



ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

7 /2016



CASINO

ALEXIS PARK



FBI

NO, I WILL NOT
FIX YOUR
COMPUTER

DEFCON

14-3850



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 23.06.2016

Адрес редакции
19991, Москва, Ленинский просп., 29, стр. 8
Телефон для справок:
8 (495) 722-09-46
e-mail: redaktor@hij.ru
<http://www.hij.ru>

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

© АНО Центр «НаукаПресс»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
работа художника Мартина Хааке.
Возможно, мы скоро сделаемся на-
столько прозрачными, что перестанем
друг друга замечать. Читайте об этом
в статье «Прозрачный мир».

*Мужчины в костюмах выглядят успешными.
Пока не узнаешь, что они работают
на мужчин в майках и джинсах.
Народная мудрость*

Содержание

Проблемы и методы науки			
ОХОТА НА ДЕВЯТУЮ ПЛАНЕТУ. С.М.Комаров			2
Технологии			
ЛИТИЙ-ИОННЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ: ЧТО ДАЛЬШЕ? А.М.Скундин			6
Элемент №...			
ЛИТИЙ: ФАКТЫ И ФАКТИКИ. А.Мотыляев			10
Хемоскоп			
ВОЛШЕБНЫЙ КАРМАН. ОЧЕНЬ МАЛЕНЬКИЙ ТЕРМОМЕТР. ДВУЛИКАЯ МОЛЕКУЛА. А.И.Курамшин			14
Болезни и лекарства			
ГЕНЫ ПРОТИВ АМПУТАЦИИ. Н.Маркина			16
Проблемы и методы науки			
НАНОПОБУРЕНИЕ БЕЛОГО ЖИРА. Н.Л.Резник			20
НЕРВНЫЙ ПУТЬ ПОХУДЕНИЯ. Н.Л.Резник			22
Мысли о будущем			
ПРОЗРАЧНЫЙ МИР. Виктор Вагнер			26
Дискуссии			
ОБРАЗОВАНИЕ: ЧТО ЭТО БЫЛО. Г.Ю.Любарский			28
Земля и ее обитатели			
О ЖАР-ЯЩЕРИЦАХ. В.А.Захарченко			31
Дневник наблюдений			
ЭКОНОМИКА ПЛАНИРОВАНИЯ. Н.Анина			36
Технологии и природа			
ПЧЕЛОВОДСТВО: ТЕМНЫЕ И СВЕТЛЫЕ СТОРОНЫ. Екатерина Зонова, Адам Роман....			38
Нанофантастика			
ГРЕНДЕЛЬ И ГРЕТЕЛЬ. Дмитрий Никитин.....			42
Мемуары Игнобеля			
ВЗАИМНОЕ ПОНИМАНИЕ. С.М.Комаров			44
Страницы истории			
ЗАГАДОЧНАЯ ПОДЛОДКА ДРЕББЕЛЯ. Э.Г.Раков			48
История современности			
МЭРИ ФИЗЕР: «Я СТАЛА АВТОРОМ УЧЕБНИКА, И СНОВА СЛУЧАЙНО...». И.А.Леенсон			52
Что мы едим			
БАЗИЛИК. Н.Ручкина.			54
Фантастика			
КОНТРОЛЁР. Павел Амнуэль.....			56
В погоне за точностью			
КОГДА НУЖНА, А КОГДА НЕТ. Л.Намер			64
В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	19	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
КНИГИ	43	ПИШУТ, ЧТО...	62
ИНФОРМАЦИЯ	47		



Охота на девятую планету

Кандидат
физико-математических наук

С.М. Комаров



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Майкл Браун из Калифорнийского технологического института в городе Пасадена пользуется большим авторитетом среди своих коллег как знаток малых планет. Одно из ярких его достижений — закрытие Плутона: именно по его инициативе бог подземного царства лишился своей планеты, которая перешла в разряд малых транснептуновых объектов. После этого, а Плутон был разжалован в 2006 году, в Солнечной системе осталось восемь настоящих планет. Неудивительно, что расчет, проведенный им совместно с Константином Батыгином, который показал, что девятая планета в Солнечной системе все-таки с большой вероятностью имеется, был встречен с энтузиазмом. Астрономы наперебой стали предлагать модели механизма формирования этой планеты, а также ее орбиты — удачная модель позволила бы направить телескопы именно в ту точку, где следует ожидать ее появления.

Главный аргумент в пользу существования планеты Батыгина — Брауна — удивительная согласованность (см. «Химия и жизнь», 2016, 3) в движении шести недавно открытых крупных транснептуновых объектов, первым из которых была планета Седна, обнаруженная в 2004 году. Глядя на ее вытянутую орбиту, Браун с коллегами задумался: а нет ли на периферии Солнечной системы невидимой пока планеты? После того как Скотт Шеппард и Чедвик Трухильо открыли в 2014 году еще один подобный Седне объект — 2012VP11, стало возможным проводить расчеты, что они и сделали. Схожий анализ провели и знаменитые своими работами по динамике планетной системы братья-астрономы Карл и Рауль де ла Фуэнте-Маркосы. Однако лишь работа Батыгина

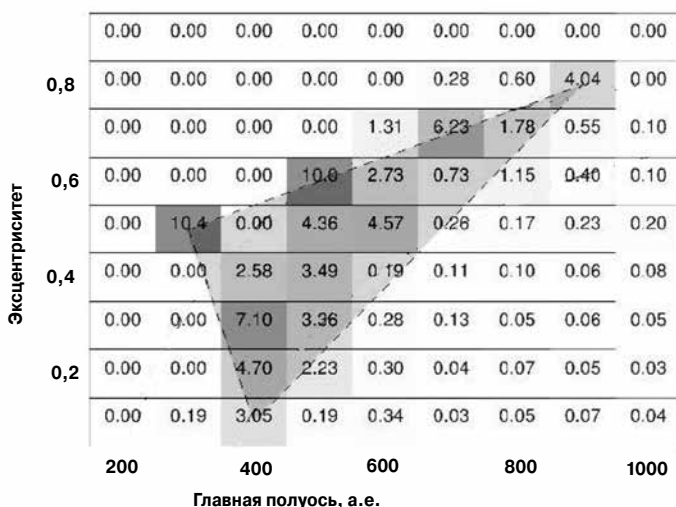
— Брауна сумела обеспечить переход количества в качество: скепсис относительно девятой планеты исчез. С начала 2016 года как в научных журналах, так и в службе электронных препринтов arXiv.com вышло около десятка разнообразных статей о девятой планете; по ним можно составить представление о текущих успехах и будущих планах.

Напомним суть дела. Планета Батыгина — Брауна должна иметь массу примерно как у Нептуна, то есть в 10—30 земных; такие планеты ныне принято называть нептунами. Ее орбита сильно вытянута: афелий, то есть самая удаленная точка, находится чуть ли не в 1000 астрономических единиц от Солнца. Еще одна характерная особенность: орбита вытянута в направлении, противоположном тому, в котором вытянуты орбиты шести транснептуновых объектов, составляющих аномалию, то есть девятая планета не стягивает их, а отталкивает от себя.

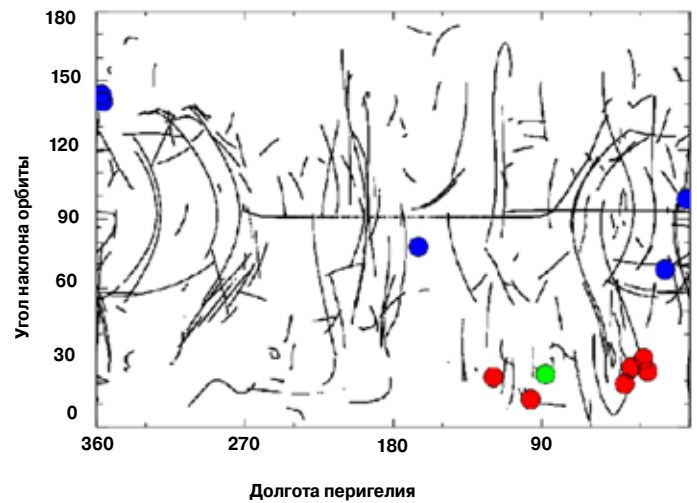
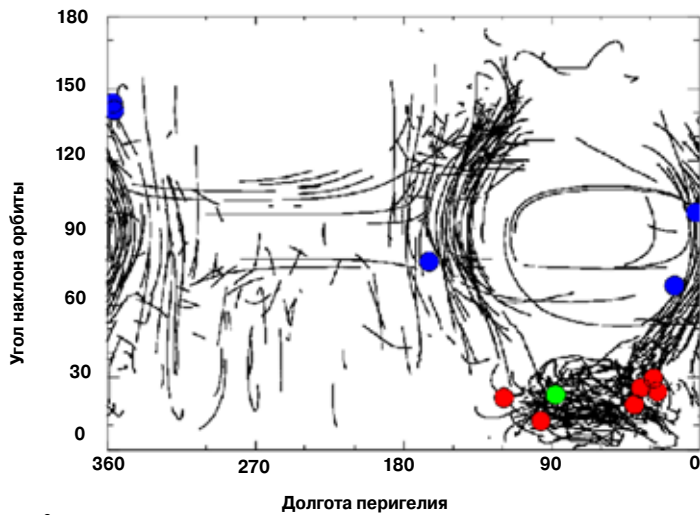
Естественно было продолжить эти изыскания и уточнить характеристики орбиты загадочной планеты. Батыгин и Браун сделали это к марту 2016 года (arXiv:1603.05712v1 [astro-ph.EP] 17 Mar 2016). Они взяли систему из тысячи планетозималей — зародышей планет, разместили их на периферии Солнечной системы, где влиянием внутренних планет можно пренебречь, затем варьировали параметры девятой планеты и смотрели, как она выстраивает планетозимали в каждом из вариантов. Ее афелий располагали с шагом 100 а. е. на расстояниях от 200 до 800 а. е., эллипс делали то близким к окружности, то крайне вытянутым, а масс было три — в десятую долю Земли, равной земной и в десять раз больше. Рассчитывали же вероятность того, что шесть выбранных наугад небесных тел соберут свои перигелии в нужном квадранте небесной сферы подобно тому, как это делают объекты класса Седны. Такая мера была выбрана, видимо, из следующих соображений. По мнению астрономов, число малых тел, двигающихся по далеко вытянутым орбитам, велико, но мы видим лишь ничтожно малую часть, волею случая оказавшихся в поле зрения телескопов. Очевидно, что если распределение небесных тел по орбитам, полученное в результате моделирования, окажется хоть в какой-то мере отвечающим реальности, то вероятность воспроизвести эту случайность будет выше, нежели когда результаты моделирования с реальностью не связаны.

Прогнав более тысячи расчетов, они узнали, что, во-первых, с легкими девятыми планетами номер не проходит — для выстраивания малых планет масса должна быть значительно больше земной. А во-вторых, удалось выделить треугольник параметров орбиты, в котором вероятность найти указанную шестерку тел больше 1%. Он дал значения афелия от 300 до 900 а. е., а перигелия от 200 до 350 а. е. (рис. 1) Иными словами, планета Батыгина — Брауна не подходит на роль легендарной планеты Нибиру: она не может залететь во внутреннюю область Солнечной системы.

Коль скоро примерные параметры орбиты понятны, можно было заняться важнейшим делом — определить угол ее наклона. Для этого был выбран нептун с афелием 700 а. е. и



1 Штриховой линией показана область параметров орбиты девятой планеты, при которых малые небесные тела на периферии Солнечной системы с большей вероятностью выстраиваются так, как на это видят астрономы (Michael E. Brown, Konstantin Batygin, *Observational constraints on the orbit and location of planet nine in the outer Solar system*, arXiv:1603.05712v1 [astro-ph.EP] 17 Mar 2016)



2

Если орбита девятой планеты наклонена к плоскости эклиптики под углом 30° , то орбиты малых тел при моделировании формируют два скопления, которые можно заметить в реальной Солнечной системе: параметры реальных небесных тел показаны кружками. Если угол наклона другой, например, 90° , то никакой системы в расположении орбит заметить нельзя, как на рисунке справа. (Michael E. Brown, Konstantin Batygin, *Observational constraints on the orbit and location of planet nine in the outer Solar system*, arXiv:1603.05712v1 [astroph. EP] 17 Mar 2016)

соотношением длин осей эллипса 0,6. При наклоне орбиты на 30° к плоскости эклиптики такая планета дала не одну, а две аномалии. Во-первых, орбиты значительной части малых тел выстроилась в плоскостях, близких к плоскости обращения девятой планеты. А во-вторых, немалая часть тел выстроилась в перпендикулярной плоскости (рис. 2а). Их легко опознали: это так называемые астероиды-кентавры, которые обращаются между Юпитером и Нептуном: у некоторых из них орбиты действительно перпендикулярны плоскости эклиптики. Объекты с сильно наклоненными орбитами давали и некоторые другие варианты, в том числе полярная орбита девятой планеты, то есть наклоненная к плоскости эклиптики на 90° . Но это сочли случайностью — никаких закономерностей в наклонах орбит малых тел не было (рис. 2).

А далее логично проверить, не видел ли кто загадочной планеты: полные обзоры неба астрономы выполняют уже не одно десятилетие, хоть и не с целью поиска новых планет Солнечной системы. Так, например, спутник WISE строил карту реликтового излучения, обзор Каталина был затеян для выявления астероидов, сближающихся с Землей; обзор, предпринимавшийся для поиска темной материи, охватывает значительные области Южного полушария. Многие транснептуновые объекты среди их данных удавалось заметить, причем неоднократно, однако никаких видимых свидетельств существования девятой планеты не нашли. По мнению Батыгина и Брауна, это позволяет наложить новые ограничения на размер и светимость планеты — если она находится в тех областях неба, которые были подвергнуты обзорам, ее размер не может превышать девяти земных. Соответственно, если предполагать, что это ледяной гигант типа Нептуна, его масса не более 30 земных, а светимость в настоящий момент не превышает 21 звездной величины.

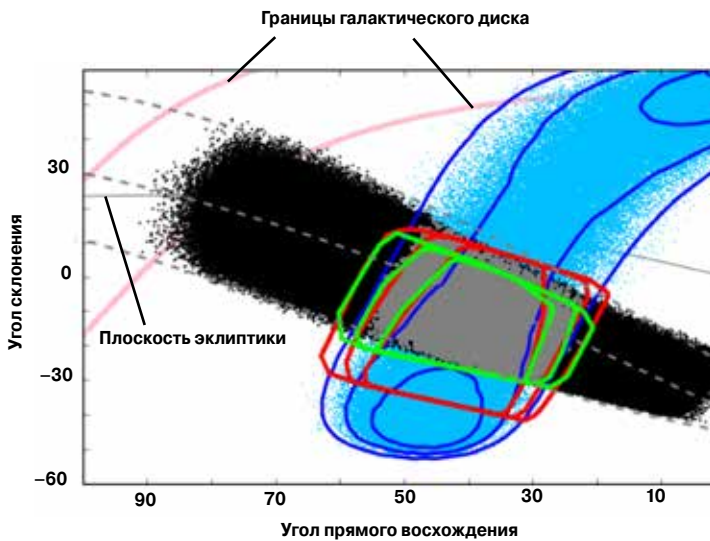
Обзоры неба — это снимки неба с бесчисленными разноцветными пятнами, которые нужно специально обрабатывать, чтобы доказать: вот это пятно, лишь немногим отличающееся от фона — не случайная флуктуация яркости, а реальный объект. Но есть и другой способ — направить телескоп в определенную точку пространства и попытаться найти планету в результате систематических наблюдений. Как выбрать точку? Первым такую попытку предприняла

Агнесс Фиенга с коллегами из Парижской обсерватории («Astronomy & Astrophysics», 2016, 587, L8; doi: 10.1051/0004-6361/201628227). Суть идеи такова. При предполагаемом периоде обращения более 10 тысяч лет девятая планета должна выглядеть практически неподвижным объектом на звездном небе. Соответственно она будет влиять на движения всех объектов Солнечной системы как некий постоянный центр притяжения. Можно ли найти следы такого воздействия? Оказывается, да; точность современных приборов позволяет это сделать по крайней мере в одном случае.

В 2004 году аппарат НАСА «Кассини» прилетел к Сатурну и десять лет проводил исследование его системы. При этом шел постоянный обмен сигналами с наземной станцией, и это дало возможность достаточно часто определять расстояние между Землей и «Кассини» с точностью до метров. Поскольку аппарат находится в поле тяжести Сатурна и его спутников, он двигался вместе с планетой, то есть флуктуации этого расстояния отражали флуктуации расстояния до центра тяжести системы Сатурна. Их анализ и дал основание Фиенге отметить, что если девятая планета находится на упомянутой выше тестовой орбите Батыгина — Брауна, то она неплохо все объяснит при расположении не ближе 400 а. е. и не далее 600 а. е. от Солнца. Присоединившиеся к дискуссии де ла Фуэнте-Маркосы прямо указывают, что она находится сейчас вблизи своего афелия, а значит, разглядеть планету в телескоп удастся не скоро. При этом они не отказываются от своей любимой идеи — множественности подобных планет: очередное моделирование подсказало им, что одинокая девятая планета непременно бы улетела из Солнечной системы из-за приливных сил Галактики. А вот если бы подобных планет было несколько, они стабилизировали бы движение друг друга и смогли противостоять деструктивному окружению (arXiv:1604.06241v1 [astro-ph. EP] 21 Apr 2016).

Аналогичную возможность сузить область поиска дает серия работ Мэтью Холмана и Мэтью Пейна из Центра астрофизики Гарвардского университета и Смитсоновской обсерватории. В первой статье (arXiv:1604.03180v1 [astro-ph. EP] 12 Apr 2016) они продолжили дело Фиенги по изучению аномалий в расстоянии между Землей и «Кассини», придумав упрощенную процедуру, которая позволила просчитать влияние девятой планеты не на одной орбите Батыгина — Брауна, а рассмотреть множество таких орбит. Кроме того, они еще и варьировали мощность прилива — она пропорциональна массе, деленной на куб расстояния. Критерием истины был выбран минимум расхождения между расчетными и измеренными данными о расстоянии до «Кассини».

Этот подход дал интереснейший результат. Выяснилось, что девятая планета расположен в направлении, перпенди-



Пересечение областей, разрешенных расчетом Батыгина — Брауна (показано черным) и тех, что соответствуют колебаниям орбиты Сатурна, измененным "Кассини", дает достаточно узкую область, в которой надо искать девятую планету (Matthew J. Holman, Matthew J. Payne, *Observational Constraints on Planet Nine : Cassini Range Observations arXiv:1604.03180v1 [astro-ph.EP] 12 Apr 2016*)

кулярном орбите Сатурна. При этом параметры положения планеты лишь в узкой области пересекали зону, разрешенную моделированием Батыгина — Брауна. Чудесным образом это пересечение оказалось именно в той области небесной сферы, которая не охвачена известными обзорами звездного неба. Вот его координаты: около 30° долготы эклиптики и 15° южной широты, или, если мерить в привычных астрономам значениях, при склонении -15° и прямом восхождении в 3 часа (рис. 3). Интересно, что де ла Фуэнте-Маркосы дали близкие значения: склонение -20° , восхождение 2 часа. Независимо ни от каких иных данных мощность прилива оказалась 10^{-12} — 10^{-13} условных единиц (если делить массу в массах Земли к кубу расстояния в а. е.). Это прекрасный результат, поскольку планета Батыгина — Брауна массой в десять земных на расстоянии 1000—300 а. е. будет иметь попадающую в этот интервал мощность 10^{-12} — 10^{-14} тех же самых условных единиц. Другая хорошая новость: предполагаемые координаты девятой планеты находятся далеко от плоскости Млечного Пути — в этой области звезд несколько меньше, и заметить тусклое пятно, мало меняющее свое положение (0,4 угловых секунды в час), тут гораздо проще.

Однако в расчетах Холмана — Пейна был и другой результат (arXiv:1603.09008v1 [astro-ph.EP] 30 Mar 2016). В самом деле, «Кассини» дает данные за очень короткий промежуток времени. А вот наблюдения Плутона — до недавнего времени самого далекого из тяжелых объектов Солнечной системы — длятся более века. Во время подготовки экспедиции «Нью хорайзн», долетевшей до Плутона в 2016 году, астрономы обработали архивы наблюдений за этот период, включая фотопластины Пулковской и Лоуэлловской обсерваторий. Соответственно появился непрерывный ряд данных о положении Плутона с начала XX века. Несмотря на существенный их разброс, особенно в период использования фотопластинок, удалось выяснить, что измерения расходятся с теорией, а улучшить совпадение можно, если поместить в Солнечную систему источник приливных сил. Однако расчет показал, что это вовсе не планета Батыгина — Брауна — ее мощность 10^{-11} — 10^{-10} условных единиц, то есть она или тяжелее, или ближе, чем предполагаемая девятая планета. Так что получает поддержку любимая идея братьев де ла Фуэнте-Маркосов.

А есть ли другие доказательства существования девятой планеты? Есть, и их можно получить из наблюдений за пылью. Дело в том, что астрофизики придумали несколько



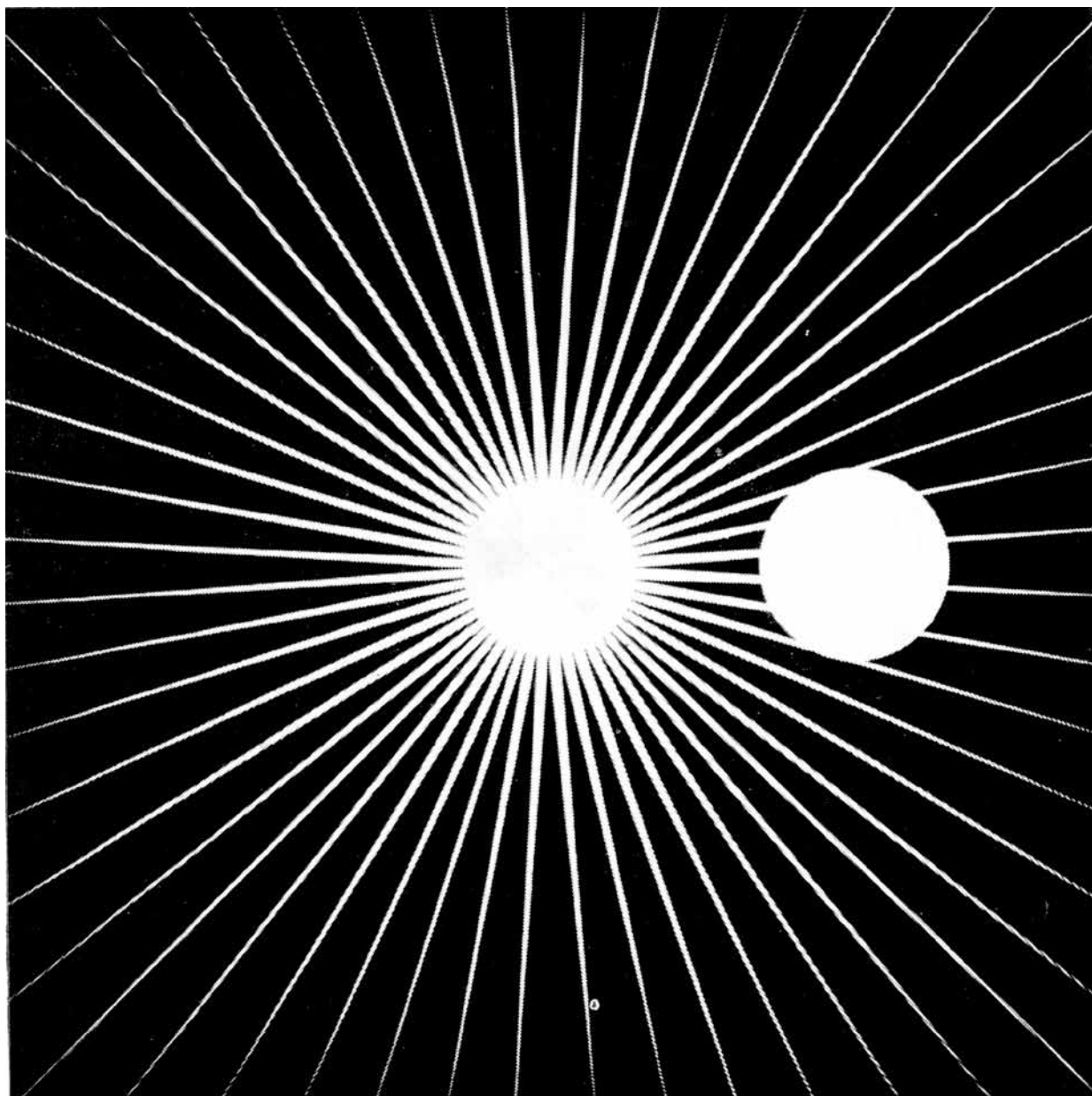
ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

механизмов образования такой планеты. Наименее вероятный из них — захват объекта от пролетавшей мимо звезды, такое возможно, но только при строго определенной его траектории. Несколько более вероятно, что планету в процессе формирования Солнечной системы притянули звезды локального кластера, родившиеся вместе с Солнцем из одной туманности и потом разлетевшиеся в разные стороны. А наиболее вероятные сценарии — выталкивание планеты, сформировавшейся внутри Солнечной системы, на периферию за счет притяжения сохранившихся там остатков протопланетного диска либо непосредственно формирование планеты в этих остатках. Расчет для обоих механизмов сделали Скотт Кенyon из Смитсоновской астрофизической обсерватории и Бенджамин Бромли из университета Юты (arXiv:1603.08008v1, arXiv:1603.08010v1 [astro-ph.EP] 25 Mar 2016). Одним из основных параметров обеих моделей оказалась плотность вещества, оставшегося в диске: она должна быть не меньше некоего критического значения; при этом второй механизм — формирование планеты на периферии системы — дает еще и характерные изменения яркости свечения пыли.

Вот примерный ход событий в этом случае. При образовании Солнечной системы газ улетает как к Солнцу, так и прочь от него — выдуваемый солнечным ветром. Он увлекает с собой частички пыли, создавая внутреннюю полость, свободную от строительного материала. Однако на периферии системы из-за этого возникает уплотнение. Там-то и могут сформироваться зародыши планет. В плотном диске рассеяние солнечного света велико, поэтому и яркость у него большая. При выпадении пыли на более крупные тела пространство от пыли очищается: яркость свечения уменьшается очень сильно, в тысячи раз. Однако потом от столкновения образовавшихся булыжников снова появляется пыль. В зависимости от того, насколько прочны материалы булыжников и зародышей планет и каково их число, процесс дробления может занимать различное время. Результат же один — одна часть пыли улетает прочь, вытолкнутая растущими планетами, другая часть падает на них. Облако опять теряет блеск. Наблюдения за изменениями яркости свечения облаков пыли на периферии как нашей системы, так и других систем разного возраста могут в прямом смысле слова пролить свет на формирование подобных очень далеких крупных планет. Если такие наблюдения покажут, что подобное явление всегда происходит при планетообразовании, тогда астрономы получат новое яркое доказательство существования неоткрытых планет в Солнечной системе, и это облегчит переговоры с грантовым комитетом о выделении финансирования.

Вот так, действуя словно команда загонщиков, астрономы медленно, но верно сжимают кольцо доказательств вокруг неуловимой девятой планеты.





Художник Р. Сапгир-Заневская

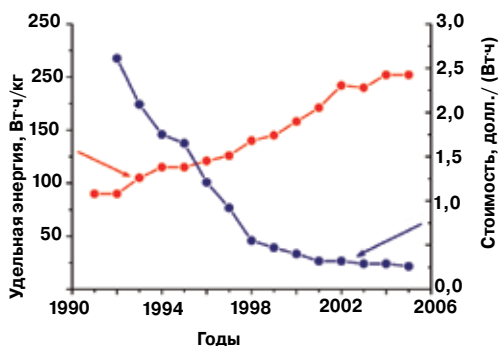
Литий-ионные аккумуляторы: что дальше?

Доктор
химических наук
А.М.Скундин

В 2003 году (№ 7–8) мы публиковали статью А.М.Скундина «Меньше, чем маленький...» — о революции в развитии портативных устройств, которую произвели литий-ионные аккумуляторы. В этой статье мы расскажем об эволюции, которая последовала за революцией, и о том, какими видятся дальнейшие перспективы.

Батарея заряжена полностью

Литий-ионные аккумуляторы действительно хороши по сравнению с другими, и едва ли не главное их преимущество — высокая удельная энергия. При одном и том же запасе энергии литий-ионный аккумулятор весит в два-три раза меньше и занимает в два-три раза меньший объем, чем никель-кадмиевый и даже никель-металлгидридный.



1
Изменение средней удельной энергии и стоимости литий-ионных аккумуляторов в первые 15 лет

Именно это способствовало бурному развитию мобильных телефонов, ноутбуков, планшетов и смартфонов, цифровых фото- и видеокамер, различного беспроводного инструмента — от столорного до парикмахерского. Литий-ионные аккумуляторы поступили на рынок в начале 90-х годов XX века и быстро совершенствовались: к началу 2000-х они стали существенно лучше, а главное, на порядок дешевле (рис. 1). Дальнейший прогресс уже не так впечатляет, но все-таки промышленность литий-ионных аккумуляторов продолжает развиваться, их годовое производство исчисляется миллиардами штук. Вообще-то производство источников тока измеряют не в штуках, а в количестве энергии, которую они могут запасти. Так вот, если в 2010 году в мире сделали литий-ионных аккумуляторов общим энергозапасом на 22 млрд ватт-часов, то в 2015 году — на 53 млрд ватт-часов! За пять лет рост на 150% — неплохо.

