за этой свеклой. Уже по дороге становится понятно, что туда идут сотни людей. За тем же самым.

Мой папа очень уж не силач, он полный и квельный. Ему должны были делать операцию, с ней что-то не вышло, и он постоянно носит под одеждой бандаж. Такое устройство вроде широкого толстого пояса с зашитой в нем стальной полосой. Она прижимает ему низ живота — от грыжи. Так что идем мы плохо, нас все время обгоняют. Когда мы часа через полтора приходим к этому полю, там уже копошатся, наверное, тысячи. Земля замерзла, руками не откопаешь. Вблизи уже все копано и перекопано, надо плестись по этому полю куда-то дальше. Мы идем, ищем, где торчит из-под земли замерзшая или сгнившая ботва. Совок, с которым мы пришли — лопаты у нас нет, — гнется; выковырять из земли грязную замерзшую свеклину трудно. За два часа работы — я пытаюсь рыть мерзлую землю, отец кладет добычу в торбу и тащит ее по полю за мной — набирается с грехом пополам десятка два этих корнеплодов. Мы тащим добычу домой, отец едва плетется...

Бабушка и мама качают головами. Вечером растапливают чем-то плиту — почти во всех квартирах их, к счастью, не разрушили, когда год или два назад проводили чудо науки и техники — газ. Бабушка, замечательно умеющая готовить, колдует с нашей добычей, неодобрительно качая головой. Вечером на столе появляется сковородка с неаппетитно выглядящими серыми кусочками неизвестно чего. Едим. Обещанным «вкусом тушеного мяса», мягко говоря, не пахнет. Довольно противно и никакой сытости.

Новая власть заявляет о себе

День или два вода еще шла из кранов еле-еле, потом перестала течь совсем. Весь дом ходил в подвал с ведрами. Потом и тот кран опустел. Нашлась какая-то колонка — кран с водой в переулке не очень далеко от нашей улицы, и там стали собираться длиннющие очереди людей с ведрами. Потом воды не стало и в колонке, и всем пришлось ходить «вниз» — в низину за городским садом, километра за два от нашей улицы. Когда выпал снег, ведро или бачок, у кого был, можно было везти на санках, а до тех пор носили в руках. Причем воду могли по дороге отобрать немецкие солдаты, у них ее тоже не было.

Один из них и забрал у меня однажды два ведра воды, которые я пер оттуда, из низины. Это случилось почти у самого дома.

Отобрал, можно сказать, еще по-благородному: заставил вылить воду в какой-то их бак, а ведра оставил мне. Возненавидел я его всей возможной в мои пятнадцать лет ненавистью и очень долго относил ее ко всем соотечественникам того солдата.

Прошло совсем немного времени, после того как к отцу приходили просители за посаженного полициями Гришку. И однажды в нашем доме, как, наверное, и везде, жильцы стали шепотом передавать друг другу, что на площади Дзержинского казнили людей. Мы с соседскими мальчишками пошли туда узнать. По улице в ту сторону молча шло довольно много людей, и сразу чувствовалось, что ничего хорошего нас там не ожидает.

Так оно и оказалось. На известном всему городу доме обкома партии к перилам балкона были привязаны толстые веревки. На них висели мертвые люди со связанными за спиной руками. У каждого на груди — кусок фанеры с крупной надписью. На одной из этих фанерок было написано корявыми буквами, что Григорий такой-то — это был сын той тетки, что приходила искать защиты у моего отца, фамилию их я не помню, — «повешен как убийца и поджигатель».

Так эта новая власть заявляла нам о себе.

Однажды ночью проснулись от сильного грохота. Взрыв! В окно было видно, как за домами, наверное на соседней улице, к небу поднимается столб пламени. Все уверены, что «взорвалось у них» — у германской армии. Где-то воет сирена, проносятся машины.

Пожар продолжался до рассвета.

А утром из квартиры в квартиру шепотом передавали: взорвался «дом Косиора», известный всему городу особняк

секретаря украинского ЦК, исчезнувшего, как многие другие, в конце тридцатых. После него в особняке поселялся каждый следующий главный партийный секретарь — уже обкома, после того как столица Украины перешла в Киев.

И немцы, конечно, тоже заняли этот дом под какой-то свой штаб.

Очень скоро стало известно, что немецкие военные начальники там же, в своем штабе, и жили. Теперь их хоронят в городском саду. Ставят таблички: генерал такой-то, полковник такой-то. И так далее, десятка два табличек.

Все уверены, что в городе действуют партизаны, и ждут. Но взрывы не повторяются.

Деревенская добыча

Скоро у нас дома не осталось никакой еды. Продать что-нибудь из вещей в городе практически невозможно. Да и пытаться бессмысленно — не дадут ни гроша. Надо идти в деревню — «менять»: городские вещи, например хорошую одежду, на продукты питания. Меня соглашается взять с собой пожилой дядька из соседнего дома, у него в деревне родственники.

Все уже знают: чтобы идти за город, нужно разрешение. За ним обращаются в районную управу. Выстаиваю в очереди, показываю метрику. В то «старое доброе время», когда я родился, в свидетельстве о рождении ничего не писалось про национальность родителей, так что в этом смысле со мной было все в порядке. Мне выдали справку, в ней написано (по-украински, конечно), что мне разрешено до такого-то числа выходить за пределы города Харькова. Не помню, надо ли было точно указывать место. А помню, что в дороге у меня было крутое яйцо, наверное, из каких-то бабушкиных тайных запасов, и кусок макухи. Макуха — это жмых семян подсолнечника, то, что остается, когда их на маслобойной фабрике дробят и отжимают из них будущее постное масло. Вперемешку с лузгой, естественно. Макуха была одним из немногих продуктов, которые продавали за советские деньги на возобновившемся вскоре после прихода немцев харьковском главном рынке, именовавшемся «Блабаз»: Благовещенский базар, такое вот христианско-советское сложное слово по имени находящейся рядом с рынком церкви. Продавали макуху плоскими кусками, часто круглыми, похожими на точильный камень. Она пахла подсолнечным маслом. Когда грызешь и понемножку прожевываешь, очень даже забивает голод, хотя и ненадолго.

Прошагав целый день, мы без особых происшествий добрались до села Веселого, вот такое хорошее имя. И там легко нашли — все друг друга знают — родственников того дядьки, Валентина Николаевича. Они нас накормили досыта горячей вареной картошкой. Утром я ходил по избам. «Тетя, вам не надо отрез на платье или мужские туфли сорок первый номер?» В ответ объясняют, что надо не туфли, а спички. И мыло. Спички у меня с собой были — коробков, наверное, пять. И еще иголки, потому что в городе было известно, что это очень ходовой товар. С иголками и спичками дело пошло лучше.

Давали мне *борошно* — зерно по-украински, немолотые зерна ржи или пшеницы. Да только не в тех количествах, на которые рассчитывала бабушка. Какая-то тетка взяла иголки и, явно меня пожалев, насыпала целую меру — такой довольно большой черпак, литров, наверное, пять. Еще сменял новый шерстяной шарф, за который дали полведра пшеницы. Вот и все. И уже когда мы собрались уходить, хозяйка избы, похав и покачав головой, взяла у меня еще какие-то вещицы, насыпала мне в торбу еще с ведро зерна и дала (сказала, в придачу) кусок сала — граммов, наверное, триста.

Хозяйка нас на прощание плотно накормила и посоветовала, чтоб не возвращались той дорогой, которой пришли: там полиция могут запросто отобрать продукты. Сказала, чтобы мы шли в другую сторону, на деревню с красивым именем Черкасские Тишки. От нее можно выйти на шоссе, по которому ездили до войны. Это дальше, зато безопаснее. А по шоссе

идет в сторону города много народу. Там ездят немецкие автомашины, поэтому полиция не до саночников, и они меньше придираются.

Утром того дня мороз был покрепче, чем накануне. Яркое солнце, снег блестит, дым из труб медленно тянется к голубому небу. Собрали мы санки, увязали поклажу и, попрощавшись с хозяйкой, пошли, куда она показала. Это была занесенная снегом дорога, вернее, самой дороги под снегом видно не было, но вдоль тянулись столбы. Провода на них висели только кое-где, остальные были оборваны. Мои санки были плохие — «финские», на которых я года за два или три до этого катался с горки. Тащил я их, хоть и не тяжелые, с трудом. И холодно мне сначала не было. Но очень скоро снег пошел сильнее, его мело в лицо обжигающим ветром, а телеграфные столбы постепенно становились едва видны. Приходилось уже останавливаться и вглядываться, чтобы не потерять столбы, и при этом почему-то оказывалось, что столбы гораздо дальше, чем я думал. Мальчик вспомнил тут «Капитанскую дочку» Пушкина — как молодой Гринев с Савельичем едут зимой в кибитке.

Валентин Николаевич тоже оказывался где-то в стороне, он чертыхался и звал меня. Потом совсем пропал из виду, откуда-то издали донесся его голос, а я никак не мог вытянуть санки из очередного замета; руки стали как чужие, а нос и щеки я, кажется, совсем перестал чувствовать. Тогда я повернулся к ветру спиной, но это получилось — лицом в обратную сторону от той, куда нам идти. Стал оглядываться. Было непонятно, где какая сторона. Вокруг свистит, метет, а я топчусь посреди этой крошечной зги. Холод пролез уже под одежду, ноги совсем заоченели. Я присел на корточки и пригнулся, чтоб хоть немного защититься от ветра.

Кажется, стало теплее. И мальчику захотелось прилечь — просто так. Ну, может быть, задремать на минутку.

И тут со всей отчетливостью давно читанной детской книжки я вспомнил, что *так замерзают насмерть*. И что если сейчас же не поднимусь и не пойду дальше, пусть из самых последних сил, то мне — каюк.

С трудом поднялся на ноги. Потянул санки за веревку, руки уже тоже плохо слушались. Потом услышал голос чертыхающегося Валентина Николаича. Он шел почему-то в другую сторону, мне навстречу. Пурга, кажется, чуть потише, но в поле становилось все темнее. Телеграфных столбов совсем не видно.

И мы, еле передвигая ноги, поплелись. Уже просто наугад. Через сколько-то времени, совершенно не могу сказать, было это десять минут или два часа, впереди послышался лай. А потом мы увидели что-то светящееся. Окно!

Нас пустили в избу. У меня отморожены щеки и подбородок, пальцы на ногах. Валентин Николаевич отморозил нос и пальцы на руке.

Метки от этого похода — мерзнувшие зимой пятна на лице оставались на мне лет тридцать. Потом вроде бы сошли понемногу.

«Жидам города Харькова...»

Как и в любом оккупированном гитлеровским войском городе, наступил страшный день развешанных на улицах объявлений: «Жидам города Харькова...» Я это, естественно, не списывал, помню не дословно, а суть. Там приказывалось «всем жидам города Харькова» такого-то числа, это был завтрашний день, идти к восьми часам утра в поселок Тракторного завода. (Завод выпускал в начале войны танки, его еще летом эвакуировали на восток.) Что надо иметь при себе продукты, теплые вещи, документы, все свои деньги и ценности. Что не подчинившиеся приказу «будут расстреляны». Подписавшим значился какой-то высокий немецкий начальник, кажется, генерал.

Самое поразительное, что у нас дома, когда я примчался с этой «новостью», взрослые, всячески стараясь поначалу выпихнуть меня из комнаты, до самой ночи в чем-то еще сомневались и без конца спорили — идти туда маме или не

идти. Звучало и такое: идти маме с папой вдвоем. Ведь если не подчиняться и не идти, то куда же деваться? Во второй половине дня бабушка ушла к своей сестре, у которой был дом в дачном поселке километрах в двадцати от города. Узнать, не разрешит ли она маме там пожить. К тому времени я уже полным ходом встрял во все эти разговоры. Попрекал отца, повторял, что надо было эвакуироваться. И что пусть все что угодно, но только не на Тракторный. В общем, день этот для нашей семьи поставил, что называется, все точки над «и».