Этот рост связан прежде всего с увеличением числа мобильных устройств. Но есть и иная задача, с более высокими техническими требованиями — обслуживание электромобилей и альтернативной энергетики. Именно аккумуляторы должны стать основным элементом умных электросетей, в которых каждый дом может быть и генератором, и потребителем энергии. В простейшем случае аккумулятор запасает энергию в период низких цен, например ночью, а затем отдает ее в период высоких цен. В этот поток энергии могут включаться солнечный или ветровой генераторы, и даже электромобиль, аккумулятор которого может служить и для запасания избыточной электроэнергии. Нынешние аккумуляторы плохо справляются с этими задачами.

Прежде всего очень важна быстрота заряда. Литий-ионный аккумулятор рекомендуется заряжать малым током, и вся процедура может занять 5—6 часов. Можно зарядить большим током за один час, но заряжать еще большим

током и уложиться в 10—15 минут не получится — аккумулятор зарядится не более чем на треть. Другой важный момент — температура. Обычный аккумулятор нормально работает в диапазоне от 0 до 40°C, на холоде его емкость заметно снижается, а ниже минус 20°C его вообще использовать не рекомендуют. Выше 50°C (и особенно выше 55°C) аккумулятор тоже быстро выходит из строя. Очевидно, что для электромобиля такой аккумулятор не очень подходит. Кроме того, обычный гарантированный ресурс литий-ионного аккумулятора — 500—1000 циклов. Конечно, и емкость аккумулятора для использования в электромобиле или электросетях должна быть больше.

Все эти характеристики в конечном счете связаны со свойствами электродов: анода и катода.

Примечание для тех, кто не очень любил электрохимию в школе.

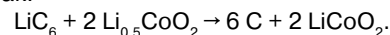
Когда аккумулятор разряжается, то есть работает как источник тока, его положительный электрод является катодом, а отрицательный — анодом. При заряде аккумулятора, то есть при изменении направления тока (электрическая энергия преобразуется в химическую), анодом будет положительный электрод, а катодом — отрицательный. Поэтому применительно к аккумулятору правильнее говорить «отрицательный и положительный электрод». В этой статье мы называем электроды катодом и анодом в соответствии с функцией, которую они выполняют при разрядке.

Азы электрохимии

Чтобы понять, как работает литий-ионный аккумулятор, вспомним основные понятия. Электроэнергия в химическом источнике тока получается за счет токообразующей реакции, эта реакция — сумма процессов, протекающих на обоих электродах. При заряде ионы лития встраиваются в анод. Его делают из углеродного материала, и литий образует с углеродом соединение LiC_6 . При разряде оно распадается на шесть атомов углерода, один ион лития

и один электрон: $\text{LiC}_6 \rightarrow 6\text{C} + \text{Li}^+ + e^-$ (анодный процесс). Электрон уходит в сеть, а ион лития через слой электролита поступает на второй электрод, катод. Туда же через сеть приходит и электрон. Сейчас катод чаще всего делают из кобальтата лития $\text{Li}_{0,5}\text{CoO}_2$. Ионы лития встраиваются в него, и при этом у кобальта на единицу меняется валентность: $2\text{Li}_{0,5}\text{CoO}_2 + \text{Li}^+ + e^- \rightarrow 2\text{LiCoO}_2$ (катодный процесс).

В целом токообразующая реакция литий-ионного аккумулятора выглядит так:



Опуская подробные расчеты, отметим, что для выработки 1 А·ч электричества в литий-ионном аккумуляторе должно быть не менее 10 г активных веществ. Следовательно, теоретическая удельная емкость такого аккумулятора равна 0,1 А·ч/г. Впрочем, потребителю важна не столько емкость аккумулятора, сколько энергия, которую он может запасти и потом отдать. Теоретическая удельная энергия — это произведение теоретической удельной емкости на напряжение разомкнутой цепи, которое у литий-ионного аккумулятора близко к 3,75 В. Значит, энергии он может запасти 0,375 Вт·ч/г, или 375 Вт·ч/кг. Конечно, аккумулятор не может состоять из одних активных веществ — у него есть еще электролит, корпус, сепаратор и другие конструкционные элементы. До недавнего времени удавалось улучшать характеристики аккумуляторов за счет совершенствования конструкции. Самые первые литий-ионные аккумуляторы имели реальную удельную энергию чуть больше 100 Вт·ч/кг. Довольно скоро эту величину довели до 150—170 Вт·ч/кг. Сейчас заявляют об изделиях с удельной энергией 220—230 Вт·ч/кг — это уже 60% от теоретической.

Поскольку суть — проходящая на электродах реакция — осталась неизменной, дальше в этом направлении идти некуда. Но можно найти более выигрышную электрохимическую систему, в которой материалы электродов обладают большей удельной емкостью и работают при большей разнице потенциалов (именно разность этих по-

тенциалов и составляет напряжение аккумулятора). Посмотрим, какие есть варианты, благо статей и патентов на эту тему уже тысячи.

Кремний вместо углерода, ванадий вместо кобальта?

Начнем с более простого — с материалов отрицательного электрода (рис. 2). Рекордсмен по удельной емкости — кремний. При внедрении в него лития может образоваться интерметаллид $\text{Li}_{4,4}\text{Si}$. Следовательно, лития в таком материале при заряде поместится гораздо больше: теоретическая удельная емкость кремния в 11 раз больше (4,2 А·ч/г), чем у используемого сейчас графита (0,374 А·ч/г). Проблема в том, что образование интерметаллида ведет к трехкратному росту объема, то есть кремниевый электрод при заряде на наших глазах растрескивается из-за гигантских внутренних напряжений и превращается в порошок. Чтобы обойти эту неприятность, придумали разные приемы. Например, можно сделать отрицательный электрод из очень тонкой (доли микрона) пленки аморфного кремния, нанесенной на медную или никелевую пластину. Другой вариант — приготовить очень мелкодисперсный порошок аморфного кремния или даже композит кремния с углеродом, в котором наночастицы кремния будут покоиться в упругой матрице. Вообще, использование кремния в литий-ионных аккумуляторах — отдельная захватывающая тема. Так или иначе, уже сейчас можно изго-

товить электроды из кремниевого композита, которые при удельной емкости более 2 А·ч/г выдерживают несколько сотен циклов «заряда — разряда».

Ну хорошо, что делать с отрицательным электродом, ясно. Но ведь теоретическая удельная емкость всего аккумулятора q_a зависит от удельных емкостей материала анода q_- и материала катода q_+ — эта зависимость выражается простым уравнением $q_a^{-1} = q_-^{-1} + q_+^{-1}$. Так что обратимся к положительным электродам, а здесь ситуация сложнее.

В большинстве перспективных материалов (рис. 2) внедрение лития изменяет валентность переходного металла на единицу. То есть, по сути, все имеющееся в руках материаловедов разнообразие составов — с марганцем, никелем, хромом, алюминием — это модификации все того же кобальтата лития. Его теоретическая удельная емкость — 0,137 А·ч/г, другие варианты дают максимум 0,25 А·ч/г. Исключение составляют соединения ванадия, который в принципе может изменять свою валентность от +2 до +5. Теоретически это может дать удельную емкость около 0,88 А·ч/г. К сожалению, материалы на основе оксидов ванадия, как и уже упомянутый кремний, сильно изменяют свою кристаллическую структуру при внедрении и удалении лития, и чем больше лития внедряется, тем сильнее эти изменения. Поэтому придется также подавлять возникающие напряжения. Есть надежда, что композит из наночастиц пентавалентного ванадия поднимет емкость почти в три раза, до 0,4 А·ч/г.

А если улучшить другой параметр? Пусть удельная емкость аккумулятора будет не слишком большой, зато увеличим напряжение. Отрицательные электроды и так работают почти при тех же потенциалах, что у лития, поэтому, чтобы повысить напряжение

аккумулятора, надо менять материал положительного электрода (литий должен в него внедряться при достаточно высоких потенциалах). Подобные материалы так и называют «высоковольтовыми». Вместо исходного оксида кобальта они содержат фосфаты, например литированные фосфат и фторфосфат кобальта LiCoPO_4 и $\text{Li}_2\text{CoPO}_4\text{F}$, которые работают при потенциале около 4,75 В относительно потенциала лития, — на целый вольт больше, чем у нынешних! Литий-ионный аккумулятор, составленный из положительного электрода на основе $\text{Li}_2\text{CoPO}_4\text{F}$ и отрицательного электрода на основе композита кремния, будет иметь теоретическую удельную энергию больше 1100 Вт·ч/кг. Даже если реальная удельная энергия составит всего 40% от теоретической, мы получим впечатляющую величину 440 Вт·ч/кг — вдвое больше, чем у лучших нынешних аккумуляторов.

На самом деле все сложнее: применение соединений кобальта не способствует снижению себестоимости, что было бы желательно. При этом повышение потенциала положительного электрода создает еще одну проблему: сложно найти электролит, не окисляющийся при таких потенциалах, а значит, встает вопрос о пожарной опасности. Вдобавок аккумуляторы с такими активными веществами не способны выдержать большое количество циклов без снижения емкости. Получается, что пока ни одна электрохимическая система не может обеспечить универсальный аккумулятор со всеми лучшими показателями.

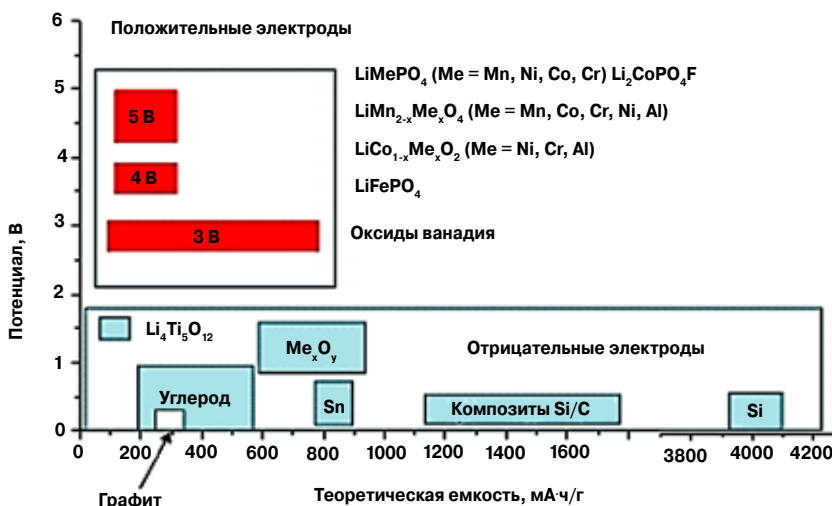
Две фазы вместо одной

А если пойти обходным путем? Вот один из возможных. Еще в 1997 году группа исследователей под руководством профессора Джона Гуденауфа обратила внимание на феррофосфат лития LiFePO_4 как многообещающий материал положительного электрода. При заряде феррофосфат лития превращается в фосфат железа (при этом железо из двухвалентного состояния переходит в трехвалентное: $\text{LiFePO}_4 \rightarrow \text{FePO}_4 + \text{Li}^+ + e^-$).

Очень удобно, что продукт этой реакции выделяется в виде отдельной фазы, удельный объем которой почти совпадает с объемом исходного вещества. Поскольку здесь не происходит никаких критических структурных изменений, электрод из феррофосфата лития способен выдержать много тысяч циклов «заряд — разряд» без разрушения. Литий полностью выходит из соединения, и такой материал работает совсем по-другому, чем те,

2

Диаграмма электродных материалов литий-ионных аккумуляторов. По оси абсцисс отложены значения удельной емкости разных материалов, а по оси ординат — значения потенциалов



Анод	Катод	Преимущества	Недостатки, технические проблемы и способы их устранения
C	$\text{Li}_{0,5}\text{CoO}_2$	Лидируют на рынке сегодня. Теоретическая емкость аккумулятора 0,1 А·ч/г, практическая удельная энергия до 220—230 Вт·ч/кг	Заряжаются 5—6 ч, чувствительны к высоким и низким температурам, гарантированный ресурс не более 1000 циклов. Возможности для улучшения почти исчерпаны
Si , композит кремния	$\text{Li}_{0,5}\text{CoO}_2$	Рост емкости аккумулятора (0,13А·ч/г) и удельной энергии	Внутренние механические напряжения в материале анода при заряде уменьшают число циклов, можно использовать композиты
C	Оксиды ванадия, их композиты.	Рост емкости аккумулятора (до 0,263 А·ч/г) и удельной энергии	Внутренние напряжения в материале катода при заряде снижают число циклов, можно использовать композиты
C, композит кремния	LiCoPO_4 и $\text{Li}_2\text{CoPO}_4\text{F}$	Рост выдаваемого напряжения, возможно, рост теоретической удельной энергии до 1100 Вт·ч/кг	При высоких потенциалах электролит может окислиться (пожароопасен), после большого количества циклов снижается емкость
$\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$	LiFePO_4	Выдерживает много циклов, может работать с большими токами. Подходит для применения в интеллектуальных электросетях	Оба материала — плохие электронные проводники. Для исправления этого недостатка на наночастицы материалов наносят тончайший слой углерода. Небольшие удельная емкость и напряжение



ТЕХНОЛОГИИ

ный электрод тоже двухфазный, при его функционировании не происходит структурных изменений (титанат лития $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ и $\text{Li}_7\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ так же мало растворяются друг в друге, как LiFePO_4 и FePO_4). Картинка получится такой же, как для феррофосфата на рис. 3, только литий будет не покидать частицу, а входить в нее, обогащая материал. Поэтому и титанатный электрод способен обеспечить несколько тысяч циклов! Значит, аккумулятор с положительным электродом из феррофосфата лития и с отрицательным из титаната лития (конечно, в наноформе и с углеродным покрытием каждой частицы) хоть и будет иметь очень скромную удельную энергию, но сможет работать долго и с большими токами. Он не подойдет для портативных устройств, однако именно такой материал будет востребован в стационарных устройствах, например в системах сглаживания нагрузок в уже упоминавшихся умных электросетях.

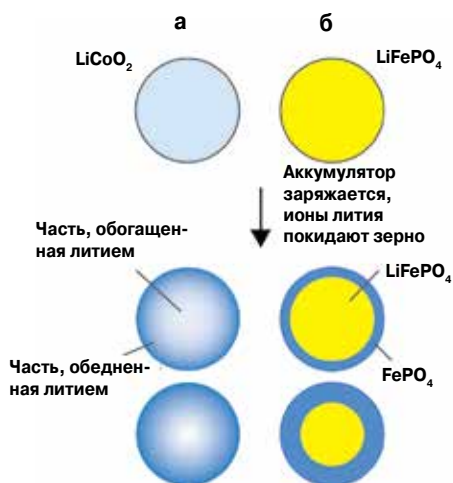
А что будет, если совсем отказаться от литий-ионного принципа? Среди различных возможных вариантов чаще всего выделяют три электрохимические системы — литий-кислородные, литий-серные и натрий-ионные аккумуляторы. Казалось бы, все эти предложения парадоксальны. Первые две системы в качестве отрицательного электрода используют металлический литий, а ведь успех литий-ионных аккумуляторов был обеспечен именно отказом от такого электрода! Помимо этого, скорость реакции на кислородном электроде при обычных температурах крайне мала. Работы по литий-серным аккумуляторам ведутся уже около 30 лет, а успехи весьма скромные. Замена же лития на натрий априори приведет к снижению удельных характеристик. Тем не менее на большинстве современных конференций по источникам тока всегда выделяют отдельную сессию «Beyond Li-ion». Но об этом как-нибудь в другой раз.

что содержат оксид кобальта: в нем формируется оболочка, обедненная литием, и ядро, обогащенное литием. Такой материал называют двухфазным, поскольку в каждом «зерне» материала при заряде — разряде меняется соотношение объемов ядра и оболочки. В обычных материалах концентрация лития изменяется по объему плавно (рис. 3). Это сказывается и на потенциале электрода, и в конечном счете на напряжении аккумулятора: при разряде

или заряде двухфазного электрода потенциал практически не меняется, а в однофазном — потенциал плавно изменяется то в положительном, то в отрицательном направлении.

У феррофосфата лития есть серьезный недостаток: он очень плохой проводник — его удельное сопротивление составляет миллиарды Ом·см, поэтому всякая попытка пропустить ток через такой электрод вызывает гигантское падение потенциала. Для преодоления этого недостатка ученые предложили использовать наночастицы феррофосфата лития, а каждую частицу покрывать тончайшим слоем углерода. Электроды из подобных наночастиц уже прошли испытания — они способны пропускать очень большие токи, их можно полностью зарядить и разрядить за две-три минуты.

Хорошим партнером положительному электроду из феррофосфата лития может стать отрицательный электрод из титаната лития $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$. Он обратимо восстанавливается с образованием титаната другого состава — $\text{Li}_7\text{Ti}_5\text{O}_{12}$: $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12} + 3\text{Li}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Li}_7\text{Ti}_5\text{O}_{12}$. Казалось бы, что хорошего в этом материале? Его теоретическая удельная емкость — 0,175 А·ч/г — заметно меньше, чем у углерода, не говоря уже о рекордсмене — кремнии. Напряжение аккумулятора с отрицательным электродом из нанотитаната будет на вольт с лишним меньше, чем у аккумулятора с электродом из углерода или кремния, значит, ни о каких рекордах с удельной энергией говорить не приходится. Но титанат-



3 Зерно материала однофазного (а) и двухфазного (б) электродов литий-ионных аккумуляторов. При заряде в обоих случаях возрастает объем внешней части, обедненной литием, но в первом случае сохраняется градиент концентрации, во втором — четкая граница.



Литий: факты и фактики

А. Мотыляев

Что такое литиевая лирика? Однажды Курт Кобейн, лидер рок-группы «Нирвана», придумал песню «Lithium». Песня вовсе не про материаловедение: препараты, содержащие соли лития, применяют в психиатрии для профилактики маниакально-депрессивного психоза, и герою этой песни такое лекарство очень пригодилось бы. Психиатры используют хлорид и карбонат лития уже более шестидесяти лет, и не без успеха. Так, в свежем обзоре («Psychiatria Danubina», 2016, 28, 2, 146—153) специалисты из Малайзии на основании длительных наблюдений отмечают, что препараты лития пятикратно увеличивают время между приступами, а вероятность самоубийств уменьшают на 80%. Однако действуют они не на всех одинаково, в частности проявляют этноспецифичность. Японцам нужно прописывать совсем малую дозу препарата лития, выходцам с Тайваня — побольше у, но все равно меньше, чем европеоидным жителям США («Advances in Psychiatric Treatment», 1999, 5, 89—95; doi: 10.1192/apt.5.2.89). Причины не очень ясны: может быть, это связано с расовыми различиями в содержании лития и натрия в эритроцитах или с диетой, возможно влияние еще каких-то факторов. Так, исследование на белых европейцах показало, что эффективность психиатрических препаратов лития зависит от работы генов, контролирующих рецептор глутамата.

Сейчас в США, ФРГ, Швейцарии и Австрии потребление лития снижается, в Испании растет, а в Англии остается стабильно высоким. При этом глобальное потребление лития в психиатрии не меняется уже долгие годы, хотя число психозов быстро увеличивается. Видимо, причина в появлении новых препаратов, которые врачи прописывают охотнее. Авторы обзора не уверены, что это правильная стратегия, ведь новые препараты гораздо дороже, различия в эффективности незаметны, а вот побочные эффекты могут оказаться существеннее, чем у лития, — так, они часто приводят к ожирению, а это

дает пациенту лишний повод впасть в депрессию. Впрочем, у лития побочные эффекты тоже имеются — при длительном употреблении он может вызывать проблемы с почками. Таким пациентам надо чаще проходить обследование у нефролога.

Применяют ли соли лития в других областях медицины? Да, и, более того, история использования лития начинается именно с лекарств. Еще в 1919 году В.С. Сырокомский, впоследствии один из организаторов химической науки на Урале, отмечал, что важнейшее применение лития — препараты его углекислой или салициловокислой соли для растворения мочевой кислоты, откладывающейся при подагре. Соли лития проявляют антибактериальные и противовирусные свойства. Например, если заразить культуру клеток бактерией *Mycoplasma hyorhneumonia* (она инфицирует свиней), то добавка раствора хлорида лития в культуру резко, на 80%, сокращает численность бактерий и препятствует гибели клеток. Правда, профилактического действия препарат в этом случае не проявляет. Предполагается, что он защищает клетки от вызванного инфекцией апоптоза («Research in Veterinary Science», 2016, 106, 93—96, doi: 10.1016/j.rvsc.2016.03.013).

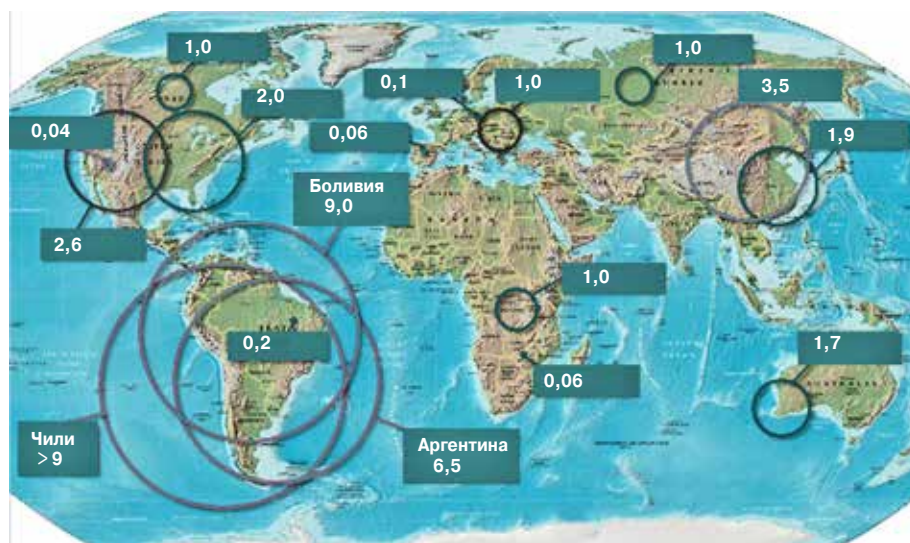
Li	3
6,941±2	
ЛИТИЙ	2s ¹ 1 2

К чему приводит загрязнение окружающей среды литием? На сегодня такого загрязнения не замечено. Конечно, там, где почвы засолены, больше лития попадает в растения и соответственно на стол человека. Однако роль лития в нашем организме неясна. Известно, что он не входит ни в какие ферменты и напрямую не участвует в биохимических реакциях. Единственное, в чем литий замечен, — он оказывает влияние на передачу нервных сигналов на уровне синапсов, отсюда и его роль в психиатрии. Есть сведения, что он способствует



Поля рапы в чилийском Салар-де-Атакама, где добывают сырье для производства лития на спутниковом фото выглядят как куски мозаики (внизу). Одни бассейны уже высохли, и оттуда вывозят готовую соль, а другие лишь недавно заполнили рассолом (вверху)





Самые большие запасы солей лития находятся в Латинской Америке. Числа — млн тонн в пересчете на литий

предотвращению синдрома Альцгеймера, а также, что потребление воды, обогащенной литием, улучшает кровообращение и снижает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. О том, как он сказывается на жизни растений, известно немного. Опыты, поставленные на салате, показали, что для солей лития, как и для других солей, есть оптимальная концентрация, для максимального урожая — 2,5 мг лития на литр питательного раствора, в котором держали растения. Накапливается же литий преимущественно в корнях, которые мы, как правило, не едим. Тем не менее, поскольку литиевое загрязнение будет существенно расти из-за роста использования литиевых батареек, исследователи считают, что мы должны как можно быстрее заполнить пробелы в знаниях о биологической роли этого металла.

Как добывают литий? Главнейший из его минералов — сподумен, литий-алюминиевый силикат — добывают в шахтах. Сегодня шахтный способ считают нерентабельным, его использовали во времена холодной войны, когда литий был нужен для производства ядерного оружия, — для таких целей, как известно, скупиться не принято. Сейчас литий главными образом получают, вымывая отложения соленых озер, и лучше всего это делать в жарких странах, поскольку самый дешевый источник тепла для упаривания больших объемов солевого раствора — Солнце. Впрочем, некоторые шахты уцелели, поскольку выпаривание занимает много времени, до трех лет, шахта же сразу дает твердое вещество, обращаться с которым проще. Кроме того, карбонат лития, который — он получается после пере-

работки алюмосиликатов, — гораздо чище, чем хлориды, получаемые из раствора солей.

Как был открыт литий? Первым литий определил шведский химик Август Арфведсон, ученик Йенса Берцелиуса, анализируя обычный с виду камень из алюмосиликата. С легкой руки Берцелиуса новый металл получил название от греческого слова λίθος — «камень». В 1816 году Гэмфри Дэви выделил первый металлический литий электролизом его карбоната, а спустя полвека после открытия, в 1854 году, Роберт Бунзен и Август Матиссен независимо получили большие партии лития электролизом его хлорида. Индустриализация Западной Европы стала стимулом для опытов, ведущих к промышленному применению этого металла. Так, в 1879 году Отто Скотт предложил добавлять соли лития в шихту для плавки стекла: они снижают температуру плавления, стекло же становится прочным. Глазурь, сделанная на основе такого стекла, имеет высокую прочность и низкий коэффициент теплового расширения — ее наносят на керамическую посуду. В 1886 году американец Мартин Холл, создавая вместе со своей сестрой Джулией технологию электролитического получения алюминия (так называемый процесс Холла — Эру), обнаружил, что добавка фторида лития и здесь понижает температуру плавления шихты; этот прием используют по сей день.

Массовое применение лития в промышленности ведет отсчет с 1923 года. Тогда началось производство так называемого банметалла — свинцового сплава для железнодорожных подшипников: как оказалось, микроскопическая, в десятые доли процента, добавка лития существенно повышает прочность свинца. Вскоре выяснилось, что мыло — стеарат лития — отличный теплостойкий загуститель

для смазки; его стали применять в нарождающейся авиации.

Как развивалась литиевая промышленность после войны? В значительной степени благодаря работам с атомным оружием. Дело в том, что литий отлично ловит нейтроны и после этого дает ядра трития, то есть может служить как поглотителем нейтронов, так и сырьем для изготовления второго компонента термоядерного топлива (первый компонент — дейтерий). Более того (см. «Химию и жизнь», 1969, № 2), в дейтериде лития оба компонента — исходный дейтерий и возникающий при облучении тритий — оказываются упакованными в кристаллическую решетку, поскольку дейтерид — твердое вещество при нормальных условиях, в отличие от водорода. Именно дейтерид лития-6 стал основой заряда водородной бомбы. Соответственно возникла и потребность в изотопно-чистом литии, ведь литий-6 составляет менее 4% природного содержания этого элемента. А литий-7 мало где используют; им можно лишь заменить натрий в первом контуре охлаждения атомного реактора. Так накопились большие запасы этого металла, а производство было свернуто — и без того люди сделали достаточно атомного оружия, чтобы несколько раз уничтожить самих себя. В литиевой промышленности наступил длительный спад: почти двадцать лет производство не росло, цены падали, а шахты закрывались. Однако в конце XX века и потребность стала расти, и были придуманы технологические приемы, снижающие стоимость металла и его солей, — например, та же добыча из воды и отложений соленых озер в жарких странах, прежде всего в пустынях Латинской Америки. Перспективным источником считают глубинные воды, применяемые в геотермальной энергетике, — их так и так надо бы очищать от солей. А вот рентабельной технологии извлечения лития из главного его резервуара — морской воды — пока не придумали.

Еще один интересный источник — электронный лом. Сейчас лития из него извлекают мало: лишь 3% от возможно-



ЭЛЕМЕНТ №...

го, но усилия для того, чтобы замкнуть производство, предпринимаются. Например, в Германии Министерство окружающей среды инициировало проект по переработке аккумуляторных батарей «ЛитоРек», в который вошли десять промышленных компаний и шесть университетов. Они придумали все необходимые технологии и приемы, от сбора батарей, их разрядки, разборки до получения чистых веществ. В 2011 году в немецком Лангельсхайме запущена пилотная гидрометаллургическая установка по извлечению лития из электродов батарей; его качество вполне достаточно для изготовления новых катодов. Правда, пока еще это производство находится на дотации министерства, затеявшего проект.

Где применяют литий? В 2014 году 35% лития шло на производство стекла и керамики, 31% — на аккумуляторы, 8% — на смазки, 6% — для установок непрерывного литья металлов (он повышает текучесть металла), 5% — на производство полимеров (соединения лития служат инициаторами и катализаторами реакций), 5% в виде хлорида и бромидов использовались в кондиционерах для очистки воздуха и 1% шел на производство алюминия. В пиротехнике литий дает красный огонь. Литиевый перхлорат при реакции с углекислым газом выделяет кислород — для этого его используют на подводных лодках.

Очень интересное возможное применение лития — в атомных реакторах четвертого поколения. Предполагается, что в расплаве фторида лития-бериллия будут растворены соединения урана и тория и такой расплав станет проходить через реактор, работая одновременно как теплоноситель. Такие реакторы еще не созданы, но, если возникнет задача перехода от урановой к ториевой атомной энергетике, потребность в них появится.

Как создали литий-ионные батареи? Все началось с того, что в 70-х годах была предложена конструкция аккумулятора с электродом из металлического лития. Ввиду того что литий взрывоопасен, такие аккумуляторы не могли завоевать популярности, пока Юрген Бессенхард из Технологического университета Мюнхена не обнаружил, что ионы лития могут обратимо переходить из графитового электрода в оксидный. Так появилась принципиальная конструкция аккумулятора. В 1991 году компания «Сони» начала производство литий-ионных батарей. Сейчас их делают сотнями миллионов штук в год. Легкие, надежные, обладающие большим запасом электроэнергии, литий-ионные аккумуляторы фактически обеспечили развитие всей сферы мобильной электроники и, возможно, сыграют важнейшую роль в переходе к энергетике на возобновляемых источниках.



Такая аккумуляторная батарея компании «Тесла» емкостью 6,5 кВт·ч (мощность — 3,3 кВт) днем станет заряжаться от солнечной батареи, а всю ночь будет снабжать дом электроэнергией. Гарантийный срок службы батареи составит 10 лет

Зачем литий добавляют в сплавы алюминия? Инженеры с большой радостью делали бы фюзеляжи самолетов из легчайшего металла — лития, но его свойства не дают такой возможности. Однако можно добавить

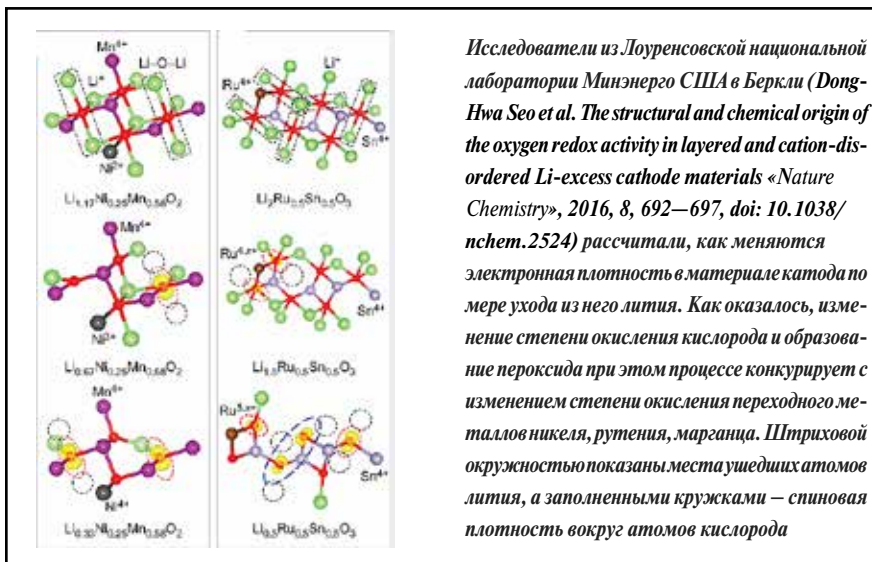


В этих летательных аппаратах есть детали из перспективных алюминий-литиевых сплавов

немного лития в алюминий и снизить плотность материала на 3% за каждый процент лития при увеличении жесткости и прочности на те же 3%. К сожалению, больше 4,5% лития в алюминий добавить нельзя — это предел его растворимости, а на практике не добавлять больше 2,5%. Упрочнение связано с выделением обогащенных литием частиц при термической обработке готовых деталей, а экономия веса с учетом роста прочности может достигать 10—15% по сравнению с обычным алюминиевым сплавом. Есть у сплавов Al-Li еще одна полезная особенность — самозалечивание трещин: при растягивающей нагрузке трещина в них распространяется плохо, потому что ее вершина выходит не острой и концентрация напряжений снижается. Это ведет к гораздо большей усталостной прочности. К сожалению, этот механизм не работает для трещин, образовавшихся при сжимающей нагрузке.

Пока что эти материалы не нашли широкого применения, хотя металлурги с 70-х годов пытаются выдвинуть их рынок для изготовления обшивки фюзеляжей и создания несущих конструкций самолета. Причина — сильная анизотропия свойств и низкая пластичность. С другой стороны, на тот же сегмент рынка наступают композиты. Впрочем, в некоторых самолетах, например C-Series, выпускаемых канадской компанией «Бомбардье», или в британо-итальянских вертолетах серии EH101 такие сплавы нашли применение.

Есть ли дефицит лития? В данный момент дефицита лития нет. Более того, цена на него — рыночный критерий баланса спроса и предложения — вполне стабильна, так указывают специалисты Геологической службы США в докладе 2015 года. По американским оценкам, при нынешнем уровне потребления



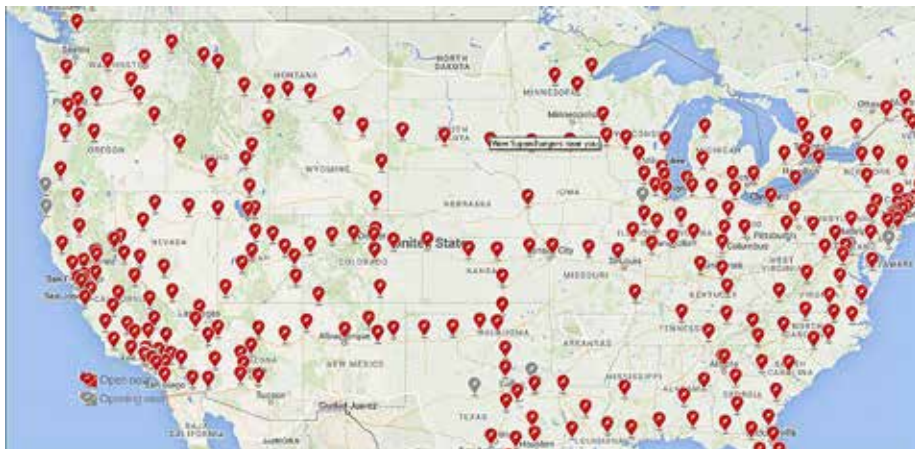


Гигафабрика компании «Тесла» в Неваде, которую заложили в 2014 году, станет ежегодно изготавливать батареи литий-ионных аккумуляторов общей емкостью в 35 гигаватт-часов электроэнергии. Отсюда и название

его легкоизвлекаемых запасов хватит на три с лишним века. Но будущее отнюдь не такое радужное, и это связано с переходом к безуглеродной энергетике. Отказ от органического топлива на транспорте неизбежно ведет к переходу на электромобили, питаемые от батарей. Скорее всего, это будут батареи литий-ионных аккумуляторов. Значит, потребность в литии может вырасти многократно. И это уже происходит: так,

На заправке компании «Тесла» электромобиль за 40 минут заряжает свои батареи на 80%. Этого вполне хватит, чтобы доехать до следующей заправки, сеть которых уже довольно плотная

в 2014 году производство лития увеличилось на 6%, а в Аргентине и Чили — на 15%. Строятся и гигантские фабрики аккумуляторов. Например, компания «Тесла моторс», первой приступившая к массовому выпуску электромобилей, в 2020 году запускает в Неваде фабрику по производству полумиллиона батарей для домашней энергетике и электромобилей в год. Подсчитано, что эта фабрика употребит половину годового выпуска сырья для электродов — гидроксида лития: 24 тысячи тонн. Значит, всего три таких фабрики качественно изменят всю структуру литиевой отрасли, между тем годовой выпуск автомобилей в мире исчисляется десятками миллионов штук, не говоря уж о системах альтернативной энергетике для домов, то есть нужна сотня фабрик. А они израсходуют все



запасы лития за десятилетие только на свои нужды. Проблема обострится и в том случае, если удастся затея с термоядерным синтезом и в качестве топлива будет выбрана пара дейтерий-третий: именно литий служит сырьем для получения последнего.

Что такое космологическая проблема лития? Согласно базовой теории происхождения химических элементов, то есть нуклеосинтеза при Большом взрыве, в первые две минуты существования Вселенной в результате реакции с нейтронами последовательно формировались ядра дейтерия, трития, гелия-3 и гелия-4. А вот ядра с пятью и шестью нуклонами нейтронной бомбардировкой сделать нельзя, они крайне нестабильны. Поэтому наступает этап слияния ранее созданных ядер. Из трития и гелия-4 можно сделать литий-7, из дейтерия и гелия-3 — бериллий-7, который быстро превратится опять-таки в литий-7, на чем все и останавливается. Таким образом, первые звезды должны формироваться из водорода, гелия и следовых количеств лития. При этом количество лития должно быть $4,16 \cdot 10^{-10}$ от количества водорода. В целом подсчеты содержания элементов отлично подтверждают теорию нуклеосинтеза, но вот с литием вышла промашка. Если бы его было больше, чем положено, это легко было бы списать на последующий синтез элемента в звездах. Однако его в два-три раза меньше. На это можно не обращать внимания, сводя все к вопросу точности измерения, а можно и объяснить разными способами, например придумывая таинственные частицы, которые раньше были, а теперь все вышли («Physical Review Letters», 2016 116, 21, 211303; doi: 10.1103/PhysRevLett.116.211303), — словом, пытаюсь по крупицам воссоздать подлинную картину того грандиозного процесса, что шел в начале времен.

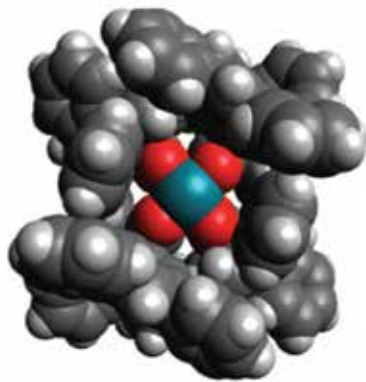


Волшебный карман

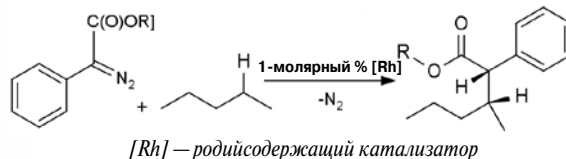
Химики из США разработали катализатор, способный избирательно активировать связи С–Н в тех соединениях, у которых нет дополнительных функциональных групп, понижающих прочность этих связей или способствующих их активации. Катализатор содержит два атома родия, окруженных органическим лигандом. Возможно, это позволит создать новые методы направленного синтеза сложных органических веществ из простых исходных («Nature», 2016, 533, 7602, 230–234, doi: 10.1038/nature17651).

Если в органическом соединении много инертных С–Н-связей, то направленно активировать и заставить вступить в реакцию одну из них — исключительно непростая задача. Для ее решения чаще всего применяют тактику введения направляющих фрагментов, которые позволяют осуществлять реакцию строго по определенной связи С–Н, после чего направляющий фрагмент обычно удаляют. Такой подход приносит свои плоды, но требует введения дополнительных стадий синтеза и применения дополнительных реагентов.

Исследователи из Университета Эмори (Атланта, США), работающие в группе Хью Дэвиса, продемонстрировали, что все легко можно сделать с помощью одного лишь катализатора. Пространственное строение такого катализатора должно комплементарно соответствовать только одной конкретной связи С–Н.



Объемный органический каркас, окружающий диродиевый каталитический центр, позволяет проводить селективные реакции по второму атому углерода в пентане



[Rh] — родийсодержащий катализатор

Новый катализатор — это центр из двух атомов родия, находящихся в обрамлении объемного органического лиганда. Архитектура катализатора предопределяет то, какая из С–Н-связей реагирующего соединения может поместиться в его активный «карман» и вступить в реакцию.

Чтобы продемонстрировать разработанную концепцию на практике, исследователи проводили реакцию с н-пентаном. Этот углеводород содержит три типа связей С–Н, которые нельзя назвать очень активными; кроме того, они так близки по свойствам, что избирательно изменить их в ходе обычной химической реакции практически невозможно. В молекуле н-пентана реагентам удобнее атаковать крайние атомы углерода, однако благодаря электронному строению С–Н-связей вторичные (расположенные внутри) атомы углерода вступают в реакцию легче.

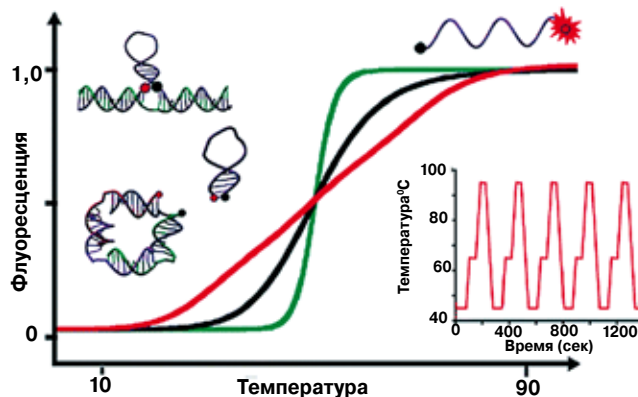
Для активации С–Н-связей пентана с помощью нового родиевого катализатора в качестве реагента решили использовать диазосоединение. Оно быстро разлагается на родиевом центре с образованием

реакционно-способного карбена, который до поры до времени выжидает в «кармане» катализатора. Опять же благодаря электронному строению карбены предпочитают атаковать более замещенный атом углерода (то есть три средних атома), однако этой тенденции противостоят стерические требования катализатора. Таким образом, катализатор уравнивает пространственные и электронные факторы и заставляет карбен, спрятанный в катализаторе, реагировать со вторым атомом углерода н-пентана. Формируется новая связь С–С.

Как отмечает Дэвис, результаты работы доказывают, что возможно создать катализатор, селективно активирующий конкретные связи С–Н углеводорода (например, в этом случае реагирует именно второй атом, поскольку пентан заходит в клетку катализатора, в которой его ждет карбен, не полностью, а только до второго атома. А если изменить строение катализатора, то он будет специфично активировать С–Н-связи с другими пространственными и электронными параметрами.

Очень маленький термометр

Исследователи из Канады сконструировали самый маленький в мире термометр. Он сделан из фрагментов молекул ДНК, а принцип работы основан на том, что в определенных условиях эти фрагменты медленно разворачиваются, высвобождая флуоресцирующие молекулы. ДНК-термометры отличаются исключительной чувствительностью, ученые полагают, что с их помощью можно будет отслеживать быстрые изменения температуры внутри клеток или наноструктур («Nano Letters», 2016, doi: 10.1021/acs.nanolett.6b00156).



Разработавший нанотермометр Алекси Вале-Белиль отмечает, что это молекулярное устройство синтезировали с помощью хорошо отлаженной схемы, которая по-

зволяет получать реагенты для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР). Эта реакция — сегодня один из самых популярных лабораторных методов, бла-

годаря ей молекулярные биологи могут копировать нужный им фрагмент ДНК в необходимом количестве.

Авторы работы синтезировали однонитевые молекулы ДНК, которые, встретившись, образуют молекулы с двунитевыми участками. Но структура ДНК чувствительна к изменениям температуры — как известно, при нагреве двунитевые участки «плавятся», разделяясь на отдельные нити. Именно это происходит с молекулами-термометрами при незначительном потеплении окружающей среды, причем высвобождаются входящие в их состав флуорофоры, так что за температурой можно следить, регистрируя их оптический сигнал.

Стабилизаторы помогают управлять скоростью разрушения супрамолекулярных структур на основе ДНК, что, в свою

очередь, дает возможность повышать или понижать чувствительность молекулярных термометров. Вообще, чувствительность очень высока — созданные исследователями системы реагируют на изменения всего в 0,05°C. По словам Вале-Белиля, есть и альтернативная возможность — запрограммировать термометр на очень медленное разрушение его надмолекулярной структуры, что позволит отслеживать температурные интервалы до 50 градусов. Такие молекулярные градусники могут оказаться полезными для решения множества практических задач, например — измерения температуры в различных отделах живой клетки или рукотворных наноструктур. В настоящий момент канадские ученые уже пытаются измерить температуру вокруг молекулярных моторов клетки, чтобы

выяснить, не перегреваются ли они во время работы.

Не так давно химики из Токийского университета под руководством Сейити Утияма сделали аналогичные молекулярные термометры на основе синтетических полимеров. Они полагают, что применению ДНК-термометров в живых клетках может помешать ряд обстоятельств — например, если они будут взаимодействовать с биомолекулами, это, возможно, изменит запрограммированную скорость разрушения супрамолекулярных образований. Тем не менее японские коллеги признают, что если канадские химики докажут надежность новых термометров, то многие биохимики предпочтут изучать температуру внутри клетки с помощью знакомых и родных для них молекул ДНК, а не синтетических полимеров.

Двуликая молекула

Уникальное фторсодержащее соединение, связывающее и катионы, и анионы, синтезировали Дэвид О'Хаган и его коллеги из шотландского Сент-Эндрюсского университета («Nature Chemistry», 2015, 7, 467–468, doi: 10.1038/nchem.2240). О самой полярной алифатической молекуле 1,2,3,4,5,6-гексафторциклогексана, в которой все атомы фтора находятся в цис-положении, можно сказать, что у нее два лица — положительно и отрицательно заряженное. Последнее ответственно за связывание катионов, а молекула в целом может образовывать связь и с анионами («Journal of the American Chemical Society», 2016, doi: 10.1021/jacs.6b02856). Следует также отметить, что для этой молекулы наблюдается самая прочная связь между анионом и молекулой, полярность которой обеспечивается только ковалентными связями.

Новая молекула примечательна тем, что шесть входящих в ее состав атомов фтора расположены по одну сторону шестичленного кольца циклогексана, а шесть атомов водорода — по другую.

Несмотря на кажущуюся простоту, соединение очень сложно синтезировать, поскольку для гексафторциклогексана может существовать девять изомеров, способных принимать до 15 различных конформаций. Получение молекулы, в которой все атомы фтора расположены с одной стороны от циклогексанового скелета, требует особого подхода — атомы фтора взаимно отталкиваются

друг от друга, и энергия напряжения 1,2,3,4,5,6-цис-гексафторциклогексана вдвое больше, чем энергия напряжения любого другого его изомера.

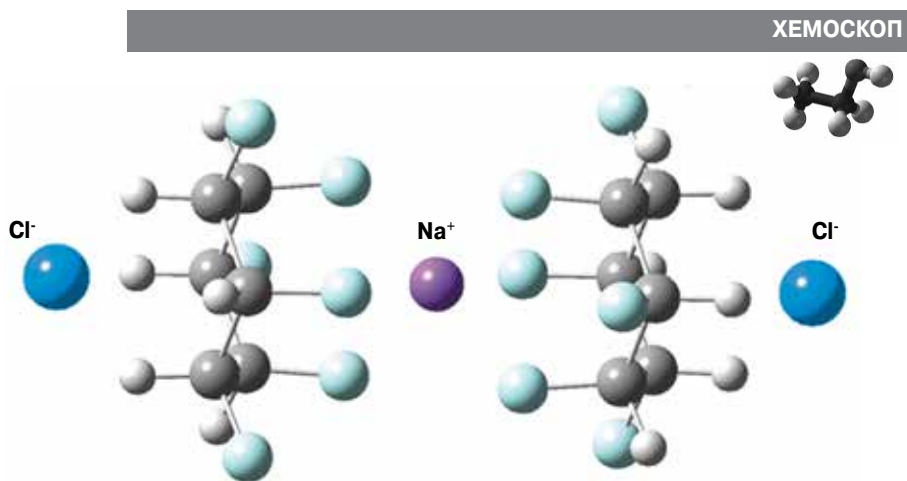
Для получения такой напряженной молекулы О'Хаган с коллегами разработали специальную стратегию: использовали в качестве исходного вещества миоинозитол — шестиатомный спирт, содержащий циклогексановое кольцо. Новая синтезированная молекула 1,2,3,4,5,6-цис-гексафторциклогексана принимает конформацию «кресло», а ее дипольный момент составляет 6,2 Дебаев (к этому приводит противонаправленная ориентация атомов фтора и водорода). Нельзя сказать, что это рекорд для химии вообще — ионные соединения часто имеют и большие значения дипольного момента, но, безусловно, это рекорд для молекулярных соединений, образованных только ковалентными связями.

Изучая свойства этой молекулы, О'Хаган и Теренс Макмэхон обнаружили, что она способна связывать катионы той стороной, где расположен фтор, и анионы — водородсодержащей. Иссле-

дователи сгенерировали в газовой фазе моно- и связанные комплексы ионов натрия и хлорид-ионов с 1,2,3,4,5,6-цис-гексафторциклогексаном и изучили их с помощью масс-спектрометрии.

Как отмечают авторы, ни одно соединение (за исключением некоторых краун-эфиров и наиболее основных аминокислот) не имеет такую большую энергию связывания с ионами калия, как новая молекула. Энергия связывания этой молекулой хлорид-ионов также максимальна для соединений, не имеющих в составе свободных ионов. О'Хаган с коллегами предполагают, что их соединение сможет выступать в роли переносчика и катионов, и анионов как в полярной, так и в неполярной среде.

Выпуск подготовил кандидат химических наук
А.И. Курамшин



Фторсодержащее «лицо» 1,2,3,4,5,6-цисгексафторциклогексана связывается с ионами натрия, а водородное — с хлорид-ионами

Гены против ампутации

Н.Маркина

Гены против ампутации

Три года назад мы опубликовали статью о российском геннотерапевтическом препарате против ишемии нижних конечностей, разработанном в Институте стволовых клеток человека («Химия и жизнь», 2013, 12, автор статьи — директор по науке ИСКЧ Роман Деев). Технология почти фантастическая — человеку вводят специально созданную генную конструкцию, и кровообращение в ногах восстанавливается, больной снова может ходить. Тогда мы остановились на том, что препарат под названием неоваскулген прошел клинические испытания, зарегистрирован и началось его внедрение в практику. И конечно, не все было просто: высокая стоимость курса лечения, скепсис опытных сосудистых хирургов...

О том, что происходит сегодня с первым отечественным препаратом для генной терапии, его создатели рассказали на школе для журналистов, которую в конце мая провел Институт стволовых клеток человека в Ярославле. Рассказывали не только исследователи, но и практикующие врачи, и, самое главное, больные, которые испытали неоваскулген на себе, — не бизнес-элита, а обычные жители города, в основном пенсионеры. Мы решили, что читателям «Химии и жизни» будет интересно узнать продолжение истории.

«Потому что ходить-то надо!»

Пациентов представляет журналистам Юрий Валентинович Червяков, доктор медицинских наук, сосудистый хирург медицинского центра в Ярославле.

— Александр Александрович, вам был введен препарат в 2010 году. Скажите, до лечения сколько метров давала вам пройти больная нога?

— Сто — сто пятьдесят метров, а дальше — как кол забили. А теперь почти километр хожу спокойно, а если медленно, то и больше: из дома дохожу до Волги, по набережной до стрелки, от стрелки до Красного моста и дома, без остановок.

— У Валентины Васильевны на фоне сахарного диабета ишемия поразила обе ноги. Первую ногу мы лечили в 2014



Доктор Ю.В.Червяков

году, когда уже начались боли в покое. В 2015 году мы ввели препарат в правую ногу. Сколько вы сейчас можете пройти?

— С километр прохожу — до магазина.

— Все пациенты в Ярославле покупали препарат за свои деньги.

— Когда Юрий Валентинович назвал мне цену, я, конечно, опешила. А домой приехала, с мужем поговорила, и мы тут же пошли в сберкассу и взяли деньги. Потому что ходить-то надо!

— А вот Юрий Аркадьевич — самый свежий пациент. Два месяца назад мы с ним повстречались после того, как он сказал: «Лечусь каждый год капельницами, а результата нет! Мне ходить надо много, работа у меня активная. Что вы мне можете посоветовать?» Я ему рассказал о препарате, и мы провели курс лечения. Как вы сейчас себя чувствуете?

— Могу сказать однозначно: гораздо лучше. Уже через месяц стало лучше. Иду на работу, по дороге у меня вежи, и я знаю — у этого поворота не болит, а у этого киоска уже болит. Сейчас этот интервал удлинился. И вообще качество жизни улучшилось. Самое главное, чтобы нога не мешала моей работе. У меня очень подвижная работа — я актер. А на сцене приходится не только ходить, но и бегать.

История болезни

Ишемия нижних конечностей возникает из-за атеросклероза, который забивает просвет артерии холестериновыми

бляшками. Артерия сужается, в ногах падает кровообращение, а в тяжелых случаях кровь вообще перестает поступать в ткани. Это заболевание той же природы, что инфаркт или инсульт, когда от заблокированного сосуда страдают сердце или мозг. Но инфаркт и инсульт — болезни серьезные, о которых все знают. Когда тот же атеросклероз выводит из строя артерии ног, человек этого сперва не замечает, хотя начинает все хуже ходить. Возникает так называемая перемежающаяся хромота — человек может пройти очень небольшое расстояние, а затем из-за сильной боли вынужден останавливаться. Если болезнь прогрессирует, как обычно и бывает, то вслед за этим начинаются боли в покое (это уже, по определению медиков, критическая ишемия нижних конечностей — КИНК). Самое серьезное последствие — некротические изменения в тканях, которые приводят к гангрене. И тогда выход один — ампутация.

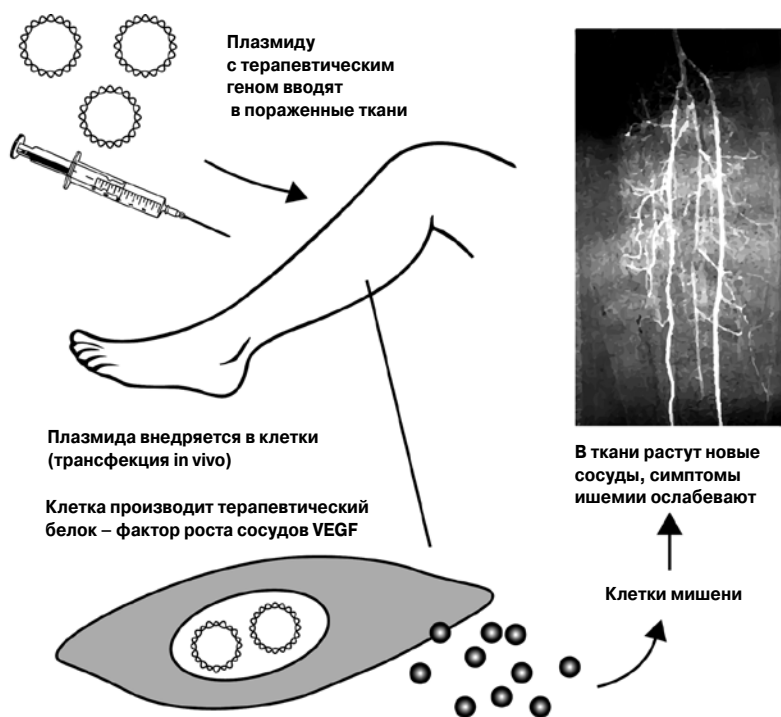
Статистику заболевания представил профессор Российского университета дружбы народов Алексей Михайлович Зудин. Перемежающейся хромотой страдают 3% населения, у 5% болезнь доходит до критической ишемии. Это около 300 новых случаев на 1 млн населения в год, а в масштабах России — 42 тысячи новых случаев ежегодно.



Актер Ярославского театра юного зрителя Ю.А.Клипп: «На сцене приходится не только ходить, но и бегать»



Пациенту вводят неоваскулген



Как работает генная терапия ишемии нижних конечностей

Традиционные подходы к лечению — хирургический (восстановление проходимости артерий, установка стентов) и терапевтический (прием сосудорасширяющих лекарств — простагландинов). Но у этих лекарств есть противопоказания: они перераспределяют давление крови и увеличивают риск инфаркта миокарда (ведь среди пациентов много сердечников). А хирургические методы восстановления проходимости артерий в 25—30% случаев не помогают. В XXI веке стал возможным третий путь.

История успеха

Идея состояла в том, чтобы вырастить новые сосуды, которые возьмут на себя роль вышедшей из строя артерии. У организма есть резерв для отращивания боковых отростков главной артерии — коллатералей. Но их рост необходимо стимулировать. Именно этот подход — терапевтический ангиогенез — реализовали разработчики неоваскулгена.

Росту новых сосудов помогает белок VEGF — фактор роста эндотелия (клеток внутренней стенки сосудов). Однако вводить белок в мышцу — не оптимальный путь. Во-первых, он быстро разрушается, во-вторых, как всякий белок, может вызвать аллергические реакции. Лучше заставить клетку произвести его самостоятельно, а для этого нужно доставить в нее ген белка. Сама идея ангиогенеза с использованием гена *vegf* возникла не в России, над этим работали и работают мировые фармацевтические компании. Но именно в России, как ни удивительно, впервые смогли получить готовый лекарственный препарат. И это при том, что геннотерапевтических препаратов на сегодня в мире зарегистрировано всего пять.

В нашей стране это направление параллельно развивали в нескольких исследовательских и клинических учреждениях. Специалисты ИСКЧ на стадии фундаментальных исследований сотрудничали с лабораторией доктора биологических наук С.Л.Киселева в Институте общей генетики РАН, именно там были разработаны первые генные конструкции. Прежде всего нужно было



выбрать вектор доставки терапевтического гена: он может быть вирусным (аденовирус, лентивирус и др.) или невирусным. Ученые отказались от вирусов по причине их потенциальной опасности и выбрали плазмиду — небольшую кольцевую ДНК. Ее преимущество в том, что она не встраивается в геном, а только доставляет нужный ген и очень скоро разрушается. Итак, генная конструкция состояла из плазмиды, несущей терапевтический ген *vegf* 165, — этот вариант фактора роста эндотелия сосудов в экспериментах показал наилучшие результаты.

«Когда мы начинали, то даже не представляли, с какими проблемами нам придется столкнуться, — говорит директор ИСКЧ Артур Александрович Исаев. — Причем это не были специфические российские трудности, они возникают всегда на пути внедрения инновационных препаратов и технологий. Поэтому только одна из десяти разработок доходит до рынка».