Бабушкина сестра сказала, что пожить у нее маме можно, но недолго. Кто-нибудь дознается, и тогда могут отобрать дачу. У бабушкиной сестры были, кроме того, большие счета к советской власти, потому что двух ее сыновей арестовали в тридцать седьмом году и об их судьбе ничего не было известно. И очень может быть, что она уже надеялась больше на немецкую власть, чем на советскую.

Споры взрослых тем не менее не кончились, и совсем поздно вечером меня спровадили спать. А ночью ко мне прибежала мама в слезах и сказала, что сейчас она будет собираться и мы с ней пойдем в дачный поселок. Что я понесу вещи, провожу ее, но там с ней не останусь, потому что так они решили: «тобой не рисковать».

Рано утром, когда мы с мамой уходили из города, сотни людей шли с вещами в сторону Тракторного, в гетто.

Наверное, многие из них верили, что останутся в живых...

Нечто удивительное

А моей деревенской добычи хватило ненадолго. Через сколько-то времени, когда морозы отпустили, отправились мы снова в деревню «менять», на этот раз уже вместе с отцом. Пошли опять в Веселое, просто потому, что туда я знал дорогу. Добрели на второй день. Какая-то женщина признала меня, пустила ночевать. Утром походили по избам, чего-то наменяли; отец был даже доволен. А главное — будет что отнести маме. И вот, собрав санки с небогатой добычей, вышли мы, чтобы двигаться в обратный путь, — как прямо на деревенской улице нас остановил полицай. И с какими-то угрожающими словами и соответствующим выражением лица повел за собой.

Спрашиваем, за что, в чем дело? Отвечает, что «кажут (говорят), що вы жидаы...»

Отец возмущается: «Я украинец!» — тычет тому советский паспорт. Полицай отмахивается и бурчит, что не его это дело.

Привели нас в «комендатуру» — какую-то избу, в которой грелись деревенские полицаи. Посадили за барьер. С перепугу, наверное, я спросил у полицай, показавшегося мне вроде бы добрей других: что с нами будет, мы же украинцы... «Якщо жидаы, — отвечал служитель оккупационной власти, — мабуть (может быть, наверное), повисять».

Хорошо помню, что я почему-то не испугался. «Внутренне собрался», наверное, как пишут в романах. Сидим, ждем. Отец нервничает.

Вскоре появился старший — хмурый мужчина средних лет, в цивильном. Не обтрепанный, но и не то чтобы хорошо одетый. Городское, не новое пальто, валенки. Оглядел нас подозрительно, сел, достал карандаш и приступил к процедуре: «Як фамилия? Имья та по-батькови?» Отец отвечает: «Черненко Борис Сергеевич и мой несовершеннолетний сын Миша».

И тут вместо ожидаемых «других» вопросов происходит нечто удивительное. Предводитель полицаев вскидывается, поднимается с табуретки и, словно в ожидании чего-то приятного, пялит глаза на моего отца.

— Борыс Сергийович? Дз вы працювали за бильшовикив?

— Я защитник, адвокат, — отвечает отец.

А мрачный полицай, расплывшись в улыбке, бросается его обнимать.

Кричит: «Борыс Сергеич! Так я ж Грыщук! — Фамилия при-близительно; я ее не запомнил. — Вы менэ оборонялы (защищали) по эс-вэ-у!»

Через минуту я понял, что нас собирався допрашивать бывший подзащитный отца по какому-то политическому делу тех тридцатых годов, когда еще судили судом, а не «особым совещанием». Что С.В.У. — Союз вызволения, то есть освобождения, Украины (от советской власти, разумеется), а суд по таким делам был закрытым. Адвоката назначала какая-то инстанция, ему полагалось только «ознакомиться с делом» и произнести некую слегка защитительную речь перед этим секретным судом. Насколько помню со слов отца, обвиняемый при этом не присутствовал, и адвокат его так ни разу и не видел. Такая вот юстиция.

Зато теперь в селе Веселом нас с отцом, вместо процедуры, упоминавшейся хмурым конвоиром, тут же отпустили на все четыре стороны. И еще снабдили на прощание полбуханкой хлеба и советом отцу — не попадаться старостам и полициям, «якщо вы такий чорнявий, як жид».

Если повезет, то, как известно, везет и дальше. Полиции доверительно посоветовали поспешать: неподалеку на дороге лежит пристреленная лошадь — разживетесь мясом. Мы послушались. Лошадь нашлась километра через полтора, и с помощью какого-то ножика, который был у нас с собой, чтоб отрезать, если придется, хлеба, нам удалось отковырять от уже начавшей замерзать туши здоровенный кусок, целое богатство. Мясо к тому времени уже было совершенно недостижимой роскошью.

На обратном пути отец сказал, что, если вернутся наши, он будет проситься на работу в НКВД. Его еще долго трясло от пережитого с полициями.

До города добрались к вечеру следующего дня, попасть домой до комендантского часа уже не успевали. Пошли проситься на ночь к жившему поближе сослуживцу отца Маркову. У них было почему-то тепло, нас накормили и оставили ночевать. И еще был замечательный сюрприз: туда пришла мама. Оставаться у бабушкиной сестры было уже нельзя, и маму спрятала у себя родственница Марковых, она жила в соседнем с ними доме.

С моими родителями она до этого не была даже знакома.

Торговля с рук и нечистоты во дворе

Стал чуть-чуть оживать базар. Не было прилавков или навесов — их давно пожгли; просто толклись люди; один у другого что-то спрашивал, вдвоем отходили в сторону, и там происходила сделка, торговля — с рук, в прямом смысле слова. Из «товаров» на базаре хорошо помню те самые какао-бобы, что награбили пред уходом Красной армии на кондитерской фабрике. Их было чуть не изобилие, во всяком случае, больше предлагали, чем спрашивали. На вкус они горькие и маслянистые. Только нам было не до шоколада... Еще хозяйственное мыло — у кого-то, наверное, оно сохранилось, но чаще всего у продавца был только один кусок. Уже упоминавшаяся макуха, подсолнечные жмыхи. И еще там продавали — совершенно уже из-под полы, потому что за такими продавцами охотились полиция, — «немецкий хлеб» — буханки кирпичиком, которые получали немецкие солдаты (и офицеры, наверное). И сало — в небольших кусках, грамм, наверное, по двести или триста, чтобы продавец и покупатель, если кого-то из них прихватит полиция, отделались малым...