В 2008 году ИСКЧ получил разрешение на клинические исследования. В 2011 году после завершения трех фаз клинических исследований (доказывающих безопасность и эффективность) неоваскулген был зарегистрирован как препарат для терапевтического анги-



Доктор Ю.В.Червяков

огенеза. Было создано производство — сначала на базе Института биорганической химии РАН, потом на базе Гематологического научного центра. Плазмиду с человеческим геном производят бактерии кишечной палочки в биореакторе.

От теории к практике

С 2011 года неоваскулген применяют в 50 клиниках, но самый большой опыт лечения накоплен в Ярославле. За 120 пациентами, которые участвовали еще в клинических исследованиях, врачи наблюдают до восьми лет, говорит Ю.В.Червяков. А в течение пяти лет они проводили сравнение двух групп пациентов: первая получала стандартное лечение сосудорасширяющими препаратами, а во второй к нему добавляли генотерапию. Причем в каждой группе было еще две подгруппы: одна — с низким риском ампутации, другая с высоким.

Так вот, через пять лет у больных с низким риском ампутации, которые получали генотерапию, дистанция безболезной ходьбы увеличилась в среднем в четыре раза, а в контрольной группе (на стандартном лечении) даже снизилась. У больных с высоким риском ампутации в группе с генотерапией дистанция безболезной ходьбы увеличилась в десять раз (исходно она составляла в среднем 23 метра), а в контрольной группе не изменилась. Большая эффективность неоваскулгена по сравнению со стандартным лечением очевидна.

Но есть и другие цифры, которые показывают, что генотерапия не волшебная палочка и помогает не всем. Неудовлетворительный результат через пять лет (ампутация либо смерть пациента) — в контрольных группах 25—26%, а в группах с генотерапией 16—18%. Не удается помочь каждому четвертому или каждому пятому...

Как поясняет доктор Червяков, «препарат не спасет пациента от ампутации, если уже начались признаки гангрены. Надо начинать раньше, когда больной просто плохо ходит, может пройти без боли сто или пятьдесят метров». Результат лечения сильно зависит от тяжести



Директор ИСКЧ А.А.Исаев

состояния и других сопутствующих факторов. Есть и противопоказания, в числе самых важных — онкологические заболевания (раковая опухоль тоже очень любит отращивать себе сосуды). Одна из главных задач, которые ставят перед собой специалисты ИСКЧ, заключается в том, чтобы собирать информацию из клиник и выяснять причины неудач в лечении.

Сколько стоит?

Курс лечения неоваскулгеном состоит всего из двух инъекций с интервалом в две недели. Точнее, каждая инъекция — это не один, а десять уколов в определенные точки икроножной мышцы. Одна ампула с лекарством стоит 120 тысяч рублей. Это, конечно, недешево, но все оценивается в сравнении. С точки зрения фармакоэкономики лечение пациента неоваскулгеном дает экономию в 472 тысячи рублей, говорит А.А.Исаев. Пациента не придется госпитализировать и лечить другими препаратами, в перспективе ему не грозит ампутация (потеря трудоспособности, расходы на реабилитацию и пр.).

Для пациентов есть и хорошая новость: с 2016 года неоваскулген включен в список жизненно необходимых и важных лекарственных препаратов (ЖНВЛП). Это значит, что в принципе появилась возможность провести лечение за счет бюджетных средств. Для этого, как объяснили в ИСКЧ, больница должна закупить препарат, и в этом случае может проколоть его пациенту бесплатно. Но список утвержден только в марте, и закупки лишь начинаются. Так что пока нет возможности проверить, работает ли на практике этот бюджетный вариант.



Удушливое дыхание призрак

Заброшенная шахта вносит вклад в парниковый эффект.

Агентство «NewsWise», 17 июня 2016 года.

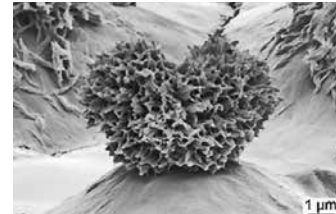
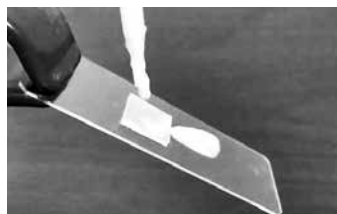
Уголь, извлеченный из шахты, несомненно, подогревает планету, причем дважды — за счет выделения тепла при горении и за счет углекислого газа, который мешает этому теплу рассеяться в космическом пространстве. Но может ли в этом процессе участвовать заброшенная шахта? Да, утверждает Дороти Веспер из Западного университета штата Виргиния. По шахте может протекать вода. Как правило, кислотность у этой воды повышенная. Стало быть, она растворяет карбонатные породы и обогащается углекислым газом. Когда такие воды попадают на поверхность, углекислый газ из них улетучивается. Впрочем, он может улетучиваться и внутри шахты, создавая колодцы с непригодным для дыхания воздухом. Дороти Веспер измерила как содержание карбонатов в воде двух пенсильванских шахт, так и выделение углекислого газа на поверхности. Аппроксимировав потом полученные результаты на данные геологической службы о состоянии 140 заброшенных шахт этого штата, она сделала вывод, что эмиссия совсем не маленькая — как будто небольшая электростанция сжигает призрачный уголь заброшенной шахты

Техника опорожнения

Бутылка шампуня легко отдаст последнюю каплю.

Агентство «NewsWise», 20 июня 2016 года.

Вылить воду из сосуда достаточно просто, а если поверхность гидрофобна, как у пластиковой бутылки, то можно вытряхнуть из нее буквально последние капли. А с мылом так не получится: в его состав входят поверхностно-активные вещества, которые как раз и обеспечивают прекрасное смачивание любой поверхности. Полностью вылить шампунь или жидкое мыло из флакона не удастся, и это плохо — изготовителям моющих средств досадно тратить ресурсы на изготовление продукта, который неминуемо будет выкинут.



Спассти ситуацию может нанесение микрорельефа на внутреннюю поверхность флакона. Если его размер и форма окажутся оптимальными, то капля мыла не сможет растечься по стенке; их всегда будет разделять микроскопический слой воздуха. Из такого флакона мыло выльется без остатка. Однако создать подобный рельеф просто — методы-то имеются, но стоимость продукции получается высокой.

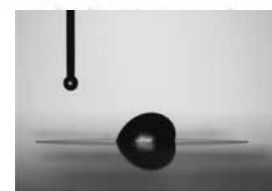
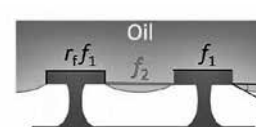
Инженеры из университета штата Огайо Бхарат Бхусхан и Филипп Браун придумали простой способ. При изготовлении бутылок в них заливают немного растворителя, который размягчает внутреннюю стенку. Оказалось, что если в этот растворитель добавить микрочастицы диоксида кремния, то при затвердевании бутылки они прочно соединятся со стенкой. Частицы имеют форму буквы Y, так что стенка покрывается ворсом из эдаких микророгаток. Они отлично справились с задачей: мыло стало легко вытекать.

Техника переливания

Масло потечет само.

«Science Advances», 2, e1600148, 17 июня 2016; doi: 10.1126/sciadv.1600148

Уголки кактуса непростая поверхность: капля воды перемещается по ней к растению, а не от него, за счет этого удается собирать влагу из атмосферы. Подобный прием используют в технике, чтобы обеспечить перемещение жидкостей без дополнительной энергии. Так работают системы подачи чернил в принтере, приборы для микроанализа или устройства для сбора влаги. Однако если для воды успехи имеются, то для жидкостей с низким поверхностным натяжением, например масла или нефти, хорошей технологии еще не создано. Исследователи из финского университета Аалто во главе с Вилле Йокиненем провели опыты с несколькими поверхностями, микрорельефы на которых создавали с помощью плазменного травления. Рельеф представлял собой розетки из радиально расходящихся микроскопических гребней; при этом гребни имели форму железнодорожного рельса. Розетки различались и высотой гребней, и их числом. После многократных экспериментов удалось-таки добиться, чтобы капля масла сама перемещалась по микрорельефу. Это поможет созданию новых устройств для анализа различных жидкостей, а также их перемещению без затрат энергии.



Микронный рубеж

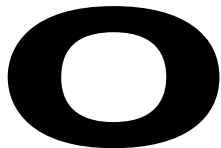
Толщина солнечной батареи упала до одного микрона.

«Applied Physics Letters», 20 июня 2016 года; doi: 10.1063/1.4954039

Чем тоньше солнечная батарея, тем проще ее использовать в изделиях хитрой формы, а также в электроприборах, встроенных в одежду, сумки, очки и прочие вещи, которые человек носит на себе. Инженеры из южнокорейского университета в Гванджу и некоторых других организаций в борьбе за тонкие солнечные элементы преодолели психологический рубеж: они сделали батарею элементов толщиной в микрон. Причем успеха добились не за счет стравливания лишнего: элементы из арсенида галлия сразу были напечатаны на тонкой подложке, а затем ее методом холодной сварки приделали к тончайшему металлическому электроду. Этот электрод служит не только для снятия тока с элемента, но и для отражения непреломленных фотонов: так увеличивается эффективность превращения света в электричество. В результате по выработке электричества устройство не уступает своим толстым собратьям, а по прочности и гибкости превосходит их: такую батарею без ущерба для нее сгибали вокруг стержня толщиной в 1,4 мм — почти как карандашный грифель. Авторы исследования отмечают, что батарея не только гибкая, но и легкая, а значит, помимо носимой электроники, она пригодится и в космических аппаратах.



Нанопобурение белого жира



ожирение — это болезнь, с которой нужно бороться.

Сейчас ее лечат, предписывая пациентам специальную диету с ограниченной калорийностью, режим питания и физическую активность. Назначают и лекарства, которые снижают аппетит, препятствуют усвоению жиров или тормозят ангиогенез, то есть образование новых сосудов, в жировой ткани.

Жировая ткань — одна из самых пластичных в организме, ее объем за годы человеческой жизни может не раз измениться. Во многом ее состояние зависит от притока крови, доставляющей питательные вещества и кислород, факторы роста и цитокины, клетки иммунной системы — моноциты и нейтрофилы, а также стволовые клетки, которым предстоит стать адипоцитами (клетками жировой ткани). Но и капиллярная сеть не менее пластична, капилляры растут и отмирают, факторы, влияющие на их рост, хорошо известны, ингибиторы этих факторов — тоже. Если остановить рост капилляров, то и жировая прослойка расти перестанет. Опыты на мышах показали, что специфические ингибиторы факторов роста сосудов вызывают апоптоз клеток эндотелия (внутреннего эпителия сосудов) и снижение плотности сосудистой сети. Препараты, тормозящие ангиогенез, вызывают обратимую доз-зависимую потерю веса и редукцию жировой ткани у ожиревших мышей. Постоянный прием этих лекарств позволял мышам, получавшим высококалорийную пищу, поддерживать постоянный вес («Proceedings of the National Academy of Sciences», 2002, 99, 10730—10735, doi: 10.1073/pnas.162349799). Ученые пришли к выводу, что жировая ткань чувствительна к редукции сети капилляров и ее массу можно таким образом регулировать.

Есть, однако, обстоятельства, которые мешают ингибиторам ангиогенеза стать признанным лекарством от ожирения. Прежде всего они небезопасны. Факторы роста сосудов обладают множественным действием, их ингибиторы при долговременном приеме могут быть нейротоксичны, вызывать гипертензию и сердечно-сосудистые заболевания. Поскольку при снижении массы тела расщепляются жиры, в крови резко возрастает содержание жирных кислот, а это может спровоцировать образование атеросклеротических бляшек. Ослабление

ангиогенеза ухудшает заживление ран и восстановление тканей, что особенно актуально для больных сахарным диабетом 2-го типа, который часто развивается при ожирении.

Кроме того, жир жиру рознь. Помимо утучняющей нас белой жировой ткани, запасущей энергию в форме жирных кислот, есть еще бурый жир, который эту энергию при необходимости эффективно расходует, пуская ее, можно сказать, на ветер в виде тепла.

В обычном адипоците жир занимает центральное положение, оттесняя клеточные органеллы на периферию; в клетках бурого жира он находится в виде мелких капелек, окружающих множество митохондрий. Митохондриальный железосодержащий белок цитохром с придает ткани буроватый оттенок, из-за чего она и получила свое название. Активность бурого жира находится под контролем симпатической нервной системы и возрастает при низкой температуре, когда надо согреться. Нервные окончания высвобождают норадреналин, который стимулирует окисление жиров, но образуемая при этом энергия не тратится, как обычно, на синтез АТФ, а выделяется в виде тепла. Бурого жира много у животных, впадающих в зимнюю спячку. Что касается человека, то до недавнего времени считалось, что эта ткань хорошо развита у новорожденных, а у взрослого человека сохраняется в виде небольших островков на шее и над ключицами. Однако когда медики стали использовать позитронно-эмиссионную томографию, которая позволяет определить в том числе функциональную активность тканей, обнаружилось, что в верхней части тела

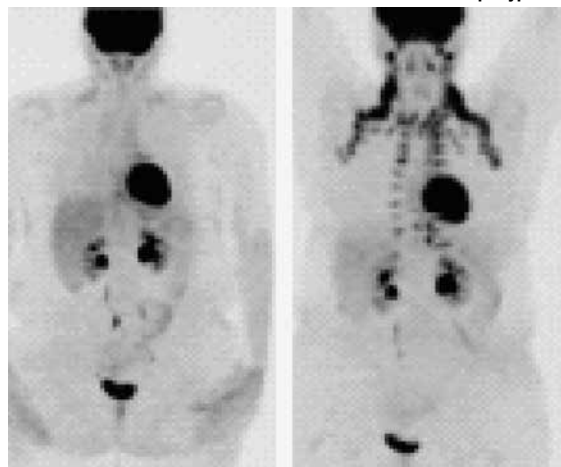
человека — в надключичной области, в области шеи, в средостении, на спине вдоль позвоночника, но не между лопатками, а также вокруг аорты, вокруг сердца и над почками — находятся симметричные области активного бурого жира (рис. 1). Поскольку бурый жир отсутствует между лопатками, в одном из основных мест его локализации у новорожденных, специалисты и полагали, что взрослые бурого жира практически лишены. У разных людей он развит в разной степени, но, по оценкам исследователей, около 80% взрослых людей имеют в организме значительное количество бурого жира, который может играть заметную роль в метаболических процессах (подробнее об этом в «The American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism», 2007, 293, E444—E452, doi:10.1152/ajpendo.00691.2006).

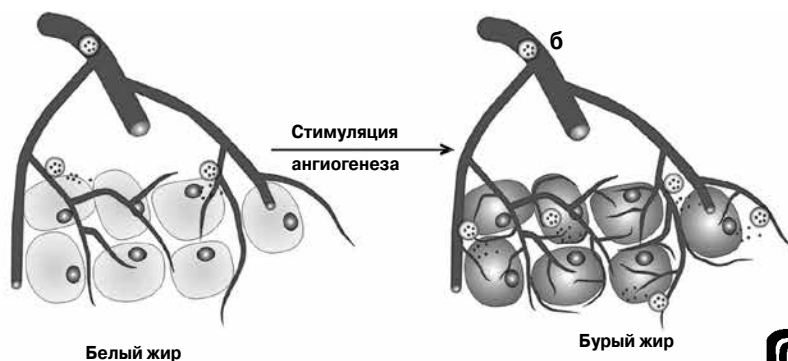
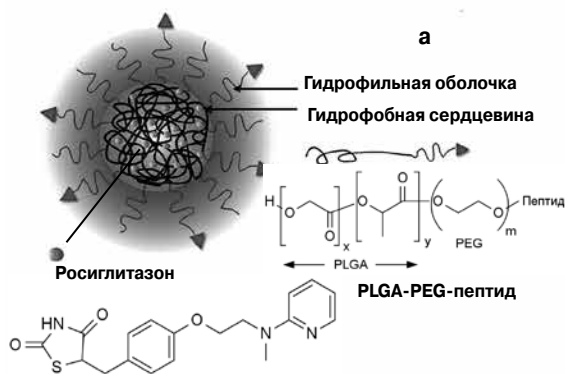
Неверно было бы представлять адипоцит как бурдюк с жиром. В этих клетках происходит активный метаболизм, они поглощают избыток жирных кислот и глюкозы, превращают эти вещества в триацилглицериды, которые в виде жировых глобул хранятся в адипоцитах, пока не понадобятся другим тканям для биохимических процессов, в том числе для окисления и синтеза АТФ — основного источника энергии в клетке. Тогда триацилглицериды расщепляются на жирные кислоты, выходят в кровь и следуют к месту назначения. Часть жирных кислот окисляют и используют для синтеза АТФ сами адипоциты. Но при избыточном весе жирных кислот и так более чем достаточно, организму нет необходимости вскрывать запасы, и они остаются с человеком навсегда, если не принять энергичных мер.

1
Активация бурого жира у взрослого мужчины. Позитронно-эмиссионная томография позволяет увидеть ткани, активно потребляющие глюкозу. На изображении слева видны мозг, сердце, почки и мочевой пузырь. На правой фотографии голый человек, который около часа находился при комнатной температуре и немного замерз. Четко обозначились парные скопления бурого жира на шее, над ключицами и вдоль позвоночника

Тепло

Комнатная температура





ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

2

а — структура наночастицы, нагруженной росиглитазоном; треугольником обозначен направляющий пептид, кружком — росиглитазон; PLGA — полилактидгликолид; PEG — полиэтиленгликоль;

б — превращение белого жира в бурый

Жировые капельки, которые присутствуют в бурых адипоцитах, никогда не разрастаются до таких размеров, как в белых. Это не отложенные излишки, а запас топлива, который буквально сгорает, причем быстро, потому что энергия, образуемая при окислении жиров в бурых адипоцитах, не участвует в биосинтезе других веществ и расходуется в виде тепла. Бурый жир — термогенный орган, а не запасающий, и ожирения не вызывает. Трансформация части белого жира в бурый и стимуляция его термогенной активности могут стать эффективным средством в борьбе с ожирением.

Такова теория. Экспериментальные данные о том, соотносится ли хорошо развитая, метаболически активная бурая жировая ткань с низкой массой тела, противоречивы. Точнее, их еще слишком мало, чтобы делать выводы. Однако в активном состоянии именно бурый жир поглощает основную часть поступающей в организм глюкозы, уступая только мозгу. Высокая термогенная активность бурого жира требует значительного притока крови, которая приносит необходимые кислород и субстраты и уносит тепло. Бурая жировая ткань пронизана густой капиллярной сетью, и подавлять ее развитие нежелательно. Более того, стимуляция ангиогенеза может облегчить высвобождение энергии и таким образом способствовать борьбе с ожирением.

Запасающий белый жир трансформируется в бурый, если стимулировать в его клетках экспрессию митохондриального белка UCP1. Именно этот белок перенаправляет энергию окисления с синтеза АТФ на термогенез. А чтобы трансформация проходила успешнее, рост капилляров в жировой ткани нужно не ограничивать, а усилить.

Метод лечения ожирения, который учитывает все эти данные и позволяет, во всяком случае, на первый взгляд, разрешить многие противоречия, разрабатывает группа ученых из Соединенных Штатов

и Саудовской Аравии под руководством профессора Массачусетского технологического института Роберта Лангера («Proceedings of the National Academy of Sciences», 2016, 113, 5552—5557, doi: 10.1073/pnas.1603840113). Суть метода в том, чтобы доставлять в капилляры жировой ткани препараты, которые стимулируют ангиогенез и трансформацию белого жира в бурый.

Для первых экспериментов исследователи выбрали два препарата. Один из них, росиглитазон, взаимодействует с рецептором PPAR-гамма, регулятором транскрипции. У человека эти рецепторы находятся в жировой ткани и печени. Второй препарат — аналог простагландина E2, PGE2. Оба средства обладают нежелательным побочным действием: при длительном приеме могут развиваться различные сердечно-сосудистые заболевания, простагландин вызывает спазмы бронхов. Чтобы этого избежать, ученые сконструировали полимерные наночастицы для адресной доставки препаратов (рис. 2).

Сердцевину частицы составляет гидрофобный полимер полилактидгликолид (PLGA), нагруженный лекарством. Она окружена гидрофильной полиэтиленгликолевой оболочкой, которая содержит направляющие пептиды. Они избирательно связываются с белками растущих сосудов. Диаметр частицы составил около 100 нм. Таким образом наночастицы проникают в самые тонкие и удаленные капилляры, а направляющие пептиды обеспечивают адресную доставку лекарства.

Сначала наночастицы испытали на препарированном фрагменте жировой ткани и убедились, что оба лекарства стимулируют синтез белков сосудистых клеток. Затем наночастицы с флуоресцентной меткой вводили в хвостовую вену мышей. Через час большая их часть собралась в скоплениях белого жира, в других тканях наночастиц не обнаружили, даже в печени их оказалось очень мало, а в печень попадает практически все.

Удостоверившись в способности наночастиц обеспечить адресную доставку и стимулировать ангиогенез, ученые проверили, как они влияют на трансформацию белого жира. Трём группам мышей вводили частицы с росиглитазоном, без него и росиглитазон без частиц. Спустя

15 суток мышей умертвили и исследовали изменения жировой ткани в паховой области и в области придатка яичка. У мышей, получивших частицы с лекарством, жировая ткань была более красноватой, чем у животных других групп, — в ней было больше капилляров, а в ее адипоцитах меньше жира. Адипоциты заметно похудели, в них синтезировался маркер бурой жировой ткани, белок UCP1. Количество сосудов в жировой ткани возросло примерно в три раза. Второе средство, PGE2, показало сходные результаты.

Росиглитазон, связанный с частицами, замедлял рост массы тела мышей, сидящих на жирной диете. В течение 25 дней им через день вводили лекарство, по окончании эксперимента прирост массы тела у животных, получавших наночастицы с росиглитазоном, был на 10% меньше, чем у мышей, которым давали наночастицы без лекарства или лекарство без частиц. При этом мыши не ели меньше. Частицы с росиглитазоном снижали содержание холестерина в сыворотке крови на 30%, инсулина — более чем в три раза, ученые также отметили статистически значимое снижение уровня триглицеридов.

Роберт Лангер и его коллеги отмечают, что стимуляция ангиогенеза облегчает трансформацию белой жировой ткани в бурую. Вызывая рост капилляров, наночастицы заодно обеспечивают себе пути проникновения в глубь ткани. Адресная доставка лекарства также способствует успеху.

Еще важный момент: росиглитазон влияет на ангиогенез в зависимости от ткани, в которой находятся капилляры, — подавляет его в опухоли, но стимулирует при трансформации жировой ткани. В клинике использование росиглитазона связано с повышенным риском инфарктов, инсультов и переломов костей. В данном эксперименте побочное действие наночастиц с росиглитазоном не оценивали, это еще предстоит сделать. Работы впереди очень много, но ученые не сомневаются, что находятся на пути к новым методам лечения ожирения и других метаболических расстройств.

Н.Л.Резник

Нервный путь похудения

Кандидат биологических наук
Н.Л.Резник

Увидеть нервы

Давайте начнем с рисунка 1. На нем изображена схема регуляции жирового обмена организма. Белая жировая ткань синтезирует гормон лептин, который контролирует аппетит и периферический метаболизм. Лептин взаимодействует с рецепторами гипоталамуса, гипоталамус по нервным волокнам симпатической нервной системы (СНС) посылает сигналы в белую и бурую жировую ткани, нервные окончания выделяют норадреналин, стимулирующий в адипоцитах процесс липолиза — расщепления запасенных жиров, то есть триацилглицеридов, до свободных жирных кислот и глицерина. В клетках бурого жира липолиз происходит с выделением тепла (о буром жире подробнее рассказано в этом номере «Химии и жизни»). Жирные кислоты, образовавшиеся в белых адипоцитах, выходят из клеток в плазму и следуют в ткани, которые нуждаются в энергии; в том числе они могут подпитывать клетки бурого жира. Чем больше триацилглицеридов запасают белые адипоциты, тем больше лептина синтезируют, тем активнее идет липолиз, не позволяя жировой ткани разрастаться.

К сожалению, эта превосходная схема действует только в здоровом теле. При ожирении, которое вызвано переданием, адипоциты приобретают устойчивость к лептину и накапливают жир, сколько бы гормона они ни выделяли. Это обстоятельство не позволило использовать лептин как лекарство для похудения, однако надежда на его целебные свойства не умерла. Исследователи пробуют вернуть адипоцитам чувствительность к лептину (о том, как они пытаются использовать для этого растительный тритерпеноид целастрол, см. «Химию и жизнь» 2015, 7). Но это лишь один из возможных подходов, для поиска иных решений необходимо тщательно исследовать весь путь, который проходит лептиновый сигнал, от адипоцита до адипоцита. Однако это непросто, потому что наша картинка хороша для учебника, а на самом деле прямых доказательств того, что СНС участвует в регуляции жирового обмена, нет.

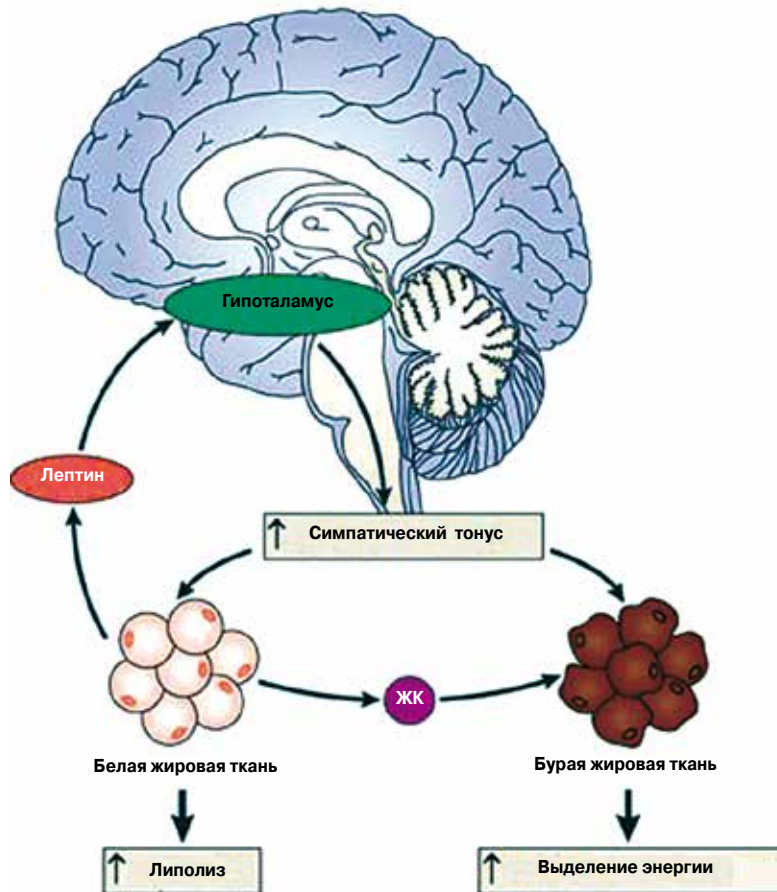
Симпатическая нервная система — часть вегетативной нервной системы, регулирующей работу внутренних органов, обмен веществ и рост. Ее деятельность контролируют кора больших полушарий и гипоталамус. В спинном мозге находятся скопления симпатических нейронов (симпатические ядра), от них отходят нервные волокна, ведущие к расположенным на периферии нервным ганглиям. От нейронов, образующих эти ганглии, нервные волокна расходятся по всему телу, к разным органам и тканям. Они очень тонкие, их диаметр не превышает 7 мкм, и увидеть их трудно.

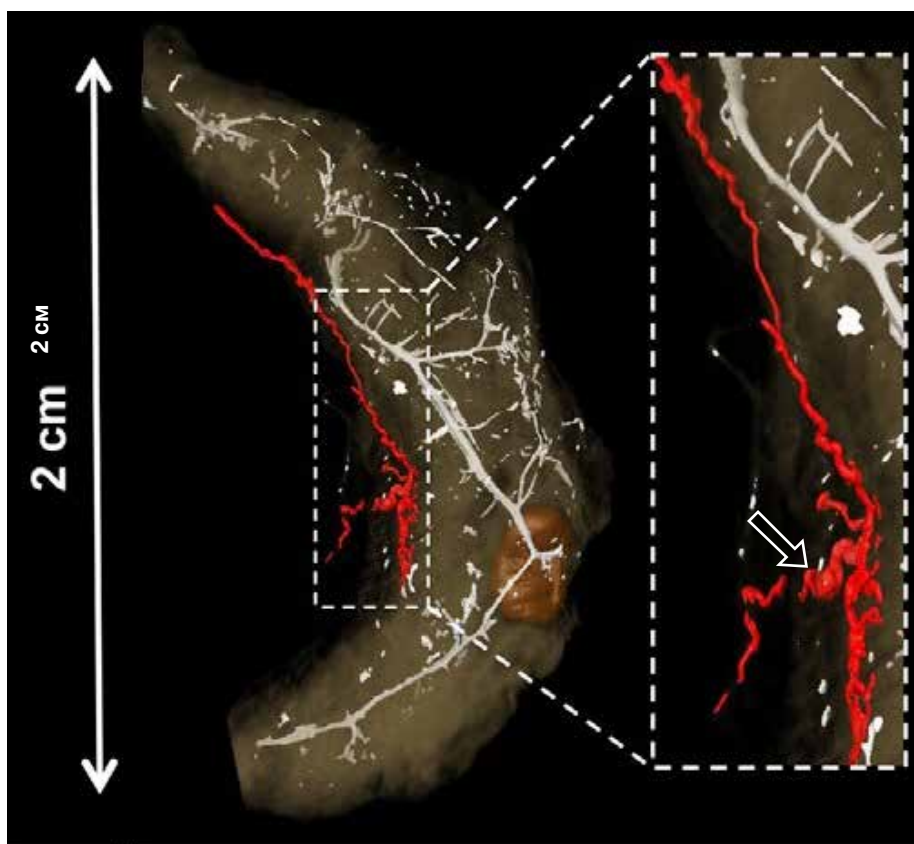
Тем не менее симпатические волокна удалось наблюдать в буром жире. Они пронизывают ткань, дотягиваясь до отдельных клеток, и специалисты предположили, что в белой адипозной ткани дело обстоит так же. Однако увидеть

аксоны (отростки нервных клеток), иннервирующие белые адипоциты, ученым не удалось, поскольку белый жир мутен. Нервы, подходящие к белой жировой ткани, теряются в ее глубинах, и нет уверенности, что аксоны иннервируют именно адипоциты, а не капилляры.

Электрическая стимуляция нервных пучков, подходящих к белой адипозной ткани, усиливает липолиз, этот факт экспериментально установлен полвека назад, однако такое доказательство нельзя считать прямым. По разным методическим причинам трудно было понять, от каких ганглиев тянутся эти

1
Лептин, гормон жировой ткани, действуя на гипоталамус, регулирует энергетический обмен в организме. Усиление симпатической нервной активности стимулирует липолиз в белом жире и выделение энергии (термогенез) в буром. ЖК — свободные жирные кислоты





2
Оптическая проекционная томограмма поверхности жировой подушечки мыши. Аксоны СНС подходят к белым адипоцитам. Нервные волокна показаны стрелкой, сосуды — белыми линиями

пучки и к какой системе относятся. В жировой ткани могут присутствовать не только симпатические аксоны, но и парасимпатические или чувствительные.

Второй аргумент в пользу участия СНС в липолизе — стимулирующая роль норадреналина, нейромедиатора, который выделяют окончания симпатических волокон. Норадреналин, связываясь с бета-адреналиновыми рецепторами на мембране адипоцита, запускает каскад событий, в том числе происходит фосфорилирование, то есть

присоединение фосфатной группы, к ферменту гормон-чувствительной липазе (hormone-sensitive lipase, HSL). Запомним это, потому что повышенное содержание фосфорилированного фермента, pHSL, служит биохимическим маркером происходящего в клетках липолиза. Вся цепочка биохимических реакций липолиза и молекулярные механизмы ее регуляции прекрасно известны, без норадреналина там не обойтись.

Норадреналин могут выделять не только нейроны — как и другие катехоламины, он синтезируется в мозговом веществе надпочечников. Но надпочечники не участвуют в реакции на лептин, это доказано экспериментально.

Основные методы исследования симпатической иннервации белой жировой ткани

Метод	Возможности метода	Результат
Оптическая проекционная томография	Получение трехмерных изображений целых биологических объектов размером до нескольких сантиметров	Увидели в толще жировой ткани нервные волокна, образующие сингапсы на поверхности адипоцитов
Двухфотонная микроскопия	Получение прижизненного изображения тканей на глубину до нескольких сотен микрон	Доказали, что эти нервные волокна относятся к СНС. Визуализировали симпатические нервы в отложениях белого жира
Иммуногистохимический анализ	Позволяет выявить определенные белки с помощью специфической реакции антиген-антитело	Окрашивали симпатические нервные волокна в жировой ткани
Оптогенетика	Избирательная активация нервных клеток	Стимулировав активность симпатических волокон, получили эффект, аналогичный действию лептина на жировую ткань

Еще один источник норадреналина — макрофаги, которых в жировой ткани довольно много. Исследователи наблюдали, как под действием холода макрофаги адипозной ткани мышей активируются и секретируют норадреналин, который вызывает термогенез в буром жире и липолиз в белом. Если макрофагов в жировой ткани нет, реакция мышей на холод нарушается («Nature», 2011, 480, 104—108, doi:10.1038/nature10653).

Таким образом, неперенное участие норадреналина в регуляции липолиза не доказывает, что СНС участвует в контроле над этим процессом. Для уверенности необходимо воочию увидеть нервные окончания, подходящие непосредственно к белым адипоцитам, и убедиться, что они симпатические.

Эту задачу решили ученые из Португалии и Соединенных Штатов под руководством доктора Аны Домингос, возглавляющей лабораторию исследования ожирения Научного института Гюльбенкяна в португальском городе Оэйраше («Cell», 2015, 163, 84—94, doi:10.1016/j.cell.2015.08.055). Их статья — калейдоскоп сложных современных методик, благодаря которым исследователи и смогли установить тип иннервации белой жировой ткани (методы и полученные с их помощью результаты перечислены в таблице). А начали они с оптической проекционной томографии. Этот метод позволяет получать послойные изображения биологических объектов размером от нескольких микрон до нескольких сантиметров и толщиной до 15 мм, а потом восстановить их трехмерную структуру. Нет необходимости делать срезы ткани, которые могут исказить структуру образца, его анализируют целиком.

С помощью оптической проекционной томографии ученые рассмотрели паховые жировые отложения мышей. Они осветлили жировую подушечку, сделав ее прозрачной, и впервые увидели нервные окончания, подходящие прямо к адипоцитам (рис. 2).

Теперь нужно было доказать, что эти аксоны относятся к симпатической системе. Симпатические нейроны синтезируют фермент тирозингидроксилазу, регулирующий скорость синтеза кате-

Сыграть на нервах

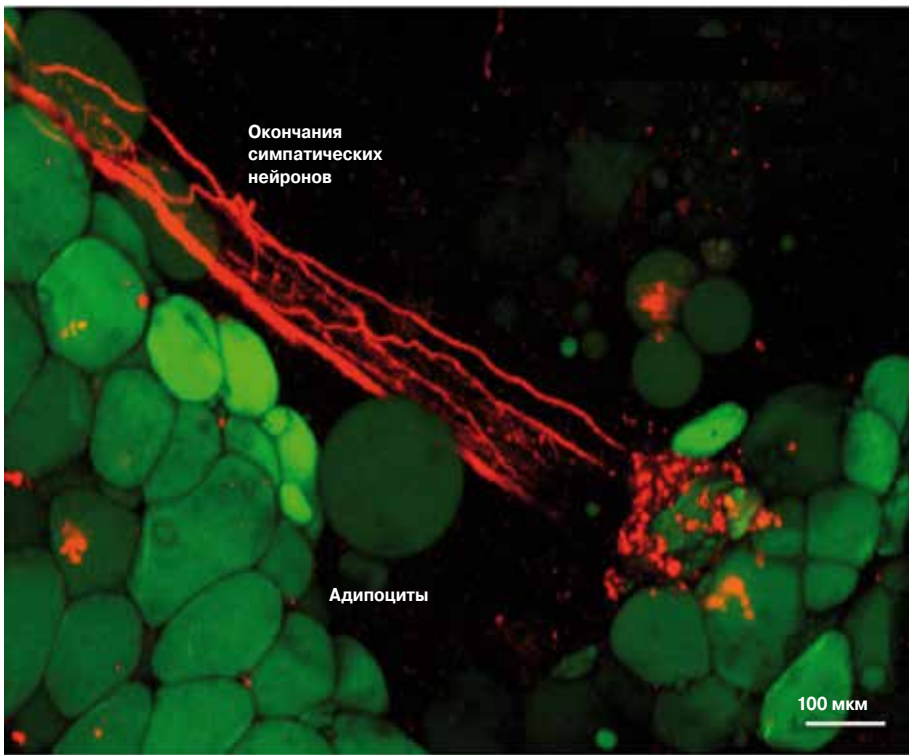
Сделав видимыми нервные волокна внутри жировой ткани и убедившись в их принадлежности к СНС, исследователи, естественно, пожелали на них воздействовать и выяснить, как повлияет возбуждение нервов на липолиз в белых адипоцитах. Проблема в том, что нервные волокна очень тонкие, электроды в них не воткнешь. И тут на помощь приходит еще один метод — оптогенетика (подробно о ней см. «Химию и жизнь», 2016, 2).

Для экспериментов ученые использовали специальную линию мышей, в мембране нейронов которых встроены фоточувствительный белок ченнелордопсин-2 (ChR2). Когда клетки освещают, белок пропускает внутрь положительно заряженные ионы, и клетка активируется. Таким способом можно выборочно «включать» освещенные нейроны.

Обычно источник света направляют на нейроны центральной нервной системы или нервные ганглии, но в данном случае ученые активировали тончайшие отростки нервных клеток. Симпатические нейроны, иннервирующие подкожный жир, находятся в ганглии, который расположен крайне неудобно для длительного введения оптических волокон или других устройств. Однако исследователи решили эту проблему, введя оптические волокна под кожу животных в район паховых жировых отложений и воздействуя непосредственно на периферийные окончания нервных волокон в адипозной ткани. Такой подход себя оправдал.

4 *Оптогенетическая стимуляция симпатических волокон вызывает липолиз.*

На магнитно-резонансной томограмме показаны жировые отложения с освещенной и контрольной стороны мыши после четырехнедельного курса облучения. Жир выделен цветом. Сторона, которую стимулировали, отмечена «лампочкой». У животных ChR2-, лишенных фоточувствительного белка, объем жировых запасов после курса облучения не изменился. У мышей с ChR2 (помечено плюсом) жир исчез только с освещенного бока



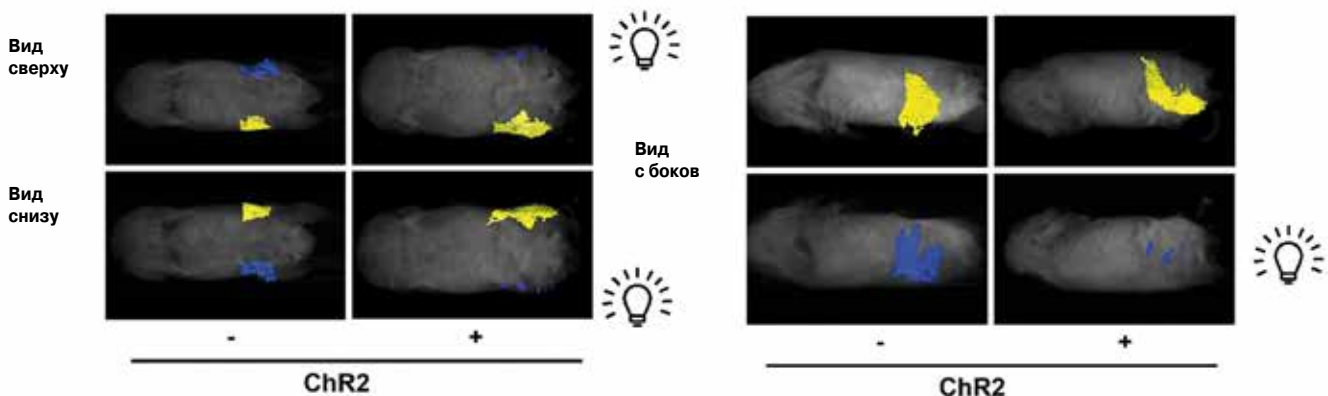
3 *Длинная рука СНС протянулась к адипоцитам*

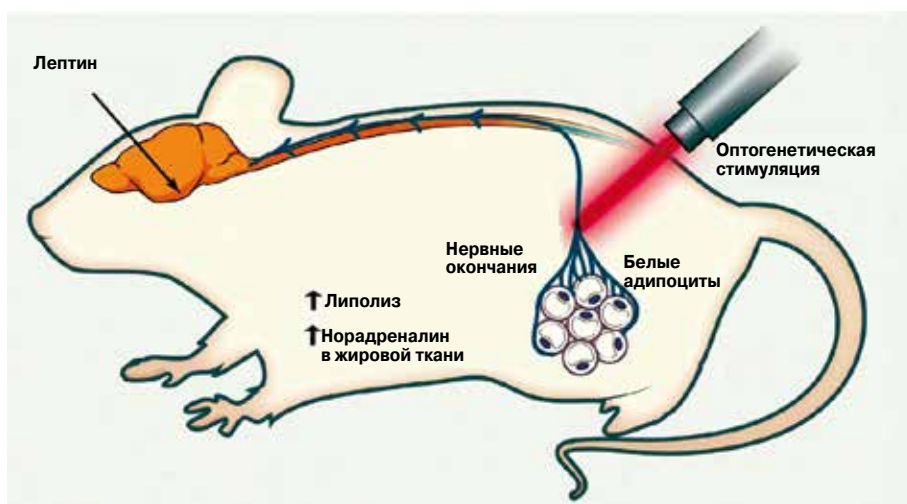
холаминов — группы нейромедиаторов, к которым относится и норадреналин. Исследователи окрасили нервные пучки жировой ткани флуоресцирующими антителами к тирозингидроксилазе. Они обнаружили, что примерно половина нервных волокон принадлежит клеткам, синтезирующим катехоламины, другая половина их не синтезирует. Однако ученые работали с фиксированными тканями, а фиксация может изменить структуру препарата. Интереснее посмотреть, как расположены нервные волокна в живом организме. Сделать это позволяет двухфотонная микроскопия.

Суть метода заключается в том, что в ткань вводят краситель, флуоресценцию которого возбуждают двумя фотонами, причем энергия каждого из них меньше энергии, необходимой для возбуждения флуоресценции. Поэтому молекула красителя засветится лишь в том случае,

если в нее попадут одновременно оба фотона, а произойти это может только в фокусной плоскости микроскопа. Метод позволяет получить четкое изображение тканей на глубину до нескольких сотен микрон.

Двухфотонная микроскопия выполняется прижизненно. Мышам под наркозом удаляли участок кожи, открыв подушечку подкожного жира в тазовой области. Адипоциты окрасили зеленым жирорастворимым красителем, нервные волокна — красным, специфическим для клеток, синтезирующих тирозингидроксилазу. Во время наблюдений мышь находилась на платформе с подогревом. В результате ученые увидели, что симпатические нервные окончания в жировой ткани живой мыши плотно соединяются с адипоцитами, образуя структуры, похожие на синапсы (рис. 3). Такое еще никому не удавалось.





5
Аксоны симпатических нейронов иннервируют белые адипоциты. Активация этих аксонов имитирует действие лептина на белую жировую ткань, стимулируя липолиз

Жировую ткань мышей облучали только с одной стороны. Симпатические нервные окончания стимулировали импульсами синего лазерного излучения, сеанс длился четыре — шесть часов. Другой бок, неосвещенный, служил контролем. Возбуждение симпатических нервных окончаний в белом жире увеличило уровень норадреналина в подкожных жировых отложениях на освещенной стороне примерно в два с половиной раза. Так же возрастает содержание норадреналина в адипозной ткани животных, которым вводили лептин. Интересно, что лептин и оптогенетическая стимуляция не повлияли на содержание норадреналина в сыворотке крови, следовательно, они повышают именно локальное выделение этого нейромедиатора в белом жире, а не во всем организме.

Помимо норадреналина в жировой ткани на освещенной стороне заметно возросло содержание фосфорилированной гормон-чувствительной липазы pHSL, что служит показателем липолиза. В контрольной жировой подушечке уровень pHSL не изменился.

Чтобы проверить, к чему приведет более продолжительная стимуляция симпатических волокон, мышей облучали ежедневно в течение четырех недель. По окончании эксперимента масса жировых отложений на облученной стороне уменьшилась почти на 80%. Исследователи поставили еще один контроль, они облучали лазером жировую ткань мышей без белка ChR2, у таких животных симпатические волокна возбуждаться не должны, и ученые хотели исключить возможный неспецифический эффект лазерной стимуляции. Как и следовало ожидать, масса жира при этом практически не изменилась (рис. 4).

Главный результат этих экспериментов следующий: активация симпатических нервных волокон приводит к таким же последствиям, что и действие лептина — возбужденные нейроны выделяют норадреналин, который стимулирует липолиз в адипоцитах, и жир рассасывается.

Однако для исчерпывающего доказательства роли СНС в регуляции липолиза нужно нарушить иннервацию жировой ткани и убедиться, что жиры в адипоцитах расщепляться не будут. Ученые так и поступили, механически разрушая нервные волокна, идущие к паховой белой жировой ткани, или блокируя соответствующие нейроны фармакологическими агентами или токсинами. Спустя трое суток мышам в жировую ткань ввели лептин, но липолиз он не усилил. Следовательно, чтобы лептин мог вызвать расщепление жиров в адипозной ткани, симпатические нервные волокна необходимы.

Но вы же не думаете, что Ана Домингос и ее коллеги поставили на этом точку. Нервные окончания — передающая сторона, а есть еще и принимающая. Норадреналин симпатических волокон взаимодействует с бета-адреналиновыми рецепторами адипоцитов. Если их заблокировать, клетка не примет норадреналиновый сигнал нервной системы. У мутантных животных, не способных синтезировать белки адреналиновых рецепторов, уровень фосфорилирования HSL после введения лептина был ниже контрольного, и мыши теряли существенно меньше жира. Кроме того, исследователи в течение двух дней вводили лептин мутантным мышам, лишенным норадреналина. За два дня лептиновой терапии обыкновенные животные потеряли более 6% веса, в то время как мутанты — менее 2%, но все-таки и они немного похудели.

Эти данные свидетельствуют о том, что катехоламины обеспечивают более половины похудательного эффекта лептина, а бета-адреналиновые рецепторы лишь отчасти необходимы для ответа на



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

лептиновый сигнал. Ученые не исключают, что симпатические нейроны могут выделять и другие нейротрансмиттеры, которые передают сигнал через другие рецепторы, не адреналиновые.

Итог работы Аны Домингос и ее коллег представлен на рис. 5. В этом исследовании ученые получили анатомические, функциональные, биохимические и генетические доказательства того, что белую жировую ткань иннервируют симпатические нейроны и именно через них действует гормон жировой ткани лептин, вызывая липолиз в адипоцитах. Все, что специалисты могли раньше только предполагать с большой долей вероятности, теперь доказано непосредственно. А чего не увидели, то планируют изучить.

Поскольку активация симпатических волокон в адипозной ткани приводит к тем же результатам, что и действие лептина, ученые надеются, что их данные могли бы помочь решению проблемы лептиновой устойчивости у больных ожирением. Похудение по лептиновому пути имеет то преимущество, что рассасывается только жир, а мышечная масса остается неизменной. Если найти способ активировать определенные симпатические нейроны, то пациенты будут терять вес. Конечно, активация будет не оптогенетической, придется подбирать лекарства. Однако не будем забывать, что авторы пока не проверили свою схему на животных, страдающих ожирением.

Специалисты Йельского университета, комментирующие эту работу, отмечают, что исследование интересно не только конкретным результатом, но и комплексным методическим подходом, который позволяет изучать сигнальный путь полностью, а не отдельные его этапы. С помощью такого подхода можно исследовать симпатическую иннервацию различных тканей и действие на них периферических гормонов, а также при необходимости корректировать их метаболизм («Cell», 2015, 163, 26—27, doi: 10.1016/j.cell.2015.09.016). Конкретных примеров исследователи не приводят, но, в любом случае, это дело будущего. Пока же предстоит окончательно разобраться с лептином.



Прозрачный мир



Когда-то давным-давно люди жили по принципу «Мой дом — моя крепость». Они собирались на вечеринки за закрытыми дверями, писали друг другу бумажные письма в запечатанных конвертах, хранили фотографии в альбомах, которые стояли на полках книжных шкафов с запертыми на ключ дверцами, записывали свои сокровенные мысли в бумажных дневниках, которые не показывали даже самым близким людям.

Сейчас все по-другому. Каждый носит в кармане телефон, оборудованный фото- и видеокамерой, снимки незамедлительно отправляются в какой-нибудь Инстаграм, где они доступны всему миру. Вместо дневников у нас теперь Фейсбук и Живой журнал, где у любой фразы могут быть тысячи читателей.

Причем, заметьте, нас никто не заставляет всем этим пользоваться. Мы выдаем информацию о себе всему миру сами, потому что нам так удобнее. Точно так же нам удобнее носить с собой сотовый телефон, который регулярно сообщает базовой станции, что он находится вот здесь (и это необходимо, чтобы нам могли в любой момент позвонить), пользоваться вместо наличных денег пластиковой карточкой, все расчеты по которой тут же будут зафиксированы в банке, и т. д.

Очевидно, что все эти средства приносят какую-то пользу. Иначе бы мы не покупали видеорегистраторы в автомобили, не платили бы за подписку на облачные сервисы, а пользовались бы альтернативами.

Иногда польза бывает такая, которую совершенно не предвидел покупатель камеры. Например, падение метеорита в Челябинске было зафиксировано десятками автомобильных видеорегистраторов и камер видеонаблюдения, что позволило точно определить его траекторию, оценить мощность взрыва и т. п. А еще пару десятилетий назад это редкое природное событие, скорее всего, осталось бы запечатленным лишь в ненадежных показаниях свидетелей.

Впрочем, этим дело не ограничивается. Помимо той информации о себе, которую мы отдаем добровольно, различные организации пытаются собрать о нас и ту информацию, которую мы, может быть, не хотели бы отдать. Например, на каждом шагу натканы камеры видеонаблюдения, записи которых где-то складываются. А еще есть камеры контроля скорости на дорогах, которые умеют распознавать автомобильные номера. При покупке билета на поезд или автобус от нас требуют предъявить документ.

Но даже и государственную и корпоративную слежку можно преподнести так, чтобы люди воспринимали ее как заботу об их удобстве. Например, необходимость указывать паспортные данные при покупке билета оборачивается тем, что билет можно купить через Интернет, а при посадке на поезд предъявлять только паспорт.

Недавно производители бытовой электроники разработали прибор, очень напоминающий тот, что описывал в своей антиутопии Оруэлл под названием «телекран» — телевизор,



Художник Е. Станикова

который слушает все разговоры в комнате и передает их куда-то на сервера компании-производителя. Оказалось, что таким образом проще реализовать функцию голосового управления. И люди с удовольствием покупают эти модели.

Еще десятилетие назад можно было надеяться, что все эти массивы информации о нас оседают где-то мертвым грузом и никто никогда не соберется в них порыться. Но алгоритмы автоматизированного анализа больших данных развиваются не менее стремительно, чем мощности процессоров и пропускная способность каналов связи. И вот уже автоматическое распознавание лиц может быть использовано для того, чтобы проставлять теги на всех фотографиях в Фейсбуке.

Конечно, есть и противоположный тренд. В том числе и на уровне правительств: принимаются законы о персональных данных, законы о праве на забвение, позволяющие требовать удаления негативной информации из результатов поиска. Но мне все эти попытки законодателей остановить технический прогресс напоминают принятый в 60-х годах позапрошлого века в Англии закон о том, что перед любым механическим транспортным средством должен идти человек с красным флагом.

Как мы привыкли ходить по улицам, по которым носятся многотонные железные механизмы со скоростью 60 километров в час, так привыкнем и жить в мире, где про всех все известно.

Не так уж это и страшно. Более того, всеобщая прозрачность может уничтожить такой вид преступлений, как шантаж.



МЫСЛИ О БУДУЩЕМ

На чем основан этот вид преступлений? На том, что у человека есть что-то, что он хочет скрыть. А если всё и так всем известно и у каждого есть грехи молодости и скелеты в шкафу, то шантажист бессилён.

Вспомним, например, замечательный рассказ Конан Дойла «Скандал в Богемии», где Шерлок Холмс спасает короля Богемии от разрыва помолвки, который тому грозит, если невеста узнает, что ее жених общался с Ирэн Адлер. В наше время разборчивая невеста вынуждена была бы иметь в виду, что у любого из потенциальных женихов-принцев есть какие-то грешки молодости. У этого был роман с английской авантюристкой. Ужасно, конечно, но у того — с австралийской учительницей, а тот вообще во время армейской службы в бильярд на раздевание играл. И все это задокументировано, есть посты в блогах, фотографии в Инстаграме. Ни одного принца, чья молодость была бы безупречной! Так что ж теперь, старой девой оставаться? И простила бы она своему суженому роман с Ирэн. Тем более что всех доказательств — только совместная фотография. А мало ли с кем в наше время человек может попасть в объектив? Вдруг это случайная попутчица на экскурсии или вообще гид?

Наличие видеозаписи может ведь быть не только доказательством преступления, но и доказательством невиновности. Именно для этого многие покупают себе видеорегиистратор в автомобиль — чтобы в случае ДТП доказать, что были правы. Кстати, в Австрии закон запрещает собирать доказательства невиновности до того, как предъявлено обвинение, поэтому там автомобильные видеорегиистраторы вне закона. Был уже случай, когда человек, несправедливо обвиненный в противозаконной деятельности, начал записывать на видео все свои действия и выкладывать видео на сайт в реальном времени.

Сто лет назад человечество отказалось от попыток не замечать существование автомобилей, способных ездить намного быстрее, чем конные экипажи, и было вынуждено ввести правила движения, разделение улиц на тротуары и проезжую часть, поставить светофоры. В результате резко возросла скорость, с которой мы можем перемещаться в пространстве. Конечно, дальнейшая автомобилизация породила свои проблемы, такие, как пробки и загрязнение воздуха, и с ними пытаются бороться.

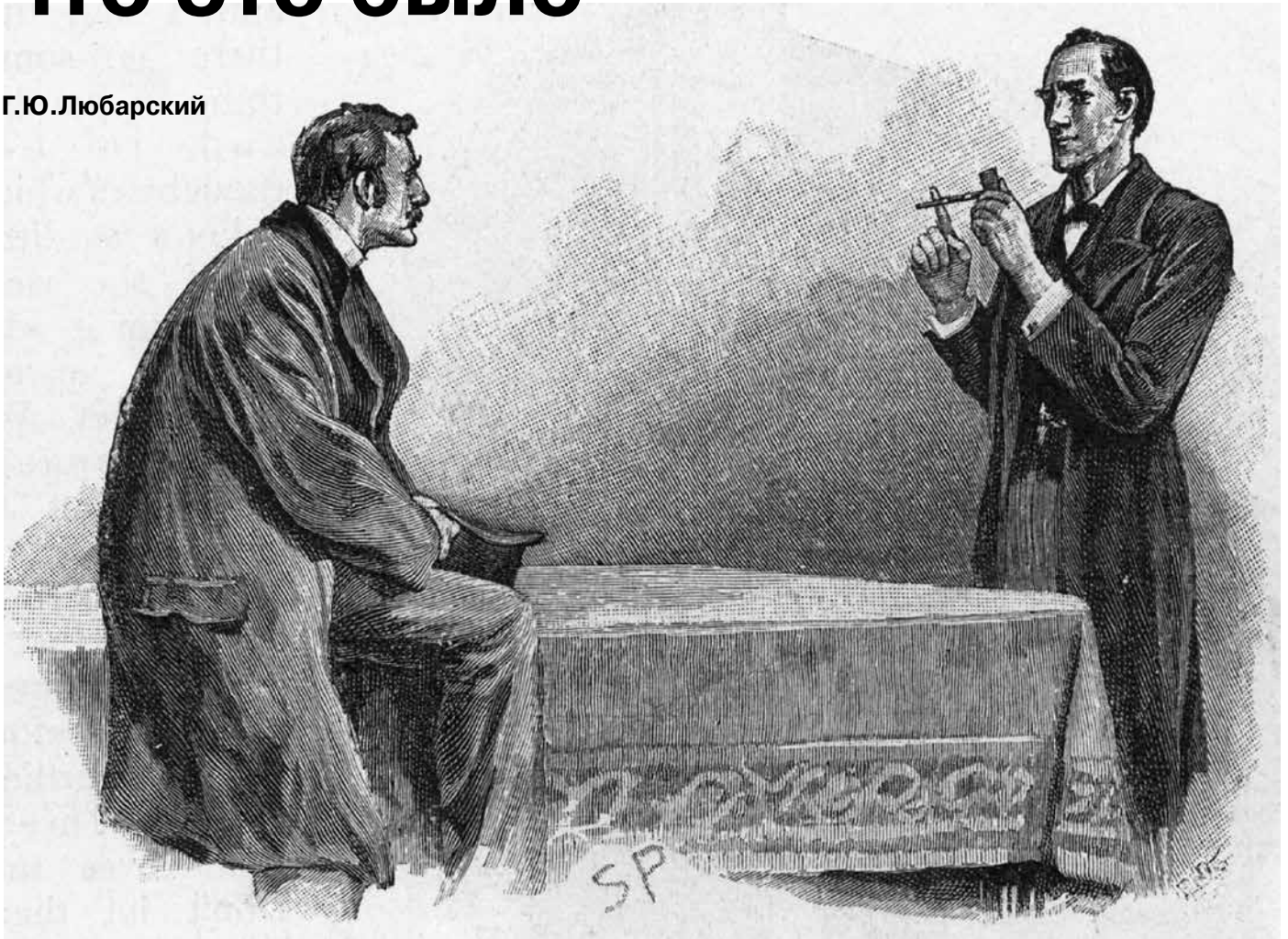
То же самое, возможно, случится через некоторое время и с проблемой приватности. Вместо того чтобы пытаться искусственно ввести правила, позволяющие сделать личную информацию недоступной, люди выработают какие-то разумные правила, позволяющие избежать вредных последствий, которые сейчас приносит ее попадание в общий доступ.

В конце концов, цивилизованным странам удалось более-менее справиться с дискриминацией по признакам, очевидным с первого взгляда, таким, как цвет кожи или национальность. Значит, вероятно, можно справиться и с дискриминацией по признакам, которые выявляются только путем анализа данных, собранных о человеке за всю его жизнь всевозможными системами слежения.