Постепенно как бы вернулись советские деньги. Солдатский хлеб стоил на базаре триста или четыреста рублей буханка. (Перед войной зарплата в шестьсот тогдашних рублей считалась неплохой.) Еще ходили оккупационные марки — как бы немецкие деньги, но народ хорошо понимал, что они не настоящие, их старались не брать. А настоящих немецких денег в этом тогдашнем обороте, насколько я могу судить, не было.

Добытое в деревне зерно толкли в ступе и варили из него кашу. Потом появились самодельные ручные мельницы наподобие нынешних кофемолок. Два куска жести, на них выбито множество дырочек с заусеницами от гвоздя. Один прикреп-

лен к деревянному конусу или цилиндру, другой — внутри корпуса «мельницы». Одно в другом надо чем-то крутить, тереть. Самодельные эти мельницы были большой ценностью, у нас дома такой не было, одалживались у соседей. Из размолотых в такой штуке зерен пшеницы, ржи или ячменя получалось что-то вроде крупы или даже грубой муки; из нее варили болтушку или замешивали некое подобие теста, пятались печь лепешки.

У кого-то в подвале осталась картошка, расходовали ее по штуке или две, очистки тоже пекли на раскаленной железной поверхности печки-буржуйки или плиты. Они, картофельные очистки, превращались в нечто приятно пахнущее и аппетитное, только очень уж уменьшались в размерах, и сытости от них не получалось никакой. Пробовали смазывать сковородку или противень свечкой. Ничего не получалось: стеарин сразу застывал, превращая продукт в несъедобный. А вот воск, у кого был для натирки пола, для этого вполне годился. Лепешка или оладья, испеченная на воске, была очень вкусной...

Чтобы затопить печку, надо раздобыть хоть какие-то доски или палки. Везде, где еще оставались деревянные заборы, их сломали и растащили. Мебель и книги мы решили не жечь, что бы там ни было. Если же удавалось найти хоть какие-то обломки дерева, то натопить комнату все равно было невозможно, и дома у нас был мороз. Сколько градусов, не помню. Воды в водопроводе по-прежнему не было, и, соответственно, канализации как бы не существовало, она замерзла. По утрам жильцы выносили ведра, и во дворе пятиэтажного дома росла гора из смерзшихся нечистот.

Так весь город.

Отца арестовали

Не знаю, везде ли, а в Харькове адвокаты были по большей части людьми беспартийными. Наверное, поэтому немцы старались вовлечь кого-то из них во власть. Однажды отец пришел домой в ужасе — защитник служит районным бургомистром и затеял «проверку» коллег: полиция приводит к нему бывших сослуживцев, и он их самолично «обследует» в своем кабинете.

Отец попытался заработать на пропитание подушечками, это такие самодельные конфеты из патоки. Кто-то давал ему пятьдесят или сто этих подушечек, и отец продавал их на базаре по штуке. Замерзал он там сильно, но потом стало получаться — ему оставалось от двух или трех таких порций около двухсот рублей. И тогда отец приносил домой полбуханки хлеба. Или пяток самодельных лепешек, которыми тоже кто-то уже стал торговать.

Но всего этого было совершенно недостаточно, чтобы прокормиться.

У отца хранились золотые часы с гравировкой; они остались еще от деда, с которым бабушка разошлась очень давно. И вот кто-то сказал отцу, что их можно продать немецкому офицеру за продукты. И отец, когда шел утром на базар торговать леденцами, взял эти часы с собой, чтобы показать их или передать потом тому человеку. А вечером того дня домой он не вернулся: его арестовали, прямо на базаре. То ли полиция, то ли немецкий патруль, никто точно не мог сказать. Совпадение это было или так вышло случайно, мы никогда не узнали.

Пробовали спрашивать, искать — ходили в бывшую тюрьму НКВД, где теперь хозяйничали полиция, и в какой-то дом на главной улице Сумской, про который говорили, что там гестапо, — все без толку. В общем, через несколько дней мы с бабушкой поняли, что остаемся вдвоем.

Были мы в это время как нищие. Нас иногда звали соседи, чтобы немного покормить. Я опять ходил в деревню по начавшейся распутице, теперь уже километров за пятьдесят, менять какие-то вещи. Вернулся еле живой, с трудом дотащил санки с добычей — два ведра зерна и бутылка от водки с подсолнечным маслом. Потом какое-то время нас с бабушкой

выручал человек, который считался большим прислужником фашистов, — поставленный ими «обер-бургомистр» всего Харькова адвокат Семененко.

Бабушка пошла к нему просить за отца, ее легко пустили. Бабушка мне рассказала, что Семененко разговаривал с ней сочувственно; сказал, что арестовало, наверное, гестапо и узнать у них он ничего не может. И дал бабушке талоны на обед в бургомистровскую столовую на всю неделю. Велел никому не говорить и приходить еще.

И недели две я ходил каждый день с этими талонами и с кастрюльками к какому-то окошку во дворе рядом с бывшим кино на Сумской улице, стоял там в очереди и приносил домой самый настоящий обед — суп и второе. Еще до этого раза два кормил нас бесплатно бывший завмаг и подзащитный отца Абрам Павлович, который был, конечно, украинцем и открыл при немцах что-то вроде частной столовой.

Но все эти чудеса быстро кончались.

Мы с бабушкой постепенно переставали верить, что отец вернется. Ведь если он жив, то хоть что-нибудь нам бы о нем сказали. И с маминым нелегальным житьем стало к этому времени совсем плохо — люди боялись ее прятать. А кто соглашался пустить к себе хоть на несколько дней, те не разрешали приходить к ней, чтобы у соседей не было лишнего повода что-то заподозрить. Встречаться, чтобы передать еду, надо было на улице. Пока был с нами отец, это как-то происходило через его знакомых, а потом, к концу зимы, стало так, что мы с бабушкой подолгу ничего не знали про маму.

Проще говоря, не знали, жива ли она.

«Мобилизован на работу в Германию»

Вроде бы началась понемногу весна, дома стало хоть малость теплее. И вот в это время я стал впадать в какую-то апатию. Терял ощущение происходящего, наподобие того, как зимой в поле, когда замерзал. Но встряхнуться не мог. Скорее всего, и не сознавал этого. (Это, конечно, теперешние слова, тогда никаких слов просто не было.) Не хотел идти за водой. Ведь что с ведром воды, что без него — какая разница? Не мыться же... Еды дома никакой, и нечего отнести маме, если она даст о себе знать.

Пропадаем мы, это очень даже ясно.

И вот в один из таких дней, это было уже, наверное, начало мая, пошел я отмечаться на «биржу труда», такой был заведен в городе порядок. Без этой отметки в бумажке, которую полагалось носить при себе, могли прямо с улицы забрать полицаи.

Там мальчика и прихватили...

На листке размером с половину тетрадной страницы, который мне дали вместо отметки биржи труда, мои имя и фамилия были вписаны в отпечатанную форму из таких примерно слов: «мобилизован на работу в Германию, явиться для отправки на железнодорожную станцию Харьков по адресу такому-то такого-то числа к такому-то часу, имея при себе исправные одежду и обувь, это предписание и продукты питания на одни сутки...»

Было это напечатано по-русски или по-украински — не помню. Подпись-закорючка немецкими буквами. Продуктов у нас дома к тому времени все равно не было. И еще запомнился, прямо как отпечатался в памяти, молодой немец, который этот документ выдавал. В желто-зеленой форме, но без погон, значит, не военный. Лицо совсем не немецкого типа. Одно плечо ниже другого. Говорил на ломаном русском доброжелательным тоном.

Отнесся мальчик к происшедшему почти равнодушно. Не сейчас, так потом заберут, какая разница...

Сколько же раз потом меня про это спрашивали и допрашивали! Почему не сбежал, почему пошел с этой бумажкой на сборный пункт, на станцию? Почему не прыгнул с поезда? Раз не сбежал, значит *добровольно*... Ковыряли, шпыняли, а также время от времени писали «куда следует» доносы. (Там,

правда, и без них всё знали.) Писателями были чаще всего те, кому происходившее в войну по-настоящему и не снилось.

Когда вернулся домой, бабушка, выслушав меня, помолчала, а потом вздохнула и сказала, что раз так случилось, то что ж поделать. Раз отправляют туда работать, значит, будут кормить. «Может, Бог даст, ты выживешь. Пусть хоть там...» — сказала бабушка.

До назначенного дня оставалась еще, кажется, неделя. А через день или через два к нам постучалась незнакомая девочка и передала записку от мамы. И сказала адрес, куда мне идти к ней.

Мама написала, что накануне едва не погибла, что нести еду не нужно, а нужно что-то из одежды, чулки попроще и платок на голову. Еще мешок или наволочку и какие-то мелочи — иголку, нитки, пуговицы. И чтобы я сжег письма, которые лежат в ящике ее стола, и пришел, куда скажет девочка. Обязательно сегодня, потому что завтра мама уходит надолго.

Мы с бабушкой сожгли в печке письма, собрали нужные вещицы, и я пошел. Встреч с немцами я к тому времени уже не боялся. Они, военные, как бы сами по себе, к нам обычно не лезут. А если придется, отвечал по-немецки, вспоминал уроки, которые раньше терпеть не мог, и, что называется, заговаривал зубы. Когда говорил с ними по-немецки, это оказывало хорошее действие. Уж по крайней мере ведра с водой не отнимут. Лишь бы не полицаи.

Людей, у которых ждала мама, мужа с женой возраста примерно моих родителей, я не знал. Были они какие-то очень спокойные и основательные. Нас с мамой усадили за стол и сытно кормили, не помню чем, а помню, что вкусным и сытным. К сожалению, не знаю имени хозяйки. Может быть, Иван Алексеевич, но я не уверен. Кажется, он работал до войны бухгалтером. Он мне как-то очень твердо втолковывал, что мы были вроде как совсем дураки, потому что нельзя же так, и что скрываться маме надо не в городе. А в деревне, и подальше от Харькова, где ее наверняка никто не узнает. И что завтра мама в такую деревню пойдет с его родственниками. Это в сторону города Сумы, уже не в Харьковской области.

И еще — чтобы мы не беспокоились, что все будет хорошо...

Была ли у мамы с собой хоть какая-нибудь немецкая бумажка, я не знаю. Наверное, профсоюзный билет или липовая справка из домоуправления, которую написал и поставил печать тот же святой человек, паспортист Иван Иванович.

Я сказал маме про Германию. Мама, если можно так сказать, сдержанно пришла в ужас. Но сказала, как бабушка, что, может быть, я останусь жив.

И мы попрощались.

Место, откуда отправляли в Германию, было на окраине. Довольно далеко от вокзала, которого, собственно, и не было, его взорвали наши перед отступлением из Харькова. Какое-то обшарпанное одноэтажное здание, больше похожее на барак.

Собралось там довольно много народу, но было тихо — все помалкивали...

Продолжение следует.

P.S.

Эта глава взята из книги М.Б. Черненко «Чужие и свои», которая издана в 2000 году издательством «Текст». Полный текст этой книжки есть в Интернете: militera.lib.ru и e-libra.ru



Художник Гер Хантсен

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Открыл Америку — заморозил Европу

Малый ледниковый период, и самая холодная его часть — с XVII века по начало XIX. Зимой замерзает Темза, покрывается льдом Босфор, в Италии идет снег, в Германии больше не вызревает виноград, в России страшные неурожаи. Кто-то бунтует против царя, кто-то начинает жечь ведьм — а что, логично, если не эти нечестивые враги христианского мира испортили климат, то кто?!

Наши современники обычно винят природные факторы — замедленные течения Гольфстрима, усиление активности вулканов, чей пепел в атмосфере задерживал солнечный свет, и даже снижение солнечной активности. Есть также версии, связанные с депопуляцией: обширные территории обезлюдели, в Европе из-за Черной Смерти — пандемии чумы XIV века, а в Америке — из-за экспансии европейцев. В Европе никто не пашет и не пасет скот, в Америке никто не выжигает девственные леса, пустоши зарастают деревьями, содержание углекислого газа в атмосфере снижается, температура падает.