Виктор Вагнер

Образование: что это было

Г.Ю.Любарский



Когда разговаривают об образовании, обмениваются мнениями, критикуют, спорят и принимаются за реформы — можно увидеть множество мнений о том, что такое образование вообще и хорошее образование в частности. Можно встретить взгляды ожидаемые и понятные, можно удивительные: надо же, я так не думал. Но есть точка зрения, которая высказывается крайне редко. Хотя это — очевидность, взгляд вполне обычный и тривиальный. Редкую эту тривиальность имеет смысл высказать.

Образование — это совокупность однотипных (одинаковых у разных людей) знаний, имеющих у человека, а также процесс получения этих знаний.

Тут важно понимать, что это значит. Скажем, если человек разбирается в музыке и говорит достаточно сложные и продвинутое вещи, если это человек образованный, я ожидаю, что он читал такой-то пласт художественной литературы — весь пласт. Из знания чего-то о музыке я могу заключить о множестве фактов знакомства с литературой, наукой и т. п. Этот человек на определенном уровне представляет себе тенденции (европейской) архитектуры, он знает многие течения в живописи, разбирается в элементарных основах естественных наук и т. п. Не может быть образованного физика, который не слышал о Шекспире, не может быть образованного филолога, который совсем не представляет себе

оптической теории Ньютона. Не может быть образованного человека, который не знал бы общий смысл теории Дарвина или самых элементарных сведений о физиологии, или о валентности, или о генетике, или...

Вот эта однотипная связность знаний и представлений и называется «образованием». Детальные и полные знания в какой-то одной области, не сопровождающиеся представлением об иных областях, — не являются составной частью «образования», это знания сколь угодно детальные, специальные, продвинутое, но образованным человек с этими знаниями не является. Благодаря образованию — и это важнейшая его черта — можно предсказать, что знает образованный человек.

Такое понимание образования было раньше, теперь его практически нет. Настолько нет, что даже в мечтах об идеале, о том, каким бы должно быть образование, — и то нет такого идеала.

Причина — в изменении социального устройства. Общество стало другим. Образование возникло в элитарном обществе, это механизм воспроизводства элит. Потом оно стало работать в массовом обществе — по прежнему алгоритму, но в обществе нового устройства результаты были уже иными. Затем рухнула однотипная обязательность образования,

Невежество Холмса было так же поразительно, как и его знания. О современной литературе, политике и философии он почти не имел представления. Мне случилось упомянуть имя Томаса Карлейля, и Холмс наивно спросил, кто он такой и чем знаменит. Но когда оказалось, что он ровно ничего не знает ни о теории Коперника, ни о строении Солнечной системы, я просто опешил от изумления. Чтобы цивилизованный человек, живущий в девятнадцатом веке, не знал, что Земля вертится вокруг Солнца, — этому я просто не мог поверить!

— Вы, кажется, удивлены, — улыбнулся он, глядя на мое растерянное лицо. — Спасибо, что вы меня про-светили, но теперь я постараюсь как можно скорее все это забыть.

— Забыть?!

— Видите ли, — сказал он, — мне представляется, что человеческий мозг похож на маленький пустой чердак, который вы можете обставить, как хотите. Дурак натащит туда всякой рухляди, какая попадет под руку, и полезные, нужные вещи уже некуда будет всунуть, или в лучшем случае до них среди всей этой завали и не докопаешься. А человек толковый тщательно отбирает то, что он поместит в свой мозговой чердак. Он возьмет лишь инструменты, которые понадобятся ему для работы, но зато их будет множество, и все он разложит в образцовом порядке. Напрасно люди думают, что у этой маленькой комнатки эластичные стены и их можно растягивать сколько угодно. Уверяю вас, придет время, когда, приобретая новое, вы будете забывать что-то из прежнего. Поэтому страшно важно, чтобы ненужные сведения не вытесняли собой нужных.

— Да, но не знать о Солнечной системе!.. — воскликнул я.

— На кой черт она мне? — перебил он нетерпеливо. — Ну хорошо, пусть, как вы говорите, мы вращаемся вокруг Солнца. А если бы я узнал, что мы вращаемся вокруг Луны, много бы это помогло мне или моей работе?

АРТУР КОНАН ДОЙЛ. Этюд в багровых тонах.

(Перевод Н.Трениной.)

стало слишком много направлений специализации в работах, стал использоваться критерий эффективности — а вместе с ним возникла ранняя специализация. Кажется, уже про этот период можно сказать, что единое образование рухнуло.

Еще некоторое время ситуация с образованием держалась благодаря социальной инерции. Дети получали связность знаний из семьи, когда эту связность уже не давали обычные образовательные институты, по прежним инерциальным социальным механизмам — «этого стыдно не знать». Нечто выучивалось в образовательных институтах, а прочее до-сказывалось дома, в семье. Потом и это рухнуло — слишком разными стали семьи; слишком отличались социальные траектории отцов и детей, слишком очевидно стало, что то, без чего не мог прожить отец, совершенно излишне для сына.

Благодаря той же социальной инерции имеются институты общего образования. Они работают уже вопреки устройству общества, а не благодаря. Люди разное получают в семьях, они различно воспринимают доступные источники информации, они разное выучивают даже на одинаковых уроках. Источником образования давно уже являются не только образовательные институты, знания приобретаются самыми разными путями. Осталось лишь то небольшое общее, что еще дается преподавать.

И теперь у нас ситуация массового безобразования. При этом традиция говорить о получаемом образовании и некоторые его институты — остались. И ведь неудобно говорить, что сейчас практически почти нет образованных людей. В иных странах больше половины населения получает высшее, человек окончил университет, учился хорошо и даже отлично — как же сказать, что он без образования?

Однако это так. Хотя образовательные институты есть и школы стоят, о разрушении образования можно судить по результату. Достигается ли результат — можно ли быть уверенным, что человек, имеющий такое-то образование, обязательно владеет определенным пакетом знаний?

Сейчас дыры в знаниях могут быть любой глубины и формы. Нельзя студентам, будущим физикам, социологам или биологам запросто привести пример из классической литературы — очень может быть, что никто не слышал даже фамилий этих авторов. Нельзя провести историческую параллель — придется рассказывать *ab ovo*. Нельзя ожидать, что человек, знающий весьма хитрую штуку в такой-то области, — знает хотя бы элементарные вещи в другой, близкой или далекой. Может, знает. Может, нет. Это случайно получается: человек может наткнуться, а может пропустить. Никакого механизма, чтобы он знал с гарантией, — нет. Такой механизм

ДИСКУССИИ

назывался «образование», и его как социального института больше не существует. Некоторое время отдельные люди приобретали образование личными усилиями, вопреки социальной обстановке, но их было слишком мало, чтобы говорить об этом как о социальном феномене. А потом — по смыслу понятия — независимо от их личных усилий образования не стало.

Возможны недоумения: кто определит минимум, откуда мнения о необходимых границах и прочие вещи. Кто это решил, что необходимо знать? А может, я считаю, что необходимо знать другое. Да, это обоснованные возражения — но связанные с непониманием сути дела. Тут мысль не в том, что есть некий минимум, который должны знать все, и потому имеет место спор о том, что в него должно входить (пустим мы туда Писемского или не пустим; надо ли давать Набокова, или тектонику плит, или фракталы). Все такого рода споры глубоко вторичны по сравнению с сутью образования.

Образование прежде всего характеризуется единообразием, это один и тот же набор знаний, который есть у всех. То, насколько этот набор соответствует ожиданиям о минимуме, — дело десятое. Дальше можно спорить, хорошее ли образование без Писемского, или без Достоевского, или без Марло, или без Ламарка и т. п., — но это уже спор о качестве существующего образования. А у отсутствующего предмета нет качества. Если образования нет, если разные люди знают разное, то нет необходимости спорить о том, что должно входить в минимум. Заостряя: в образовательный минимум может входить что угодно, если этого мало — будет плохое образование, но оно будет.

Потому что это не каталог библиотеки, а общественный институт. Общество в целом (и его отдельные слои) вырабатывают представления о списке классики, о необходимом минимуме. Когда люди поколение за поколением получают образование, вопросы о том, что должно входить в программу образования, так или иначе решаются. Дело не в том, что вопросов не остается, дело в другом. Сейчас вообще таких вопросов нет. Люди уверены, что они свободно и раскованно, в меру интереса получают знания «из Интернета», и то, что они что-то знают, и есть основание считать себя образованными. Или они считают себя образованными, потому что хорошо работают. Или потому, что успешны. Или потому, что другие знают меньше.



ДИСКУССИИ

Между тем никакая стопка знаний — правильных, детальных, научных и т. п. — не является аргументом в пользу того, что данный субъект образован. Только однотипность и связность, только наши ожидания, что раз он говорит вот это, то, следовательно, он знает и вот то, — только это является критерием образования. Прочее называется иными словами: человек имеет специальные знания, достаточные для такой-то деятельности, имеет хобби и проч. Но это не образование. Возродится ли феномен образования на каких-то иных основах, как он будет вписан в культуру и социальную жизнь — это интересно.

Системное знание предполагает связность содержательную и логическую — и нет, это совсем не то, что образование. Системность знаний — это содержательная связность, способность применять знания, полученные в одной области, к другой, понимать, как связаны его знания одного дела с другим. Это совершенно иная категория, не необходимая для понятия образования. Я не предполагаю, что между теорией Ньютона и книгами Тургенева есть логические связи, дело вообще не в этом. Для наличия образования важна как раз содержательная бессистемность и однотипная связность знаний. Несмотря на то что понятие «готика», теория Галилея, концепция Дарвина и т. п. не связаны ни логически, ни содержательно — знание всего этого свидетельствует об образовании. Это не система знаний, а однотипность знаний у разных субъектов.

Почему так — скажу кратко: потому что сделано не для функциональности. Иначе опять вступают в силу критерии эффективности и вопрос, зачем нужны такие-то знания, затем выбрасывание ненужного, специализация — этой дорогой мы уже прошли до конца. Так что не содержательное умение перейти к близкой теме, установить связи в предметном мире является критерием образованности. Тут критерий вообще не решение задач. Системность знаний — ни в коей мере не отрицательное качество, это прекрасно, это важно, просто это не говорит об образовании, как и наличие больших и детальных знаний в той или иной области или успешность в специальной деятельности. Это просто другое качество.

Образование — не «знаниевая» характеристика, а социальная в связи со знанием. Ее смысл — в устойчивости и предсказуемости общения, или, если так понятнее, в предсказуемости социальных контактов. Образование придает обществу прозрачность и устойчивость, общество вместо туманной мглы предстает как прозрачная среда общения. В таком обществе можно не манипулировать, а принимать решения, договариваясь друг с другом. Если человек знает это, он, будучи образованным, с гарантией знает еще вон тот слой разнородных знаний, и в разговоре с ним я могу уверенно опираться на множество знаний, которые у него есть. Такого человека легче обучать и с ним легче договариваться, коль скоро известно, что именно он знает. Взаимная договорпригодность в обществе обеспечивается наличием образования. Любое объяснение предполагает некие основы, от которых отталкиваются или в которых ищется брешь. Если нет того, что называется основой, — невозможно за разное время объясниться. А основа — это то, что я знаю, что он

знает. Если образования нет, общество — среда манипуляций и средств подавления. Если образование есть, возможны договоры, рациональные объяснения, прозрачность относительно мотивов и соглашения о действиях.

В современной ситуации «эффективных знаний» невозможно предположить, какие провалы знаний есть у собеседника. Он может не знать чего угодно. Если его спросить, он скажет, что знает — потому что даже не представляет, что именно обязуется знать. Поэтому так затруднительны сейчас разговоры — невозможно прогнозировать, где твой собеседник заведомо не поймет твоих аргументов, точно не имеет опыта и т. п. При любой степени честности собеседник не может этого сказать — он не знает, что такое иметь образование, и потому не понимает, что должен бы знать и как глубоко. Для этого нет критерия: человек может знать, что он прочел то и это, но не может оценить, малы или велики его знания, достаточны ли они для обсуждения данной темы, как они соотносятся с уровнем разговора, заданным собеседником.

Как сказано, образование — это одинаковость знаний у разных людей, делающая возможным и предсказуемым общение. Это социальная характеристика. Поэтому в обществе необразованных бессмысленно понятие индивидуальной образованности (хотя могут быть индивидуальные познания). В отсутствие социальных институтов образования нельзя иметь образование — оно не работает и потому не проявляется. В существующей ситуации необразованного общества люди с любым «бывшим» образованием — необразованные (пусть и много знающие или «хорошие» по иным критериям). Образование можно получать индивидуально, прикладывая личные усилия, когда есть социальный институт образования и принятый стандарт знаний, — этот стандарт можно освоить в одиночку. Но если стандарта нет, понятие индивидуального образования становится бессмысленным. И тогда люди с разными знаниями, большими и маленькими, оказываются в равной степени без образования, как без языка взаимного общения. Когда нет общего языка, нет смысла говорить о том, кто не знает язык. Его никто не знает.

Ктривиальнейшему положению относительно одного и того же набора знаний, которые должны быть усвоены всеми, можно добавить лишь немного. Например, насчет разнообразия. Один и тот же набор, предлагаемый каждому, не свидетельствует об однообразии набора — внутри себя он должен быть весьма разнообразным. Если «всех» учат физике, литературе, истории, математике и т.п., то это разнообразные знания, дающие образование в разных дисциплинах и темах. Другое обычное возражение — насчет стандартизации. Это совсем другое. Речь о том, что набор знаний должен быть одним и тем же для всех, а вот программы, методы и способы достижения знаний могут быть разными, их стандартизировать причин нет. И третье замечание касается контроля обучения. Обучение слагается из труда и требовательности, и если труд не приложен и за выполнением не проследили, а дали справку для галочки, что «прослушал курс», — то образования нет.

Образования сейчас нет ни у кого. А образование — это не предмет спеси и претензий, но важная характеристика устойчивости общества. Полвека назад можно было сказать, что у нас общество десятиклассников: у всех (почти) имелась общая основа знаний на уровне средней школы, дальше начинались специализация, разноробой и непонимание. Теперь ситуация сильно изменилась: очень многое из весьма обычного набора берется вне школы, берется многое различное. Пожалуй, за общие для всех десять классов школы поручиться уже нельзя. Если же измерить степень взаимопонимания в обществе в «общих для всех классов образования» — сколько их осталось? Восемь, шесть, четыре?..

Общество четвероклассников...





Proctoporus shrevei
собственной
персоной



ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

О жар-ящерицах

В.А.Захарченко

Памяти Каприаты Диксона
и Виктора Конэла

На море-океане лежит остров
Тринидад, а рядом остров Тобаго.
На острове Тринидад стоит гора
Арипо, в той горе одноименная
пещера... Фактически сюжет
из сказки. Иван-дурак отправляется
на далекий остров, в глубокую пеще-
ру, за драконом, который не изрыгает
пламя, но согласно преданиям
светится. Или нет, это не дракон.
Это жар-ящерица, таинственный
люминозавр.

Животное, в которое никто не верит

Много лет тому назад, будучи студен-
том, я прочитал книгу британского зо-
олога Айвена Сандерсона «Карибские
сокровища» на русском языке. Она про-
извела на меня сильное впечатление, но
больше всего взволновали страницы,
посвященные светящейся ящерице.

В природе широко распространено
явление биолюминесценции — све-
чение живых организмов в результате
специализированных биохимических
реакций. Светлячки — самые известные
из биолюминесцентных беспозвоноч-
ных. Но единственный представитель
рептилий, всерьез претендовавший на
способность светиться, — эта ящерица,
Proctoporus shrevei. В то время я напря-
мую занимался проблемами, связан-
ными с биолюминесценцией, и мне это
показалось чрезвычайно любопытным.
Порывшись в литературе, я обнаружил,
что никто из ученых не поверил наблю-
дению Сандерсона. По сей день в науке
бытует мнение, что среди позвоночных
животных, стоящих на ступенях эволю-
ции выше рыб — амфибий, рептилий,
птиц и млекопитающих, — биолюми-

несцентных видов нет. В этот же черный
список вносят и высшие растения. Мне
захотелось поехать туда и проверить
все самому. Но я в то время жил в Рос-
сии, и поездка на Тринидад казалась
недостижимой мечтой.

История

Все началось в апреле 1935 года, когда
Десмонд Веси-Фицджеральд отловил
первый экземпляр этой ящерицы на
горе Арипо. Насколько я смог выяснить,
этот господин особенно интересовался
тринидадскими пчелами. Среди них
действительно встречаются интерес-
ные экземпляры. Однако он собирал
и всех остальных представителей жи-
вотного мира. Не повезло и самке про-
ктопоруса, неопisanного на тот момент
вида. Он послал ее ведущему специали-
сту и куратору рептилий Британского
музея Хэмптону Паркеру. Второй эк-
земпляр, молодая особь с оторванным
хвостом, был пойман неким Н. Вебером
и передан в Гарвардский музей сравни-
тельной зоологии Бенджамину Шреве.
Однако через некоторое время, когда
последний узнал, что у Паркера уже
имеется взрослый экземпляр, более
пригодный для описания нового вида,
он великодушно передал ему свой. В
благодарность Паркер назвал его име-
нем вид, описанный на основании этих
двух экземпляров.

В марте-апреле 1937 года британский
зоолог Айвен Т. Сандерсон прибыл на
Тринидад с женой Альмой. Он приплыл
на судне вместе со своим автомобилем.
От Порт-оф-Спейн доехал докуда смог,
а там нанял Каприату Диксона, жителя
близлежащей деревни Арипо. Погрузив
на осликов снаряжение, ловушки для
животных и прочее зоологическое обо-
рудование, они двинулись к вершине
горы Арипо. Там некоторое расстояние

они были вынуждены преодолеть, таща
все свое на себе. И встали они лагерем
в довольно труднодоступном районе
неподалеку от пещеры Арипо. Вернее,
Каприата построил этот лагерь для Сан-
дерсона заранее. Он даже посадил там
апельсиновое дерево — теперь оно ста-
ло местной достопримечательностью
и надежным ориентиром. И начались
тяжелые зоологические будни.

Обычно Сандерсон выходил на охоту
вместе с Диксоном. Они собирали все,
что шевелилось и не могло от них убе-
жать. Три недели прошли как один миг.
Все это хорошо и довольно интересно
описано в его книге, не буду ее здесь
пересказывать. Остановлюсь лишь
на следующем моменте: Сандерсон
писал, что поймал в некой маленькой
известковой пещере самца *Proctoporus
shrevei*, который на момент поимки и
некоторое время после был способен
излучать свет.

Тут я сделаю небольшое отступление.
Характерная черта полового диморфиз-
ма у этих ящериц: у взрослых самцов
на правом и левом боку есть ряд из
восьми-девяти так называемых ocelli
(ocellus — лат. глазок, множественное
число ocelli). В центре каждого — одна
чешуйка белого цвета (или две, как
видно на фото). У самок *P. shrevei* эти
образования отсутствуют. В зарубеж-
ной литературе бытует мнение, что у
молодых особей их тоже нет. Но это не
так: у молодых самцов они есть, только
очень маленькие. Такое ошибочное
мнение возникло вследствие того, что,
по моим скромным оценкам, этих яще-
риц в зоологических музеях не более
двадцати. Из них десять было поймано
лично Сандерсоном. А например, аме-
риканский герпетолог Джон Мерфи,
который изучал амфибий и рептилий
Тринидада и Тобаго 12 лет (и написал
замечательную монографию о них),
смог отловить только две молодые
особи этого вида. Хотя справедливости
ради надо отметить, что он их никогда
специально и не искал.

Айвен Сандерсон содержал ту са-
мую светящуюся ящерицу некоторое
время в специальной коробке, и, как
он утверждал в книге, она светилась в



Великий охотник и следопыт Цезарь Валентин у легендарного апельсинового дерева, посаженного Каприатой Диксоном в 1937 году

ответ на раздражения лучом фонарика и свист. Потом она благополучно умерла, была зафиксирована в формалине и переправлена Паркеру без каких-либо указаний на ее необычные особенности. После этого Сандерсон уехал в другую экспедицию в Западную Африку и встретился с Паркером в Лондоне только через год.

В Тринидад к люминозавру

Через несколько лет после знакомства с книгой Сандерсона я оказался в США. Казалось, ненадолго. Лаборантка Катя плакала, когда нашу лабораторию закрыли и вручили нам прощальные письма — как их там называют, Dear John letters. (Dear John — начало письма условной девушки бойфренду в армию с сообщением о разрыве отношений.) Катю, как говорится, пробило, и она за пятнадцать минут рассказала мне и всю свою долгую трудовую жизнь, и что потерять работу в США так же легко, как щелкнуть пальцами. Меня же заботили совершенно другие проблемы. Надо было получить визу государства Тринидад и Тобаго. Для этого я посылал свой паспорт в их посольство в Вашингтоне. Надо было съезжать с насиженного места. Надо было покупать билет. Надо было найти кого-нибудь на Тринидаде, кто помог бы мне в поисках. (И такой человек нашелся — Кортни Рукс.) Надо было купить фотоаппарат. В прошлом веке они были еще пленочными,

и я покупал пленку с максимальной чувствительностью — 6400 единиц. А также макрообъектив и тросик для shake-free photography. И тяжелый походный штатив.

Безработный, я бродил по даунтауну Лос-Анджелеса и вспоминал строки Горького о городе желтого дьявола. Вспоминал, что говорилось в школьном учебнике истории про неуверенность граждан империалистического мира в завтрашнем дне. Негры-бомжи предлагали мне купить краденые золотые цепочки или просто кланчили мелочь. Мне нравился даунтаун ЛА из-за его суровой монументальности. Он напоминал мне главное здание МГУ. Я приходил туда зарядиться силой гранитного перфекционизма. У меня не было работы, но были сбережения в пару тысяч долларов, и я собирался осуществить свою золотую мечту — увидеть настоящие тропические джунгли и свечение люминозавра.

Исследование

Когда Сандерсон вернулся в Лондон из Западной Африки и встретился с Паркером, он чуть ли не закричал: «Я знаю, вы хотите меня спросить, не светящаяся ли эта ящерица!» И он угадал. Когда Паркер получил тот самый экземпляр *P. shrevei*, он обратил внимание на «фотофоры» — те самые глазки на боках ящерицы, свечение которых видел Сандерсон. Я не знаю почему. Как утверждал сам Паркер в своей статье, из-за их необычной полупрозрачности. Вполне возможно, что они становятся прозрачными после пребывания в растворе формалина — я не обнаружил ничего полупрозрачного в фотофорах живого самца *P. shrevei*. Так или иначе, Паркер провел гистологическое исследование этих органов. Он вырезал один фотофор с левого бока и получил более-менее сносные срезы, если принять во внимание, что исходно образец для этого не предназначался. Сам Паркер сетовал по этому поводу, выразив пожелание получить материал, зафиксированный должным образом. На срезах отчетливо видна губчатая ткань в центре органа, которая и при-

дает ему белую окраску. Она окружена кольцом из темных чешуек, содержащих меланин. Эпидермис в центре фотофора истончен по сравнению с остальными чешуйками. Паркер не увидел, чтобы к этому губчатому сосочку подходили нервы или кровеносные сосуды. Это плохо согласовывалось с наблюдениями Сандерсона, который указывал, что животное каким-то образом управляло свечением.

В своей статье осторожный Паркер не утверждал, что данные органы имеют прямое отношение к излучению света. Он предположил, что это всего лишь светоотражающий орган. Примечательно, что некоторые другие виды проктопорусов тоже имеют отражающие свет ocelli.

Первая попытка

Я прилетел на Тринидад в декабре совершенно измученным. Это был странный маршрут, с двумя остановками на Карибских островах. Накануне студент-стоматолог вырвал мне зуб и занес инфекцию. Япил антибиотики и обезболивающие. Помню кисловатый пьянящий запах тропиков, когда выходишь из самолета, — запах углекислого газа, которого в тропиках больше, чем в наших широтах. Ты вступаешь в плотный горячий воздух, пропитанный чужими, неведомыми запахами, он охватывает тебя, обнимает со всех сторон теплыми руками. Добро пожаловать в тропики, биолог, ты так долго об этом мечтал.

Меня встретил в аэропорту Кортни Рукс и отвез в домик его мамы. Была поздняя ночь. Я рухнул в кровать. Надрывались цикады и сверчки. Внезапно я увидел светлячков прямо в комнате — они летали и светились вспышками зеленоватого света. Я уснул со счастливой мыслью: «Все-таки я это сделал!»

Кортни познакомил меня с Виктором Конэлом — ботаником и биохимиком, который всю жизнь работал над защитой плантаций какао от болезней и вредителей, а также оптимизировал процессы ферментации какао. Виктор был очень заинтересован этим проектом и получал разрешения на отлов проктопо-

Что в имени тебе моем?

У загадочного существа *Proctoporus shrevei* очень смешное имя. Видовое название вполне пристойно — в честь Бенджамина Шреве. А вот с родовым именем получилось нехорошо: procto означает «анус», а rogus — «пора, отверстие». Так что по-русски люминозавра можно смело называть «поподыром», а по-английски совсем неприлично: ass hole. Вот такими веселыми и находчивыми бывают зоологи при выборе имен. (Вряд ли проктопорусы чем-то не понравились ученым, родовое имя, скорее всего, связано с порами особых желез, выделяющих пахучий секрет для привлечения партнеров и мечения территории. Правда, они есть и у многих других семейств ящериц. — *Примеч. ред.*) Сейчас проктопоруса Шреве переименовали в *Riama shrevei*.



Виктор Конэл и автор. Весна 2000 года

русов в специальной бюрократической организации — Wildlife Section Forestry Division. Одно из этих разрешений до сих пор хранится в моем архиве.

У Кортни есть свой участок с домиком на Парайя-Спрингз. У домика едет крыша в прямом смысле этого слова. Это древнее строение использовалось для сушки какао: в солнечные дни крышу сдвигали по специальным рельсам, в дождливые можно было оперативно спасти ценный продукт от намокания.

Виктор и Кортни не смогли найти тропинку от деревни Арипо до пещеры Арипо. У них было описание маршрута, но оно им не сильно помогло. В этих диких джунглях все растет сумасшедшими темпами. Им пришлось обратиться к местному специалисту из деревни — Вайтмену. Деревенские жители регулярно посещают буш с гастрономическими целями, браконьерят там. Крупных животных на Тринидаде нет, лишь мелкие оленьки и кабанчики, на которых охотится не менее мелкий оцелот.

Вайтмен был одним из немногих белых людей в деревне Арипо, за что и получил это прозвище. С удивлением он смотрел на то место, где мы несколькими днями ранее пытались пробиться через джунгли в соответствии с книжными знаниями. А затем показал нам изящный обход того места.

Вайтмен довел меня до пещеры Сохо. Как добраться до пещеры Арипо, он сам не знал.

В мою первую поездку на Тринидад в 1998 году я не нашел светящихся ящериц. Это была просто разведка местности. Еще в США в энтомологическом магазине BioQuip я купил сачок, морилку и расправилку, и когда мы шли ловить ящериц, попутно ловил бабочек. Самые красивые там были морфы Пелеида. На Тринидаде обитает особый их подвид — *Morpho peleides insularis*. Стремитель-

ными голубыми молниями они мчались вдоль тропинок в джунглях, и поймать их было очень непросто. Но я все-таки отловил несколько экземпляров.

География

Тринидад находится в Вест-Индии, по соседству с Венесуэлой. Это самый южный из карибских островов. *Proctoporus shrevei* — тринидадский эндемик: обитает только на Тринидаде и только в северном горном массиве, в окрестностях гор Арипо и Эль-Тукуче. Эти ящерицы живут в условиях высокогорья и обычно не встречаются ниже 300 м над уровнем моря.

Самая далекая страна, о которой знают тринидадцы, — Германия. Поэтому любого белого иностранца на Тринидаде принимают за немца. Прямое сообщение есть только с упомянутой



Я переживаю тропический ливень в маленькой пещерке в районе пещеры Сохо



ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Германией, Нидерландами, Великобританией, США, Канадой. От международного аэропорта на такси можно добраться до деревеньки Арипо. Там я останавливался в коттедже Арипо — это что-то вроде гестхауса. А уж оттуда до пещеры Арипо рукой подать — всего 10—15 километров по джунглям. Передвигаться по джунглям можно только по охотничьим тропинкам.

Кроме пещеры Арипо, в этом районе есть еще пещера Сохо. Но проктопорусы в ней не живут, там слишком сухо для инкубации их яиц: в сухой сезон относительная влажность «всего» 80%. Зато это красивая известковая пещера, со сталактитами и сталагмитами. В этом районе есть еще несколько пещер, до сих пор неизвестных науке. Достоверно известно о так называемой «сухой пещере». Ее посещал Сандерсон с Каприатой. Они обнаружили там стоянку индейцев доколумбовой эпохи и несколько человеческих костей. В остальные пещеры обычно впадают ручьи, в том числе и в пещеру Арипо, поэтому не рекомендуется заходить в них во время сильных дождей — запросто можно утонуть. Уровень воды повышается буквально на глазах, и ручей становится бурлящим и kloкочущим потоком.