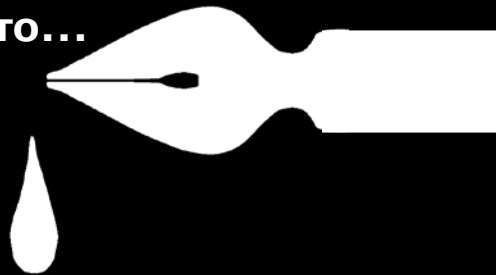
Снижение концентрации атмосферного CO_2 в 1500-е годы по сравнению с 1400-ми имело место, но было ли оно вызвано депопуляцией? Британские ученые решили проверить, могла ли колонизация Америки вызвать похолодание, с помощью расчетов («Quaternary Science Reviews», 2019, 207, 13–36; doi: 10.1016/j.quascirev.2018.12.004).

Исследователи проделали огромную работу, проанализировав данные о доколумбовой численности американских аборигенов и ее сокращении после колонизации, о том, какая площадь земли обрабатывалась на душу населения до появления европейцев, и наконец, о том, как поглощают углерод зарастающие лесами селхозугодья — достаточно ли активно, чтобы снизить концентрацию CO_2 в воздухе на 7–10 ppm? Цифры получились такие: численность населения до 1492 года — порядка 60,5 млн, землепользование — 1,04 га на душу населения, а сократилась популяция Северной и Южной Америк в последующий век на 90%, что освободило 55,8 млн гектаров. Это могло существенно повысить утилизацию углекислого газа в масштабах планеты: 47–67% наблюдаемого снижения концентрации CO_2 , по оценкам авторов работы, можно записать за европейскими колонистами в Новом Свете, истреблявшими «дикарей» как огнем и мечом, так и с помощью завезенных инфекций.

Получается, и в самом деле холода в Европе вызвали злые люди — но вовсе не бедные старушки с черными котиками. Нежнее надо с соседями по планете. Убиваешь ли ты себе подобных, чтобы их земли поросли бурьяном, или рубишь тропические леса, чтобы прокормить больше людей, в обоих случаях последствия будут так себе.

Е. Сизикова

Пишут, что...



...новый калькулятор последствий для быстрой оценки опасных эффектов при падении крупных космических тел содержит блок «Конструктор опасных орбит» для моделирования условий входа космического тела в атмосферу Земли или определения параметров его орбиты, исходя из условий входа («Астрономический вестник», 2018, 52, 6, 552–565)...

...несмотря на продолжающееся более 150 лет современное потепление, некоторые ледники увеличиваются в размерах («Доклады Академии наук», 2018, 481, 6, 680–685)...

...из-за потепления площадь с абсолютно неблагоприятными условиями жизнедеятельности в Арктической зоне России значительно сократилась, и масштаб этого сокращения сопоставим с изменением дискомфорта при «мягком» антропогенном сценарии для периода 2046–2055 гг. («Лед и снег», 58, 2, 243–254)...

...с помощью электронного мерзлотомера можно оценить влияние мощности мерзлого слоя грунта на сейсмический сигнал, что пока мало исследовано («Научное приборостроение», 2018, 28, 4, 98–102)...

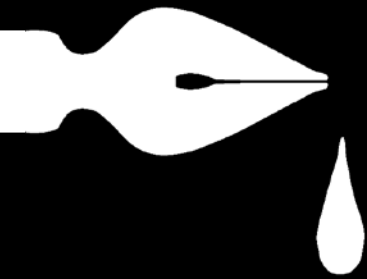
...разработан 3D-принтер для одновременной печати всех точек в трехмерном объекте («Science», 2019: eaau7114; doi: 10.1126/science.aau7114)...

...компьютерная программа предлагает пути синтеза лекарственных препаратов, не защищенные патентами («Chem», 2019; doi: 10.1016/j.chempr.2018.12.004)...

...Т-клетки для иммунотерапии рака можно выращивать из плюрипотентных клеток в органоидах — лабораторных моделях тимуса («Cell Stem Cell», 2019; doi: 10.1016/j.stem.2018.12.011)...

...Александр Македонский умер не от инфекции или алкоголизма, а от тяжелого аутоиммунного заболевания, синдрома Гийена — Барре («The Ancient History Bulletin», 2018, 32, 106–128; <https://ancienthistorybulletin.org/>)...

...«совы» более склонны к психическим заболеваниям, чем «жаворонки» («Nature Communications», 2019, 10, 343; doi: 10.1038/s41467-018-08259-7)...



...большие панды *Ailuropoda melanoleuca* начали питаться исключительно бамбуком около 5000–7000 лет назад, а вовсе не миллионы лет назад («Current Biology», 2019; doi: 10.1016/j.cub.2018.12.051)...

...фотоакустический спектрометр на основе трехцветного светоизлучающего диода позволяет определять интенсивность фотосинтеза в глубинных слоях листьев растений («Акустический журнал», 2018, 64, 6, 768–774)...

...предложена гипотеза, согласно которой сеть артериальных сосудов скелетных мышц строится не только в соответствии с принципом минимизации энергозатрат, но и с учетом ее способности обеспечивать максимально быстрое увеличение кровотока при оборонительной реакции («Успехи физиологических наук», 2018, 49, 4, 3–11)...