Биология

Представители вида *Proctoporus shrevei* — чрезвычайно скрытные животные. Они в буквальном смысле слова живут в камне. Потому у них и относительно короткие лапки, чтобы они могли развернуться в узких пещерках. Эти ящерицы — дневные, а биолюминесцентных видов среди дневных животных нет. Однако живут они в темных местах. На горе Эль-Тукуче даже в солнечный день под пологом леса довольно темно, и проктопорусы Шреве встречаются прямо в листовом опаде вдоль единственной тропы, ведущей к вершине. Они довольно медлительны (лапки-то короткие), и легко ловятся, конечно, если вам повезет увидеть их увидев вдали от естественных укрытий — нагромождений камней, норок и пещерок. Будучи потревоженными, они заползают туда, и извлечь их непросто. Диаметр тела

ящериц примерно 7—9 мм, а диаметр некоторых пещерок лишь чуть больше. В руках человека проктопорусы извиваются всем телом напоподобие винта Архимеда, и довольно сильно — иногда им удается удрать от незадачливого натуралиста. Молодых особей можно встретить вдоль ручьев, где они имеют обычное прятаться под камнями. Взрослые самки откладывают за раз по два продолговатых яйца, размером примерно 1 на 0,5 см. Они всегда склеиваются друг с другом. При выклеве молодь прогрызает в пергаментной оболочке яиц аккуратные отверстия. У проктопорусов коллективные места откладки яиц. Нам посчастливилось обнаружить одно. Я насчитал в маленькой каверне 86 оболочек яиц, заполнявших ее буквально целиком, плюс две пары нормально развивающихся яиц, среди которых один зародыш почему-то потерпел неудачу в эмбриональном развитии. Его собрат по кладке успешно проклюнулся, а этому не повезло, хотя оставалось совсем немного. Кстати, Сандерсон тоже нашел яйца проктопорусов в пещере, где поймал «светящуюся» ящерицу.

Проктопорусы живут в горах, где обычно сравнительно прохладно, и поэтому не переносят высокие температуры. При тридцатиградусной жаре они быстро умирают от теплового шока. В пещере Арипо обычно стопроцентная влажность и постоянно +20°C.

Кино и жизнь

В одно прекрасное калифорнийское утро очень рано меня разбудил звонок из Великобритании. Это была некая Алиса, и она звонила, словно позабыв о разнице во времени. Она собирала материалы для новой передачи Марка О'Шеа. На тот момент я еще был уверен, что эти ящерицы светятся. Марк О'Шеа — довольно знаменитый британский герпетолог и тележурналист. Очередной выпуск его передачи был посвящен светящейся ящерице. Помню, с каким нетерпением я ждал выхода этой передачи на Animal Planet, даже записал ее на видеокассету. Цезарь поймал им самца проктопоруса фактически в последний день съемок, и скажем, забегая вперед, — он, естественно, не светился, а всего лишь отражал свет. К сожалению, англичане обманули Цезаря и не заплатили обещанной премии за уникальное животное.

Я встретился с Каприатой Диксоном — тем самым Каприатой, проводником Сандерсона, — в его доме. Если, конечно, его хижину можно назвать домом. Пол прогибался под моей тяжестью, я боялся, что он провалится. Накануне я смотрел интервью британской съе-

мочной группы с ним и теперь понял, почему они его снимали не дома, а он выглядывал из-за калиточки, стоя на пороге своего жилища. Каприата был раздосадован тем, что Алиса заплатила ему всего 20 долларов за уникальное интервью, в то время как он рассчитывал на пару тысяч, — оставила купюру и ушла по-английски, не попрощавшись. Он рассказал мне, что Сандерсон в основном сидел в лагере, никуда не ходил гулять, ни с какими бушмейстерами не сражался. Помню его искреннее удивление, когда я пересказал ему тот пассаж из книги. Сандерсон прислал ему книгу в подарок, но Каприата вряд ли ее читал. У меня вообще возникло подозрение, что он не умел читать. Большую часть работы по сбору животных провел Каприата. Потом он всю жизнь проработал грузчиком в порту. Каприата и Цезарь долго возмущенно перемывали кости англичанам: обоим было что сказать.

Тринидадцы забавно коверкают английский язык. Так, фильм у них «флим». Мачете они называют «катлас», а фонарик — «торч», то есть факелом.

Поймали!

Для второй поездки на Тринидад весной 2000 года мне пришлось брать кредит в Credit Union. Я сразу поехал в деревню Арипо, и местные охотники повели меня к пещере Арипо. У меня было два тропических гамака. В одном спал я, в другом — мистер Цезарь Валентайн. На самом деле у него другое имя, никто не знает какое. Тринидадцы скрывают свои истинные имена, опасаясь колдовства. Проводник в джунглях на Тринидаде нужен не только для того, чтобы найти пещеру, — он наметанным глазом высматривает бушмейстеров, вылезавших на тропинки погреться на солнышке. Это живые мины. Их камуфляж идеально подобран под цвет опавшей листвы, городскому жителю невозможно их увидеть. Мой проводник убивал их ударом мачете плашмя. Бушмейстеров тут называют *Marerige zapana*, а их латинское название — *Lachesis muta muta*. Эти змеи — самые опасные на Тринидаде, о силе их яда ходят легенды.

Спокойно я наблюдал за попытками Цезаря попасть камнями в двухметрового бушмейстера, поджидавшего нас на тропинке. Потом я убедил его оставить змею в покое и продолжить движение. Есть у бушмейстеров такая особенность поведения — если, переползая тропу, они чувствуют запах млекопитающих, то остаются в засаде, ждут, когда эти млекопитающие, возможно, пойдут обратно и ими можно будет полакомиться. Они не знают, что это

люди, — наверное, думают, это крыса или агути. Когда Цезарь обнаружил, что проходит мимо огромной, смертельно ядовитой змеи, он сделал огромный прыжок без разбега метра на два.

На подходе к пещере меня напугали громкие злобные крики гуахаро, птиц из отряда козодоеобразных, именуемых еще жиряками. На них, собственно, и приходят смотреть в этой пещере. Два пера этих птиц до сих пор хранятся у меня.

Мы встали лагерем прямо на ручье, впадавшем в пещеру Арипо. Как потом выяснилось, совершенно напрасно. Когда стемнело, жиряки стали вылетать из пещеры на ночную кормежку. Поскольку они используют эхолокацию для ориентирования, то вначале мы полночи слушали их дикие вопли, когда они улетали, а потом, вторую половину ночи, — когда они возвращались. Возвращались они сытыми и довольными, и я слышал, как звонко шлепали их погадки по крыше моего тропического гамака. Поэтому Сандерсон и Каприата стояли лагерем в более тихом и спокойном месте. К тому же я дико замерз ночью. Это звучит смешно, но при стопроцентной влажности и +16°C очень холодно.

Цезарь Валентайн — прирожденный охотник. Он видит следы ящериц на глине. В одну из вылазок он поймал мне столь вожаденного самца светящейся ящерицы. Я заметил этого самца, а Цезарь смог его выковырять палочками из пещерки. После тщательного изучения я понял, что он не светится. Я привез его показать Каприате, и он заявил, что никогда раньше не видел такой ящерицы. В интервью с англичанами он говорил о ящерице другого вида.

Хозяин коттеджа Арипо на прощание накормил меня тушеным опоссумом. Внезапно среди тропической ночи грянул ружейный выстрел — это он под-



Каприата Диксон и автор. Весна 2000 года



Бушмейстер

стрелил самку с детенышами. Детенышей посадили в клетку и стали откармливать бананами на мясо, а их мамашу разделали и вкусно приготовили.

Заключение

Очень многие герпетологи пытались увидеть свечение этих ящериц. Но не открылась им Хозяйка Медной горы. Раздосадованные неудачами, они писали опровержения. Джулиан Кенни ловил проктопорусов на горе Эль-Тукуче и содержал их дома, в ванной, так как они любят повышенную влажность. Он коллол им адреналин в надежде таким способом стимулировать свечение. Другие пытались повторить подвиг Сандерсона на родственных видах, обитающих в Венесуэле, Боливии, Эквадоре и Перу. Тоже безрезультатно.

На запрос в Британский музей о находке Сандерсона Виктору Конэлу пришел следующий ответ от Колина Макгартти: «Было получено 10 экземпляров и 4 непрономерованных яйца. Не у всех экземпляров определен пол и не было исследовано содержимое желудков. Четко установлены следующие даты сбора образцов: 18, 20 и 27 марта 1937 года». Возникает закономерный вопрос: сколько взрослых самцов собрал Сандерсон и почему светился только один?

Трудно сказать, насколько точными были свидетельства Сандерсона. Позднее он утверждал, что видел живых динозавра и птерозавра в Западной Африке, куда поехал после Тринидада. С другой стороны, будучи на Тринидаде, он отловил единственный экземпляр змеи *Leptophis riveti*. Этот вид был описан как встречающийся только в Панаме и Колумбии, так что многие герпетологи

тактично решили, что этот образец был ошибочно помечен как тринидадский. И лишь через 50 лет после экспедиции Сандерсона на Тринидаде были отловлены еще два экземпляра.

Так светятся эти ящерицы или нет? Исходя из моих исследований — нет, не светятся. Никакой самостоятельной люминесценции, ни при каких условиях, а при облучении световых органов ультрафиолетовым светом не видно никакой флуоресценции. (Флуоресценция — призрак, обычно сцепленный с люминесценцией, так как все люциферины флуоресцируют.) Лишь когда световой луч от фонарика светит на тело самца проктопоруса под определенным углом, световые органы очень даже заметно отражают свет, и он мне показался зеленоватым. Если светить проктопорусу фонариком на животик, то все его тело становится одним большим световодом, хорошо отражают свет барабанные перепонки и ocelli.

Допустим, что Сандерсон в самом деле видел другое свечение проктопоруса, похожее на люминесценцию, а не на отражение. У меня есть единственное объяснение: возможно, тот самый легендарный экземпляр ящерицы съел личинку светляка, а может быть, и взрослое насекомое (содержимое желудков, как помнит читатель, исследовано не было). Свечение поглощенной жертвы было видно сквозь ocelli, причем тело выполняло роль световода. Подобные случаи описаны для жаб и квакш. Однако известно, что светляки ядовиты для ящериц, так как содержат токсины стероидной природы под названием люцибуфагины. Может быть, по этой причине он и умер — просто отравился. Сандерсон же принял желаемое за действительное, а возможно, и приукрасил наблюдения или прямо приварал.



ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Было еще одно историческое сообщение о светящейся ящерице — пятистом зублефаре *Eublepharis macularius*. Я прочитал о нем в многотомной энциклопедии «Жизнь животных». Чтобы узнать подробности, написал Илье Сергеевичу Даревскому, крупнейшему отечественному герпетологу. Он позвонил мне и сказал, что это сообщение тоже было ложным. На самом деле это была инфекция светящимися бактериями, в норме зублефары не светятся.

Несколько лет после этих поездок я получал письма от Виктора Конэла и сам писал ему. Они были напечатаны на печатной машинке на голубых почтовых бланках. Он свято верил, что Сандерсон не лгал, и продолжал искать ту самую красивую известковую пещерку, в которой тот поймал того самого люминозавра. И в последнем письме, которое было уже электронным, он с гордостью сообщил мне, что пещерку наконец-то нашли. Она находится в 70 метрах к востоку от апельсинового дерева Каприаты Диксона.

Пение мифической жар-птицы способно исцелять больных и возвращать зрение слепым. Поиски мифической светящегося люминозавра дало мне прозрение и понимание того, как устроен этот мир.

Литература

- Айвен Т. Сандерсон. Карибские сокровища. М.: Мысль. 1991
- Knight, C. Michael; Gutzke, William, H. N.; Quesnel, Victor, C. Shedding light on the luminous lizard *Proctoporus shrevei* of Trinidad: A brief natural history. *Caribbean Journal of Science*. 2004, 40 (3), 422—426.
- Murphy, J.C. Glow in the Dark Lizard? *Reptiles Magazine*. 1996, 4, 32—48.
- Parker, H.W. Luminous Organs in Lizards. *Journal of the Linnean Society London, Zoology*. 1939, 40, 658—660.
- Roth, C.H., Gans, C. The Luminous Organs of *Proctoporus* (Sauria, Reptilia) — A Re-evaluation. *Breviora*. 1960 125: 1—12.



Малайский шерстокрыл *Galeopterus variegatus* (самка с детенышем)

Экономика планирования

Лесные млекопитающие, живущие на деревьях, регулярно перебираются с одного дерева на другое. Делают они это по-разному. Летучие мыши, понятно, перелетают, другие виды прыгают с ветки на ветку или преодолевают это расстояние по земле. Но есть и такие, которые планируют, раскинув лапы, соединенные широкой кожаной перепонкой. Животные планируют сверху вниз, поэтому, чтобы попасть в намеченное место, им нередко приходится прежде вскарабкаться повыше по стволу и оттуда уже бросаться. Чем дальше нужно пролететь, тем выше приходится забираться. Возможно, кому-то этот метод покажется слишком хлопотным, однако известно более 60 современных планирующих видов млекопитающих, а также не менее трех вымерших групп, самая древняя обитала около 130 млн лет назад. И если планирование регулярно возникает в ходе эволюции в разных систематических группах, значит, животные, практикующие подобный способ перемещения, получают от него какую-то выгоду. Биологи предполагают, что млекопитающие таким образом ускользают от наземных хищников или экономят энергию. Впрочем, одно не исключает другого.

В энергетической гипотезе усомнились специалисты Калифорнийского университета и Королевского ветеринарного колледжа в Норт Мимз, Великобритания («The Journal of Experimental Biology», 2011, 214, 2690—2696, doi: 10.1242/jeb.052993). Для ее провер-

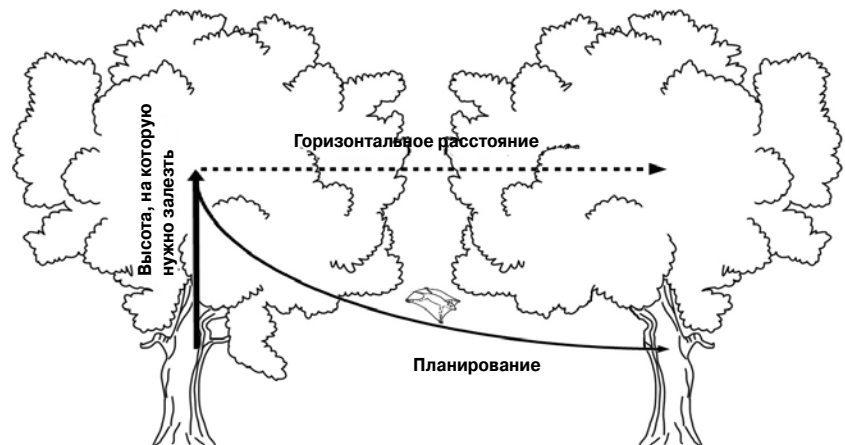
ки нужно сравнить энергию, которую животное расходует, чтобы забраться на высоту, с которой можно спланировать на нужное расстояние, и затраты на преодоление той же дистанции по ветвям на четырех лапах (рис. 1). Такие расчеты проводили неоднократно, но при этом их авторы использовали математические модели и усредненные физиологические показатели. Экспериментальных данных об энергетической стоимости лазанья по деревьям вообще крайне мало.

Чтобы восполнить этот пробел, англо-американская команда наблюдала в естественных условиях за поведением малайских шерстокрылов *Galeopterus variegatus* (фото в начале статьи). Этот зверь принадлежит к отряду шерстокрылов, в котором всего два вида, малайский и филиппинский. Длина его тела составляет 33—42 см, и еще

17—22 см приходится на хвост, размах конечностей 70—120 см, вес 1—1,75 кг. Это обитатель влажных джунглей, а также кокосовых и банановых плантаций Юго-Восточной Азии. Шерстокрылы проводят жизнь на деревьях и по доброй воле на землю не спускаются. Кожаная складка шерстокрыла велика настолько, насколько возможно, она доходит до самого кончика хвоста, даже промежутки между пальцами ею затянуты, что делает это животное лучшим планеристом среди млекопитающих.

Исследователи работали в Сингапуре, где поймали шесть самцов шерстокрылов и прикрепили им на спины акселерометры, которые измеряют ускорение в трех направлениях и записывают показания в течение 304 часов. Выбор весит всего 29 г, для наблюдений отбирали животных тяжелее 700 г, так что вес акселерометра не превышал 4% от массы тела. Поскольку самки планируют даже с 400-граммовыми детенышами, маленький приборчик не должен существенно влиять на аэродинамические свойства шерстокрылов. Акселерометр приклеивали на выбранный участок спины (рис. 2). Отпустив животное, исследователи наблюдали за ним, пока это было возможно, измеряя

1 Животное перемещается с дерева на дерево. Исследователи сравнили энергию, необходимую, чтобы забраться на нужную для планирования высоту, и затраты на преодоление такого же расстояния по ветвям





2
Малайский шерстокрыл с акселерометром на спине. Прибор закрепляли в таком месте, где он не нарушал равновесия при планировании

горизонтальные расстояния лазерным дальномером. Каждый прибор был снабжен радиопередатчиком, который позволял следить за шерстокрылами, а когда акселерометр естественным образом отвалится, отыскать его. Полученные данные обрабатывали с помощью компьютерной программы.

Когда животное лезет по стволу, оно обхватывает дерево и перемещает попарно передние и задние лапы. На записи легко отличить порывистое карабкание, переползание на отходящие под углом ветки и скольжение с дерева на дерево. Можно также вычислить скорость движения и преодоленное расстояние.

Метаболические траты шерстокрылов никто не измерял. Чтобы найти предположительный расход энергии на горизонтальное перемещение по кронам, исследователи воспользовались данными физиологов Гарвардского университета под руководством Чарльза Тейлора, рассчитавших энергетическую цену наземного движения млекопитающих и птиц с учетом скорости и размеров тела («Journal of Experimental Biology», 1982, 97, 1–21). Об энергии, которая уходит на подъем, судили по экспериментальным данным специалистов Университета Дьюка, которые измеряли расход кислорода у приматов с массой тела от 167 г до 1,4 кг: животных заставляли с максимальной скоростью



Малайский шерстокрыл проводит жизнь на деревьях

карабкаться по движущейся вертикальной веревке («Science», 2008, 320, 898, doi: 10.1126/science.1155504). Примат вместе с веревкой был заключен в тесный плексигласовый короб, так что выбора у него не было — только вверх.

В результате исследователи собрали данные о 382 часах жизни четырех шерстокрылов. Животные активны исключительно между закатом и восходом. За это время приборы зафиксировали 258 случаев планирования с дерева на дерево, перед которыми шерстокрылы карабкались вверх по стволу. Один полет длиной 1–145 метров занимал от 0,64 до 15,14 секунды. Чтобы спланировать на соседнее дерево, шерстокрылы забирались на высоту до 36 метров. За ночь отдельные животные преодолевали расстояние от 38 до 320 метров по стволу и 130–1342 метра по горизонтали. На преодоление такой дистанции по кронам животные потратили бы от 2,37 до 21,5 кДж, на лазанье перед планированием у них уходит 3,83–33,75 кДж. Получается, что подъем и планирование стоят примерно в полтора раза дороже, чем перемещение по ветвям на то же расстояние.

Энергетическую цену карабкания по стволу ученые рассчитывали на основании чужих экспериментов, которые проводили только при одной скорости движения веревки. Поэтому исследователи вычислили энергию лазанья и другим способом, умножив массу тела животного на ускорение свободного падения и высоту подъема. Результаты получились даже чуть выше: 4,7–37,4 кДж, так что планирование никакой экономической выгоды шерстокрылам не приносит. Ученые отмечают, что перемещение по узким и тонким веточкам требует дополнительных усилий для поддержания равновесия, поэтому по энергозатратам сопоставимо с бегом по земле. Но этим обстоятельством можно пренебречь, поскольку цена лазанья несоизмеримо выше затрат на любое горизонтальное перемещение.

Еще один аргумент против «энергетической» гипотезы — малая подвижность шерстокрылов. Они тратят на

карабкание менее процента суточного времени, на планирование — менее 0,25%, затрачивая на все это 1,5% суточной энергии. У других планирующих животных, гигантского летучего кукукуса *Petauroides volans* и большой сумчатой летяги *Petaurus australis*, расклад времени примерно такой же — 6 и 4%. На этом не сэкономишь.

Шерстокрылы — непревзойденные планеристы, средний угол спуска составляет у них 15 градусов, это меньше, чем у других планирующих животных, включая летяг и сумчатых, которые, следовательно, преодолевают меньшее горизонтальное расстояние. Получается, что для них планирование с энергетической точки зрения еще менее выгодно, чем для шерстокрылов. Однако такой способ перемещения имеет место, он привлекателен чем-то еще.

Прежде всего — это быстро. Известно, с какой скоростью пробирается шерстокрыл в кроне дерева, но другие лесные животные на узких тонких ветках не разгоняются быстрее метра в секунду. Скорость планирования шерстокрыла превышает 10 м/с, преимущество очевидно. Таким образом, шерстокрыл может ускользнуть от хищника и освобождает много времени для кормления. Шерстокрылы питаются листьями и плодами, пищеварение у них происходит быстро, есть приходится много, и невыгодно от этого процесса отвлекаться. Планирование также позволяет попасть в труднодоступное место, куда иным путем не добраться.

И наконец, есть ситуации, в которых планирование все-таки позволяет сэкономить энергию. Когда деревья не соприкасаются кронами, животные не могут преодолеть такое расстояние по веткам. Если бы шерстокрылу пришлось слезать на землю, топтать пешком до соседнего дерева и на него забираться, это обошлось бы ему куда дороже.

Но все-таки главный выигрыш шерстокрылов при планировании — это время. За него не жалко и заплатить.

Н. Анина



Фото: Е. Зонова

Пчеловодство: темные и светлые стороны

Екатерина Зонова, Адам Роман

До недавнего времени основной полезной для человека функцией пчел считали производство меда: ради его сбора люди и заводили пасеки. Но в конце XX — начале XXI века все больше исследователей из разных стран приходят к выводу, что главная задача пчел — опыление растений. Причем не только в глобальной экосистеме, но и в сельском хозяйстве.

Пчелы-наемники

Что же, кроме пчел, цветы опылять некому? Как ни печально, да, все к тому идет. Из-за развития городов и крупного агробизнеса исчезают дикие опылители: им просто негде жить. Искусственно разводимая медоносная пчела оказывается единственной заменой им, и так начинается взаимовыгодное сотрудничество пчеловодов и садоводов. С одной стороны, в садах, на плантациях есть продовольствие для пчел — цветочная пыльца и нектар. С другой стороны, многие сельскохозяйственные культуры бессмысленно выращивать без опыления цветов: они попросту не дадут плодов или семян. А значит, симбиоз растениеводства и пчеловодства вполне обоснован.

Польские садоводы и фермеры все чаще приглашают на свои участки пчеловодов во время цветения сельхозкультур. Такие отношения полезны для обеих сторон, ведь минимальная цена одного 8—10-рамочного улья в Польше — около 150

долларов; далеко не каждый фермер может позволить себе такое приобретение, а потом еще и взять на себя хлопоты, связанные с содержанием пасеки. Пасечник же получает возможность организовать сбор меда именно в период цветения.

Пчеловоды США пошли дальше и наладили неплохой бизнес: теперь американские садоводы и фермеры готовы не только разрешить установку ульев, но и заплатить за это немалые деньги. В 2008 году аренда одной пчелосемьи на месяц стоила от 10 до 180 долларов, а в 2015 году средняя цена за аренду 8—10-рамочного улья достигла 170—200 долларов в зависимости от сезона. Самые высокие цены — во время цветения миндаля, с начала февраля до середины марта. Миндальные плантации в Калифорнии полностью зависят от пчел, и каждую весну фермеры арендуют более половины имеющихся на рынке страны коммерческих пчелиных семей. Даже пчеловоды Флориды отправляют ульи за тысячи километров на Западное побережье, чтобы удовлетворить спрос! Позднее арендная плата может снизиться более чем в десять раз: пчеловоды в межсезонье активно ищут клиентов. Пчела не должна быть безработной: если она не строит соты и не собирает мед, то, во-первых, она его без толку поедает, а во-вторых, безработным пчелам может прийти идея разроиться, то есть покинуть родной улей и улететь прочь в поисках лучшего будущего. Для пчеловода роение — большая неприятность: падает сила пчелиной семьи.

Стоимость аренды пчелосемей зависит и от того, какую культуру предстоит опылять. На северо-востоке США фермеры больше платят за аренду ульев на плантациях тыквы и огурцов, потому что пыльца этих растений не столь питательна, а это может ограничить рост семьи. Так, в Пенсильвании в 2008 году платили около 65 долларов за колонию,

Авторы статьи работают в Университете естественных наук (Вроцлав, Польша). Екатерина Зонова (MSc Yekaterina Zonova, e-mail: yekaterina.zonova@up.wroc.pl) — магистр естественных наук, аспирант кафедры гигиены окружающей среды и благосостояния животных, Адам Роман (Assoc. prof. Ing. Adam Roman DSc) — доктор технических наук



Такими рамками с сотами заполнены современные ульи

работающую в яблочном саду, и 100 долларов — за опыление бахчи. Цены с каждым годом растут, что, в свою очередь, вынуждает фермеров повышать цены на сельскохозяйственные культуры. А дорожают услуги опылителей из-за сокращения пчелиного поголовья.

Пчелиное оскудение

Пчеловоды разных стран все чаще сталкиваются с проблемой вымирания пчел. В первую очередь эту проблему заметили в США, где согласно статистическим данным каждую зиму гибнет до 35% пчелосемей (а в некоторых штатах даже до 90%). Сейчас эта беда добралась и до Европы, где ежегодно погибает каждая пятая пчелиная семья.

Основная причина вымирания пчел, по мнению ученых, — все более частое применение пестицидов. Наиболее опасными для пчел считают инсектициды из группы неоникотиноидов (например, имидаклоприд, тиаметоксам, ацетамиприд, нитрозогуанидин, динотефуран, клотианидин). Неоникотиноиды оказывают нейротоксическое действие, которое ведет к массовой гибели насекомых-вредителей, а заодно и насекомых-опылителей, в том числе медоносных пчел.

Однако без этих препаратов вполне можно обойтись: с 2013 до 2015 года в Евросоюзе действовал запрет на использование неоникотиноидов (клотианидина, имидаклоприда и тиаметоксама), и это не помешало ему остаться одним из основных производителей рапса. А ведь именно на полях рапса, по данным отдела пчеловодства Института садоводства в городе Пулавы (Польша), пчелы в основном и получают отравление. Опасными для пчел из-за применения ядохимикатов стали и фруктовые сады. Рапс и фрукты — именно эти сельскохозяйственные культуры наиболее популярны в ЕС; их выращивают на обширных территориях.

Ядохимикаты не только убивают рабочих пчел, но и, что особенно важно, скапливаются в цветочной пыльце и нектаре многих растений. Пчелы, принося в ульи большие количества загрязненного нектара и пыльцы, концентрируют ядохимикаты



и продукты их разложения. Даже если пестициды не входят в число смертельно опасных для пчел, в больших концентрациях они становятся высокотоксичными; от них может пострадать не только пчела-сборщица, но и вся колония, ведь именно пыльцой пчелы кормят своих личинок. Если те отравятся, будущее семьи окажется под угрозой — старым пчелам-сборщицам, а они живут всего неделю-полторы после вылета из гнезда, не придет смена.

Несмертельные для пчел пестициды вредны и по другим причинам. Так, к 2012 году стало ясно, что они могут усиливать рост патогенных микроорганизмов в теле медоносной пчелы. Если же пчела на цветке получит дозу ядохимиката, то изменится ее запах и по возвращении в улей охранники убьют рабочую пчелу, приняв за чужака. Это может привести к большим потерям летных пчел.

Есть мнение, что свою роль способны сыграть и трансгенные растения, а именно те, которые синтезируют Bt-токсин — своего рода натуральный инсектицид. Для понимания проблемы полезно знать, что токсин токсину рознь: они отрядоспецифичны. Так, хлопчатник страдает от гусениц мотыльков — хлопковой совки и табачной огневки, кукуруза — от личинок стеблевого мотылька, ее зерна — от амбарной совки и зерновой моли; в эти культуры встраивают ген токсина, действующего на личинки чешуекрылых. Картофель и баклажан надо защитить от колорадского жука — встроенный в них токсин убивает жесткокрылых. Есть и токсины, рассчитанные на двукрылых — это различные мухи, личинки которых подъедают корни растений, например вредитель крестоцветных — капустная муха. Пчелы принадлежат к отряду перепончатокрылых, и на них все эти токсины оказывать действия не должны, что и подтверждают многочисленные опыты.

Глобализация против пчел

Другая причина сокращения пчелиного поголовья — появление новых вредителей и болезней медоносной пчелы из-за интенсивной глобализации: болезни переходят из страны в страну с большой скоростью. Так, вирус острого паралича пчел, изначально найденный и исследованный в Израиле, сейчас встречается повсеместно. Малый ульевой жук *Aethina tumida* был впервые описан в Африке в 1940 году, в 1998 году его обнаружили в США, в 2002-м — в Канаде и Австралии, а в 2003-м он добрался до Европы. Предположительно такое быстрое распространение вредителя вызвано завозом маток, а также целых пчелосемей из других стран. Более того, вредители мутируют и приобретают устойчивость к лекарственным препаратам и пробиотикам, и это очень усложняет работу специалистам, разрабатывающим эти препараты.