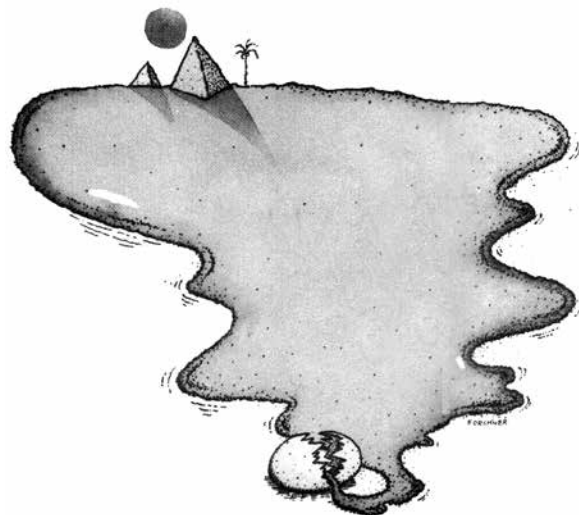
...все больше данных говорят о важности механических сил в эмбриогенезе, в связи с чем изучена возможность применения флуоресцентных механосенсоров на основе белков винкулина и С-кадгерина для визуализации механических напряжений в тканях зародышей курицы и шпорцевой лягушки («Онтогенез», 2018, 49, 6, 361–370)...

...робот, моделирующий перемещение ископаемого животного *Orobates pabsti*, жившего 280 млн лет назад, показал, что способность к передвижению на четырех лапах у этого животного была развита лучше, чем считалось ранее («Nature», 2019, 565, 351–355; doi: 10.1038/s41586-018-0851-2, https://biorob2.epfl.ch/pages/Orobates_interactive/)...

...мы живем в среде электромагнитного хаоса, когда сотовая связь используется практически повсеместно, несмотря на диаметрально противоположные точки зрения на радиационную опасность электромагнитного поля радиочастотного диапазона, особенно для детей («Радиационная биология. Радиоэкология», 2018, 58, 6, 633–645)...

...если раскрасить человеческое тело в белую полосу, это отпугнет кровососущих насекомых («Royal Society Open Science», 2019; 6, 1, 181325; doi: 10.1098/rsos.181325)...

Художник Форчнер



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Лед тает, тает

Политики придумывают всевозможные экономические механизмы для того, чтобы побороть глобальное потепление, но при этом не снизить показатели экономического роста. А температура земного шара тем временем неуклонно растет. Тенденция последних пяти лет показывает: в 2023 году планета перейдет важный рубеж — средняя за год приземная температура воздуха станет на один градус больше, чем в доиндустриальную пору. Соответственно, к концу XXI века ожидается ее повышение на 3–4 градуса. Нагрев ведет к перераспределению воздушных потоков и океанических течений и это проявляется в виде капризов погоды. Вот в 2018 году снег падал в Сахаре, в Калабрии или Базиликате на самом юге Апеннинского каблука сугробы выросли по пояс, стояли лютые морозы, а в Риме в это время люди купались в фонтанах. А еще от потепления тает лед. И больше всего климатологов волнует таяние ледников в Гренландии и Антарктике.

Из льда получается пресная вода, которая, попав в океан, обязательно скажется на течениях, прежде всего Гольфстриме. Свежий расчет, проведенный международным коллективом во главе с профессором Ником Голледжем из веллингтонского Центра исследований Антарктиды, показал последствия («Nature», 2019, 566, 65–72; doi: 10.1038/s41586-019-0889-9). Общий вывод — погода станет еще менее предсказуема, и этот хаос продлится до конца века. Таяние ледников вызовет рост уровня океана, однако его максимум придется на конец 60-х — начало 70-х годов. Плохая новость для обитателей тропических островов: подъем воды будет идти неравномерно, и больше всего океан вырастет именно в тропиках. То есть уже перед ныне живущим поколением людей встанет нетривиальная задача расселения целых народов и государств в пригодные для жизни места.

Наиболее серьезные изменения климата ожидают север Атлантики. Именно там из-за торможения Гольфстрима поток теплой воды, а он обеспечивает мягкий климат северо-западной Европы, уменьшится, а вот резервуар теплой воды в районе Карибов и Бермуд, наоборот, увеличится. В результате в Европе станет заметно холоднее, а в арктической и восточной Канаде, а также в Центральной Америке — значительно теплее.

По мнению профессора Голледжа, политики отнюдь не в полной мере учитывают последствия таяния ледников, а ведь подъем уровня океана остановить невозможно, даже если будет выполнено парижское соглашение по климату. Видимо, будучи оптимистом, он отмечает, что вот если мы-таки резко сократим эмиссию парниковых газов, то шанс избежать тяжелых последствий у человечества имеется. Пессимисты же с интересом поглядывают на другую короткую заметку в этом номере журнала, где сильное охлаждение планеты и возникновение Малого ледникового периода связывают с истреблением индейцев, случившимся после открытия континента Колумбом.

А.Мотыляев



Н.В. АКУЛОВУ, Новосибирск: *Кислотно-основные флуоресцентные индикаторы начинают или перестают светиться при определенных значениях pH, для этого растворы подсвечивают УФ-светом, их удобно использовать для титрования окрашенных или мутных растворов.*

Т.Л. ЛАЗАРЕВОЙ, Красногорск: *Следы от скотча с мебели можно удалить и спиртом, и уксусом, и замечательным растворителем 646; на всякий случай сначала попробуйте на незаметном участке, не повредит ли он лак или полировку.*

В.Е. ВОРОБЬЕВОЙ, Челябинск: *Твердые духи делают на основе пчелиного воска и косметического масла без запаха — в расплавленную и охлажденную смесь добавляют ароматическую композицию.*

Р.Н. МИРОНОВОЙ, Москва: *Хорошая альтернатива зеркальному стеклу для детского творчества — кусочки компакт-дисков; как носители информации CD свое практически отжили, но для зеркальной мозаики отлично подходят, и порезаться ими сложно.*

Р.Г. АКЧУРИНУ, Казань: *Чтобы проверить качество чайных пакетиков, можно вскрыть один из них и посмотреть, насколько содержимое напоминает чай; есть и другой способ — опустить пакетик в холодную воду; если вода окрасилась, это нехороший признак: настоящий чай заваривается только в горячей воде.*

С.Г. ЛАПИНУ, Санкт-Петербург: *«Ипекакуанка инфузум», упоминаемая в «Записках юного врача» Булгакова, — настой корня бразильского растения *Carapichea ipecacuanha*, ипекакуана, отхаркивающее и рвотное средство; в качестве отхаркивающего вместо нее сейчас обычно употребляют экстракт травы термопсиса ланцетного.*

Ф.Д. СЕРГЕЕВУ, Черноголовка: *Юдзу (*Citrus jinos*) — гибрид мандарина и ичанского лимона, встречается в Юго-Восточной Азии, часто используется в японской и корейской кухне; вообще съедобных цитрусовых, учитывая легкость гибридизации между представителями рода, существует очень много.*

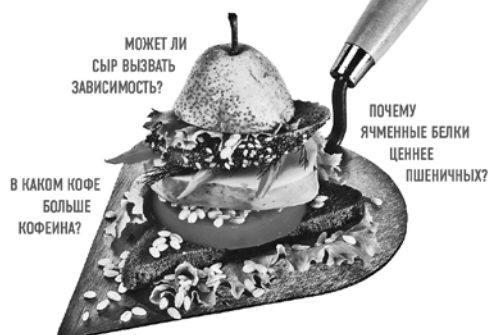
Е.О., электронная почта: *Мы не знаем, почему вы не можете комментировать публикации «Химии и жизни» в Фейсбуке, но это точно не из-за нас; в бан мы отправляем крайне редко, и для этого комментатору нужно как следует постараться.*

СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ С НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫМ ЖУРНАЛОМ «ХИМИЯ И ЖИЗНЬ»

@ХИМИЯ
И ЖИЗНЬ

ЧТО МЫ ЕДИМ?

НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ
НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ



НАТАЛЬЯ РЕЗНИК

БИОЛОГ, НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛИСТ,
ПОСТОЯННЫЙ АВТОР ЖУРНАЛА «ХИМИЯ И ЖИЗНЬ»

Мы все едоки, и если хоть отчасти верно, что человек — это то, что он ест, эта книга про нас. А о себе всякому читать интересно.

Издательство «Эксмо» в сентябре 2018 года приступило к выпуску книг, написанных постоянными авторами журнала «Химия и жизнь». Первая книга из этой серии уже в продаже — «Что мы едим? Непростые ответы на простые вопросы». Основой книги послужили статьи, опубликованные в разные годы на страницах журнала, переработанные и дополненные последними научными данными. В итоге получились 39 рассказов с замечательными иллюстрациями Натальи Колпаковой.

Все рассказы посвящены известным продуктам, правда, многие из них популярны за пределами нашего Отечества: в лесах Амазонки, полупустынных нагорьях Китая или на берегах африканских озер. Однако в ближайшем будущем они могут приобрести планетарное значение. Продовольственный кризис и глобализация уже делают свое дело, и некоторые экзотические для нас культуры постепенно проникают на прилавки российских магазинов. К этому нашествию нужно подготовиться. Современному человеку следует знать, как правильно есть акрид, что заменит россиянам сою, каковы на вкус «бедрa нимфы Авроры» и в каких краях эти нимфы водятся, и не путать батат с картофелем.

Купить книгу можно в нашем киоске www.hij.ru.
Цена — 395 рублей
с доставкой по РФ.

Российско-израильская программа поддержки проектов промышленных НИОКР



ФОНД ИНФРАСТРУКТУРНЫХ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ
Группа РОСНАНО



Фонд инфраструктурных и образовательных программ совместно с Агентством по инновациям Израиля (бывший Офис главного ученого Министерства экономики Израиля) проводят восьмой отбор российско-израильских проектов промышленных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Заявки принимаются до 28 марта 2019 года

Отбор работ проводится в рамках межправительственного соглашения о сотрудничестве в области промышленных НИОКР, заключенного между Россией и Израилем. Со стороны России соглашение курирует Минпромторг, со стороны Израиля – Минэкономики.

Напомним, главная цель деятельности Фонда инфраструктурных и образовательных программ - финансовое и нефинансовое развитие нанотехнологического и связанных с ним высокотехнологичных секторов экономики путем формирования и развития инновационной инфраструктуры, развития рынка квалифицированных кадров и системы профессионального образования, институциональная и информационная поддержка выхода на рынок технологических решений и готовых продуктов.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТАМ

Проект должен: относиться к области нанотехнологий и связанных с ней высокотехнологичных секторов, способствовать развитию новых производств, механизмов и инструментов для реализации потенциала наноиндустрии. Кроме того, разрабатываемые продукт, процесс или услуга в рамках реализации проекта должны носить инновационный характер и опираться на новые технологии, а также иметь значимые объемы потенциальных рынков на территориях России, Израиля, других стран. Ожидаемый срок коммерциализации создаваемой технологии должен составлять не более пяти лет. С полным перечнем требований можно ознакомиться на сайте Фонда инфраструктурных и образовательных программ (<http://fiop.site/strategicheskoe-razvitie/rossiysko-izraelskaya-programma-niokr/>).

ПОРЯДОК ПОДАЧИ ЗАЯВОК

Заявка в формате PDF направляется одновременно в Фонд инфраструктурных и образовательных программ на электронный адрес otbor.rus-isr@rusnano.com и в Агентство по инновациям Государства Израиль uzi@iserd.org.il.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ-ПОБЕДИТЕЛЕЙ ПРОШЛЫХ ОТБОРОВ НИОКР

С момента подписания межправительственного соглашения между РФ и Израилем было проведено уже несколько отборов по НИОКР. Их результатом стала реализация ряда совместных российско-израильских проектов в области медицины, биотехнологий, микроэлектроники и энергоэффективности.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Россия / Фонд инфраструктурных
и образовательных программ

117036, Москва, проспект 60-лет. Октября, 10А

Александра Бурцева

Тел.: +7 (495) 988-53-88, доб. 1654

E-mail: otbor.rus-isr@rusnano.com

Израиль / Агентство по инновациям

ISERD, 29 Hamered St.
(P.O.Box 50364), Tel-Aviv 61500, Israel

Uzi Bar-Sadeh

Тел.: +972 (3) 511-81-85, факс: +972 (3) 517-76-55

E-mail: uzi@iserd.org.il

На Луне и другой планете

Выдели мы элементы ЭТИ

Из них Вселенная создана -
Как я, ты, он и она!

ISSN 1727-5903



9 771727 590006

А. Кук

«Химия и жизнь», 2019