Сокращает число пчел и загрязнение окружающей среды. Медоносная пчела — своего рода живой фильтр между окружающей средой и продуктами пчеловодства (прежде всего медом). Пчела-сборщица приносит нектар в улей и раздает его двум или трем младшим пчелам-приемщицам, которые много раз пережевывают нектар. Ферменты пчелиной слюны медленно расщепляют сложные сахара на более простые, а также дезинфицируют продукт. Готовый сироп пчелы рас-

кладывают на дно сот, затем обдувают его крыльями, чтобы испарить воду. Так из нектара, содержащего около 80% воды, получается мед, в котором воды всего 20%. Большие количества токсичных веществ пчела задерживает в своем теле, тем самым оберегая потомство семьи, употребляющее мед в пищу, а заодно и человека. Но к сожалению, при больших концентрациях вредных веществ медоносная пчела не может полностью очистить продукт, и некоторое количество токсичных соединений в нем остается. В первую очередь это остатки ядохимикатов, используемых на полях. Поэтому, если человечество хотя бы частично ограничит использование пестицидов, пчелы будут здоровее, а мед — полезнее.

Городская пчела

Пчеловодство обычно ассоциируется с деревней, свежим воздухом, лесом и цветущими полями. Идея разводить пчел в городе вызывает удивление. Однако это занятие становится все более популярным. Скажем, бывший мэр Москвы Ю.М.Лужков, сам известный пчеловод, призывал создать городскую популяцию этих насекомых и посадить для них медоносные деревья, но дальше призывов дело не пошло. А в Европе энергично разрабатывают правовую базу: специалисты пристально рассматривают как плюсы, так и возможные минусы соседства пчелы и человека.

Ульи на крышах зданий в центре города можно встретить во многих городах Европы, ведь это не только отличный способ производства своего меда, но и знак, что хозяин дома живет в гармонии с природной средой. Конечно, никто не поставит десятки ульев в центре города; обычно городская пасека насчитывает несколько семей. Так, на крыше одного из отелей в самом центре Варшавы красуется семь ульев, приносящих несколько сотен килограммов меда за сезон. Полученный мед не продают, а используют на месте — добавляют его в различные блюда, кондитерские изделия, дарят клиентам небольшие баночки меда.

В Германии ульи с пчелами ставят даже на детских площадках, чтобы дети с малых лет учились правильно вести себя рядом с пчелами и не бояться их. Конечно, это только один или два улья. К ним несколько раз в день подходит пчеловод и проводит необходимые работы, а детишки могут наблюдать



Фото: Е. Зюнова

На польской образовательной ферме «Пчелки-подружки» показаны разные жилища для пчел (вверху), а также есть свой музей пчеловодства (фото внизу)

за его действиями и потом полакомиться свежим медом. Есть пасека и в таком неожиданном месте, как крыша Музея современного искусства во Франкфурте. Каждый посетитель, поднявшись на крышу, может послушать интересные лекции о климате, экономике, пчеловодстве и поучаствовать в дискуссиях на экологические темы. А на недавно созданной научными работниками городской пасеке Университета естественных наук Вроцлава проходят практические занятия — студентов обучают основам пчеловодческого дела.

У содержания пчел в городе немало плюсов. Самый важный — разнообразие цветущих растений, доступ к ним с начала весны до конца лета. Пчелы, питающиеся разными видами пыльцы и нектара, намного выносливее и устойчивее к болезням. Кроме того, в городе невысок риск отравления пчел ядохимикатами, которые на территориях масштабного выращивания растительных культур используют часто и в больших количествах. Данный факт подтверждают многочисленные научные исследования: тяжелых металлов и других токсинов в меде с городских пасек меньше.

Впрочем, основная цель организации пасек в городе — защита и сохранение медоносной пчелы как вида, способ привлечь внимание горожан на ее жизнь и проблемы. Сохранить поголовье пчел очень важно: если растения лишатся опылителей, мы лишимся многих растительных культур. Поэтому проблема пчелы — это и проблема человека.

Фото: Е. Зюнова



Что мы имеем с пчелы

Пчела дает человеку немало продуктов. Каждый из них, если он соответствует нормам, обладает комплексом полезных свойств, благодаря которым появилось понятие «апитерапия» (от латинского названия медоносной пчелы *Apis mellifera*) — методы оздоровления человека с помощью пчел и их продуктов.

Самый известный «пчелопродукт» — это, конечно, мед, то есть ферментированный нектар цветков. Впрочем, не только цветков — в Греции или Италии можно купить сосновый мед. Как же так? Ведь у сосны нет нектара, это ветроопыляемое растение. Зато у нее есть сладкие выделения, пчелы их собирают и перера-

батывают в мед, в котором оказываются и выделяемые хвойными растениями фитонциды. Такой мед, сделанный не из нектара, называется падевым.

Мед, взятый с разных цветов, неодинаков по качеству — он различается содержанием не только сахара, но и ферментов, и других полезных веществ, таких, как витамины группы В, С, Е, К, фолиевая, никотиновая, пантотеновая, яблочная, янтарная и уксусная кислоты, каротин, калий, иод. Соответственно различаются и целебные свойства. Показателем же качества меда служит так называемое диастазное число, которое зависит от содержания в меде фермента диастазы, превращающей крахмал в низкомолекулярный сахар — мальтозу. Диастаза вместе с некоторыми другими ферментами попадает в мед как из растений, так и из организма пчелы. Диастазное число легко определить по реакции с крахмалом.

Диастаза быстро разрушается при нагревании и плохом хранении, кроме того, диастазное число падает при фальсификации меда — разбавлении сахарным сиропом. Поэтому оно и служит



интегральным индикатором его качества. По российским нормам, минимальное диастазное число — 7 единиц Готе, по нормам ЕС — 8,3. Если оно меньше, значит, анализируемый продукт медом называть нельзя. А вот в США, где мед используют главным образом в кондитерской промышленности, ситуация обратная: большое количество фермента, расщепляющего крахмал, в тесте неуместно. Надо сказать, это число сильно зависит и от растения. Так, в меде акации или цитрусовых мало ферментов, диастазное число порой не превышает 3, но это не говорит о низком качестве меда; в РФ именно для акациевого меда сделано исключение: по ГОСТу его число должно быть не менее 5. А для липового и гречишного показатель повышенный — не менее 11 и 18 соответственно.

Из всех продуктов пчеловодства меньше всего применяют воск. Его используют разве что для изготовления свечей, иногда — как составную часть мазей, кремов, помады для губ. Но адепты апикультуры считают, что такой воск лучше искусственного и, если его хорошо очистить от той же пыльцы или остатков меда, он обладает антиаллергенными свойствами. Умельцы же отмечают, что из натурального воска после удаления из него меда можно приготовить неплохую замену жевательной резинки; она будет полезной, ведь в воске содержится и недоотжатый мед, и пыльца растений.

Как бы то ни было, воск — неизбежный отход пчеловодства. Дело в том, что пчелы могут выращивать личинок в одной и той же сотовой ячейке лишь ограниченное число раз — вылупившись, пчела оставляет в ней оболочку своего кокона, и с каждым разом ячейка становится все меньше, постепенно меняя цвет от белого к черному. И использованные соты, так называемую черную сушь, надо извлекать и отправлять на переработку, иначе в них начнет размножаться восковая моль.

Другой интересный отход — погибшие пчелы, которых за год в каждой семье бывает несколько тысяч. Их тела пчелы, ухаживающие за ульем, выбрасывают неподалеку. Теоретически при правильной организации сбора погибшие пчелы могли бы стать источником хитина для производства хитозана. Разговоры об этом идут уже десятилетия, однако это направление так и не достигло предполагаемых масштабов.

Ярко выраженными лечебными свойствами обладает прополис, или пчелиный клей. Летные пчелы верхними челюстями отрывают кусочки липкого вещества с почек некоторых деревьев, кустарников или натексов смолы, затем в корзиночках на задней паре ног приносят в улей это важнейшее дезинфицирующее средство, хранящее пчелосемью от болезней. В зависимости от происхождения прополис бывает разных цветов: с каштана — красный, с

груши — черный, с ольхи — желтый. У него горький острый вкус и приятный сладковатый аромат с нотками воска, меда, корицы, ванили. Пчелы используют прополис для санитарных целей: замазывают отверстия в стенках улья, сохраняя тем самым необходимый микроклимат; полируют и дезинфицируют ячейки сот перед тем, как матка откладывает туда яйца. Иногда при попадании в улей мелких насекомых и животных, таких, как бабочки, мотыльки или даже мыши, пчелы умерщвляют незваного гостя и с помощью прополиса (иногда с добавкой воска) мумифицируют его тело, предотвращая разложение и его последствия. Благодаря прополису пчелы, единственные среди насекомых, могут защищаться от бактерий и вирусов. Современные исследования подтверждают многообразие свойств прополиса: антимикробиологические (противомикробные, антибактериальные, противогрибковые, противовирусные, противопаразитарные), противовоспалительные, заживляющие, обезболивающие и регенерирующие.

Существует несколько способов изъятия прополиса, все они требуют много работы и сил от пчеловода. А годовой сбор с одной пчелосемьи составляет лишь от 35 до 50 граммов. Поэтому прополис так дорого стоит — в РФ 25—100 долларов за килограмм.

Собранную пыльцу пчелы превращают в пергу, или пчелиный хлеб: ее складывают в ячейки сот, утрамбовывают и заливают медом. От этого вида корма зависят развитие и длительность жизни пчел, их работоспособность и устойчивость к болезням. Из личинок, питающихся пчелиным молочком, а позднее смесью меда и перги, вырастают здоровые, хорошо развитые пчелы, которые живут дольше. Питательная ценность и лекарственные свойства пыльцы, перги и пчелиного молочка схожи. Для нормального развития потомства одна пчелосемья нуждается в 25—30 килограммах перги на каждый сезон. Большую часть потребляют кормящие пчелы: они вырабатывают молочко для кормления личинок в возрасте 4—6 дней. Много перги съедает осенний выводок молодых рабочих пчел, которые накапливают питательный материал для продукции молочка под конец зимы. Дополнительно пчелы используют пергу для переработки подкормки в мед, а также для изготовления воска — ее уходит до 50 граммов на килограмм.

Медицинские исследования подтверждают, что цветочная пыльца и перга — прекрасные натуральные средства для оздоровления человека. Состав цветочной пыльцы зависит от вида растений, следовательно, и состав перги непостоянен. Но, как правило, она содержит много каротиноидов и витамина Е, а также железо, калий, магний, цинк, медь, кобальт.

Как собрать пчелиный хлеб без потери целебных свойств? Если нужно сохранить целостность сот, то пергу выковыривают

из каждой ячейки вручную. Есть и другой способ: перговые соты подмораживают, дробят, просеивают для отделения воска и сушат. За сезон пчеловоды могут забрать у семьи около двух килограммов перги; ее стоимость на российском рынке колеблется от 15 до 40 долларов, на рынке ЕС — 50—60 долларов за килограмм.

Есть среди продуктов пчеловодства вещество, называемое эликсиром жизни. Это маточное молочко.

Его вырабатывают в глоточных железах пчелы-кормилицы для выращивания маток и вливают в самую крупную ячейку в улье — маточник. Благодаря особым белкам, содержащимся в молочке, из личинки и развивается матка: генетически она идентична своим сестрам, рабочим пчелам. Из одной такой ячейки человек может добыть меньше капли целебного вещества. Пчеловодам, которые занимаются сбором молочка, нужно провести специальную работу с пчелами, чтобы они выращивали как можно больше маток. Маточное молочко извлекают из ячейки с помощью специальной аппаратуры. То молочко, которое удается собрать, хранят в сухих герметичных контейнерах в холодильнике: так оберегают его уникальные свойства.

Маточное молочко имеет слегка сладковатый вкус. Это отличное средство: оно и мощный антиоксидант, способный снижать вред, например, от ионизирующего излучения, и сильный антисептик, подавляющий как грибные, так и бактериальные инфекции, и обезболивает. Ацетилхолин — нейромедиатор, осуществляющий нервно-мышечную передачу, в чистом виде содержится только в маточном молочке. Кроме того, в его состав входят: гамма-глобулины, которые стимулируют иммунную систему и активно борются с инфекциями; полный комплекс витаминов группы В, положительно влияющих на психику и мозг; пантотеновая кислота, снимающая негативные последствия стресса. Маточное молочко широко распространено на рынке; в ЕС средняя стоимость 100 граммов составляет 50—60 долларов, в РФ — 180—200 долларов.





Художник Е. Станикова

Грендель и Гретель



Дмитрий Никитин

НАНОФАНТАСТИКА

Тревогу рог боевой протрубил среди ночи,
Воинов разом подняв от лавок их бражных.
Люто ломилась снаружи, ломая дверные засовы,
Сила свирепая, темная, злая.
Ратники только успели сомкнуть из щитов своих стену,
Треснул дворец медоцветный от основанья до крыши.
И, раздирая все дальше хоромы когтями,
Тут показался пришелец, обликот страшный,
Из рода проклятого был, порожденье гигантов,
Сунул в глубь тронного зала ужасную лапу.
Тщетно ударили воины в копыя, рубили мечами,
Недосыгаем был враг для оружия храброй дружины.
Всех раскидал он, как детские куклы.
Лишь Пчеловолк, небостранник могучий,
Стиснуть сумел, захватить когтистые пальцы.
Вскрикнул чудовищный гость от такого пожатья.
Черная рана на вражьем запястье открылась,
Разъединился сустав и лопнули жилы.
С ревом противник бежал, оставив конечность герою.
Возликовала дружина, но радовалась понапрасну.
Следом за тварью одной явилась с местью другая,
Огромней еще и страшней, но в образе женском,
Дыханием смрадным свалила воителей многих
И повлекла их к себе сверкавшей кольчугами грудой,
И лапу пустую чудища тоже она потащила.
Видя погибель друзей, Пчеловолк ратоборец
Бросился в бой, не оставил врага без ответа,
Сумел обезглавить женочудовище, но не оружием,
А разорвав на панцирной шее ее ожерелье.

Пала глава великанская в шлеме хрустальном,
Чудо случилось. Вдруг стало страшилище девой,
Прекрасней которой и свет весь не видел,
Так что, избавив от чары волшебной ее, победитель
Все позабыл, лишь к ногам ее молча склонился...

- Чего ты вообще в этот улей полез?
- Да соты хотел наломать, сестренка, попробовать. А то и правда, от голода помереть можно.
- Сам же весь паек на маячки потратил. Толку только...
- Кто ж знал, что местная живность ими заинтересуется.
- Вот ты на местный мед ведь польстился. Отчаянный ты парень, братец, как погляжу. Эти семиантофилы вообще-то планетарный господствующий вид. Главный, так сказать, здесь суперхищник, хоть и коллективный.
- Может, еще скажешь, они разумные?
- Ну, в каком-то смысле. Орудиями, во всяком случае, умеют пользоваться. И перчатку как ловко с руки стянули. Если бы не мой спрей-ган, сожрали бы тебя за милую душу.
- Подумаешь, у самой шлем слетел!
- Да, этот последний прямо в нужную кнопку ткнулся. Как специально у него получилось.
- А чего это он больше не нападает? Влюбился в тебя, что ли?
- Угадал, братец! Видишь, какие пируэты рисует? Брачный танец это. Я на всякий случай духи сюда взяла с феромонами. Они на всех здешних апокритов вот так очаровывающе действуют.
- Слушай, сестренка. Ты бы его того... или давай, я сам прихлопну. А то протрезвеет еще.
- Нет, пусть летает пока, красиво!
- Пока что?
- Ты, братец, молодец, что этот домик нашел и разломал. Видишь, сколько здесь пчелок оказалось и какие на них одежды. Они их себе зачем-то плетут из какой-то ерунды. Но каждая пчелка в такой ажурной скорлупке идет на Земле у коллекционеров как драгоценный камешек. Так что, давай, собирай их сюда, прямо в шлем. Или лучше я сама соберу, а ты «Уточку» вызывай с орбиты. Теперь у нас и на срочную эвакуацию средства есть, и на полный инклюзив дома, а не только на хлебушек с маслом.
- Ты что, прямо сюда хочешь модуль спустить? Так «Утка» здесь сожжет все!
- Ничего, и на штраф у нас теперь тоже хватит. Не тащить же искать где-то песчаную площадку. Вызывай быстрее!
- Явился дракон, с небес опустился, огонь изрыгая,
Червь огнекрылый, гладкочешуйчатый, тучи огромней,
Пожрал он прекрасную деву и однорукое чудище злое,
Пастью клыкастой отправил к себе их в утробу,
Жаром вокруг опалил, страну обрекая на гибель —
Нивы, и скот, и жителей многих селений окрестных,
И Пчеловолк догадался тогда — истекли его лета,
Кончилось время ратных трудов и облачных странствий,
Уж больше не пировать на медовых застольях,
Но было б бесчестьем без боя складывать крылья!
Пусть он умрет, но погибнет как конунг отважный —
Такого хоронят в огне, ведь костер уж разложен.
Кинулся витязь к чудовищу, встал перед огненным устьем,
Сквозь чад ядовитый узрел колец дивновидных сплетенье,
Меч он поднял и обрушил удар своим жалом острым,
Попал в уязвимое место, в плоть пламеносную твари.
И пораженный дракон, умирая, пал с невысокого взлета.
Но Пчеловолка тоже прервалось дыхание жизни,
Пришло его время к пределу, пора отправляться в дорогу
К Небоправителю, славу и память оставив
И скорбь.
Порой погибает один, но многих та смерть опечалит.





Московский Дом Книги

СЕТЬ МАГАЗИНОВ



КНИГИ

Маркус Хенгстшлегер
Власть генов: прекрасна
как Монро, умен
как Эйнштейн
Питер,
2013



Мы придаем большое значение наследственности. Нередко родители даже ссорятся из-за поведения своего ребенка: «Весь в тебя пошел» или «Это у него от твоей мамы». Действительно ли гены играют такую огромную роль? Что в нас можно считать наследственным, а что обусловлено средой и воспитанием?.

Джаред Даймонд
Третий шимпанзе
АСТ,
2013



Кто-то поддерживает теорию Дарвина, кто-то нет, но можно ли найти в ней что-то новое? «Третий шимпанзе» Джареда Даймона — неожиданный, парадоксальный взгляд на общепринятую парадигму. История наших далеких предков предстает в его книге такой, какой мы не могли ее вообразить никогда и ни при каких обстоятельствах

Сергей Хайтун
Феномен человека на фоне
универсальной эволюции
КД Либроком,
2014



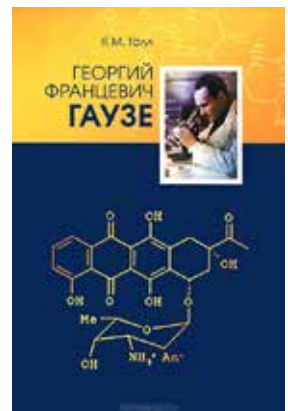
Полемизируя с монографией П.Тейяра де Шардена, автор приходит к заключению, что человек — не главная цель и итог эволюции, но лишь ее промежуточный финиш.

Крис Фрит
Мозг и душа: как нервная
деятельность формирует
наш внутренний мир
АСТ, CORPUS, 2014



Крис Фрит хорошо известен умением говорить просто о сложнейших проблемах, таких как социальное поведение, психическая деятельность и психические заболевания, методы нейровизуализации, позволяющие в реальном времени наблюдать за работой мозга. Современная нейрофизиология — именно та область, в которой сегодня происходит научная революция.

Яков Галл
Георгий Францевич
Гаузе (1910—1986)
Нестор-История,
2013



Книга представляет собой первую научную биографию одного из самых выдающихся ученых XX века — Георгия Францевича Гаузе, автора фундаментальных исследований в области экологии, теории эволюции, стереоизомерии клетки. Он сформулировал закон Гаузе, или принцип конкурентного исключения, который стал теоретическим фундаментом современной экологии

**Эти книги можно приобрести
в Московском доме книги.
Адрес: Москва, Новый Арбат, 8,
тел. (495) 789-35-91
Интернет-магазин: www.mdk-arbat.ru**



Взаимное понимание

МЕМУАРЫ ИГНОБЕЛЯ



Кандидат
физико-математических наук
С.М. Комаров

Давным-давно большой знаток человеческих слабостей и по совместительству символ политической беспринципности Шарль де Талейран сказал: «Язык дан человеку для того, чтобы скрывать свои мысли». Тем не менее до сих пор считается, будто именно методом вербальной коммуникации люди передают друг другу полезную информацию. А некоторые утверждают, что другие живые существа делают то же самое, главное — научиться их понимать. В 2002 году Игнобелевский комитет присудил Премию мира группе японских специалистов — Сато Кеите, президенту компании «Такара», доктору Сузуки Мацуми, президенту Японской акустической лаборатории, и доктору Когурэ Ноири, директору носящей его имя ветеринарной больницы. Награждены они за приумножение гармонии в отношениях между биологическими видами, а именно за создание электронного устройства, которое переводит собачий лай в человеческие слова.

С течением времени это устройство под названием «Bowlingual» совершенствовалось. Так, к 2009 году возникла версия разделенного переводчика: передатчик, закрепленный на ошейнике, и говорящий человеческим голосом приемник в руках хозяина. Один приемник способен принимать сигналы от нескольких передатчиков, что позволяет следить за переговорами собак. Вышла на рынок и версия для разговоров с кошками. Все эти устройства сейчас можно купить в Сети, а соответствующую программу для коммуникатора — бесплатно скачать с «яблочного» сервиса iTunes.

Вот что пишут покупатели на сайте amazon.com: «Потрясающее устройство, я спросил пса, можно ли взять мяч, а он ответил — да, бери». — «Это устройство разрушило мою жизнь, с его помощью я узнала, до чего моя собака меня ненавидит. Каждое ее твяканье — насмешка над мной, над моим весом, над моей готовкой, над моей одеждой. Даже дети в школе не были так жестоки!» — «Не знаю насчет собачьей версии, но кошачья повергла меня в шок. Во время ужина с гостями моя сиамская кошка промяукала, что все они в моей власти и их теперь следует убить. Я запер ее до ночи в ванной и выкинул транслятор».

На самом деле это устройство не делает дословный перевод. Анализируя звуки, которые издает животное, оно опоз-



молчит, а мышка, оказавшись в одной коробке с самками, начинает «болтать» — издавать ультразвуки, но простенькие. Гораздо сложнее звуки при совместном содержании мышей, и желательнее не в голой техногенной коробке, а в более естественной обстановке — чтобы туда были набросаны бумажные и картонные предметы. Неужели мыши разговаривают между собой? Нет, отвечает Кристин Портфорс из университета штата Вашингтон в Ванкувере («Journal of the American Association for Laboratory Animal Science», 2007, 46, 1, 28—34). Мыши поют для установления социальных связей и, скорее всего, песни просто означают готовность к оным. Для животных, охраняющих свою территорию, уведомление о намерениях — важное сообщение; в противном случае можно принять желание дружить за вторжение. Более того, опыты, поставленные с глухими мышами, опыты с мышатами, подброшенными в гнездо другой семьи, показали, что песню они не учат, а знают с рождения — потомки поют песню отца, даже если никогда его не видели и не слышали. А усложняется она по мере развития вокального аппарата («BMC Neuroscience», 2012, 13, 40; doi: 10.1186/1471-2202-13-40). Если каждый мыш поет свое и не изучает песни других, то, скорее всего, это песня без слов.

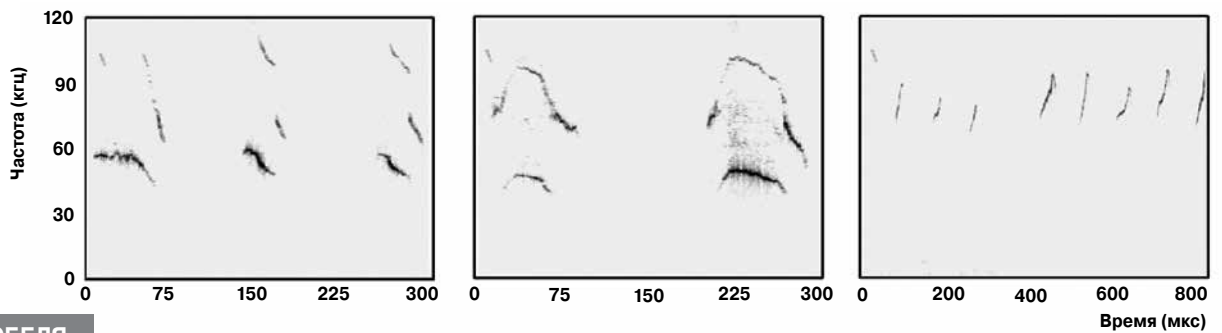
А вот как видит Кристин Портфорс (сочтем ее мнение типичным) саму проблему звуковой коммуникации животных: «Многие позвоночные используют звуки для передачи информации, касающейся таких аспектов, как индивидуальность или принадлежность к группе, групповой статус и настроение, планируемое поведение, наличие хищников или источников еды. Для передачи информации служат частота, продолжительность звуков, другие акустические характеристики». Как видим, специалисты по мышам слов у своих подопечных не разбирают, лишь общий смысл фраз.

Неплохо изучены и звуки других лабораторных животных — крыс. В слышимом диапазоне они, как правило, отпугивают хищников либо жалуются на несчастную судьбу в руках жестокого экспериментатора — одни эмоции, какие уж тут слова. Но есть у них два ультразвуковых диапазона. Может быть, слова звучат на этих каналах, скрытых от ушей представителей других видов? Опять ошибка. В одном диапазоне крысы издадут звук в минуту беды, например если в пределах видимости оказался кот, и это прямое следствие выработки в мозге ацетилхолина, то есть нейромедиатора, связанного с возбуждением. А в другом выражается принадлежность, и крыса начинает свистеть в этом диапазоне, после того как у нее вырабатывается гормон счастья — дофамин. Например, крыса так свистит, зайдя в помещение, где перед этим были другие крысы. Интересно, что о сложных вокальных конструкциях у крыс, подобных «словам» мышиных песен, Портфорс в своем обзоре не упоминает, а другой специалист по изучению акустики этих животных, Стефан Бруджинский из Университета Брока (Канада), отмечает: ультразвуковой свист служит лишь индикатором состояния организма животного («ILAR Journal», 2009, 50, 1, 43—50, doi: 10.1093/ilar.50.1.43). В такой интерпретации свист крысы не закодирована никакая-то информация; сам

нает его эмоциональное состояние, причем выбор достаточно грубый, всего из пяти возможностей, а потом формирует случайным образом фразу из числа тех, что соответствуют этому эмоциональному статусу. Наверное, такие фразы могут кого-то и обидеть, но вряд ли стоит принимать их всерьез. Хотя предложение сиамской кошки о совместной охоте на гостей выглядит не таким уж далеким от истинного настроения животного...

А может ли этология — наука о поведении — более точно распознавать сообщения, содержащиеся в звуках животных? Вообще, есть ли там слова, то есть «структурно-семантические единицы языка, служащие для наименования предметов, процессов, свойств», как их определяет БСЭ? Ведь если в звуках животных слов нет, то и сама попытка дословного перевода на человеческий лишена смысла.

Вопрос непростой, поскольку нет единства мнения у зоологов. Вот, например, брачные песни мышей. Немногие знают, что мыши исполняют сложные арии в ультразвуковом диапазоне. В этих песнях можно выделить типовые звуковые фрагменты со специфическими частотными характеристиками в начале и в конце звучания, разделенные паузой. По описанию — прямо как слова. Мышь в компании самцов



Обе типичные сонограммы песен мышей-самцов (слева) гораздо разнообразнее, чем свист самки, у которой забрали детенышей (справа). «Journal of the American Association for Laboratory Animal Science», 2007, 46, 1, 28–34

свист – это и есть сообщение о том, что идет кот, а слова «КОТ» в нем нет.

А что же с собаками и кошками? Звукам, которые они издают, посвящено много исследований. Например, сравнение мяуканья домашних котов и их ближайших родственников — степных котов *Felis silvestris lybica* показало, что звуки первых для человеческого уха приятнее. Может быть, домашние коты специально изменяют голос в обществе человека, чтобы понравиться? Нет, звучит приговор зоолога, это следствие искусственного отбора — кошки с дурными голосами в человеческом доме не прижились. А может быть, собака своим гавканьем хочет что-то рассказать человеку? Нет, тогда наблюдалась бы закономерная модуляция частотной характеристики, а это не так, хаотическая составляющая преобладает. Более того, человек с трудом различает лай разных собак одной и той же породы и часто ошибается, когда его просят угадать, в какой ситуации этот лай был записан.

В общем, из таких работ следует, что надежды на диалог с собакой или кошкой нет. Максимум, что они могут, — понимать человеческую речь и жесты. Считается, что к этому они предрасположены с рождения. Например, маленький щенок прекрасно распознает указующий жест и идет искать добычу именно туда, куда протянута рука. А вот обезьян или волков надо учить этому искусству.

Однако есть и другая группа этологов; они считают, что звуки животных все же несут значительную смысловую нагрузку. Например, сын русских эмигрантов второй волны Константин Слободчиков, профессор Северного университета Аризоны, даже создал в 2008 году Институт языка животных. Он уверен, что к середине XXI века появится надежный переводчик, который позволит на самом деле, а не в шутку, как в устройстве игнобелевских лауреатов, обращать в человеческие слова звуки животных. Проблема лишь в финансировании. Идея с институтом состояла в том, чтобы сформировать пространство для объединения энтузиастов, однако, судя по его сайту, таких людей исчезающе мало.

Сам профессор Слободчиков долгое время изучал луговых собачек *Cynomys gunnisoni*, грызунов из семейства беличьих. Именно эти исследования натолкнули его на мысль, что издаваемые дикими животными звуки слишком сложны для элементарных сигналов об опасности или настроении и, скорее всего, несут более насыщенную смысловую нагрузку. И действительно, венгерские ученые из Университета Этвёша Лоранда показали, что в отличие от человека компьютер может и различить отдельных собак по их лаю, и с неплохой точностью определить, в какой ситуации они лают («Animal Cognition», 2008, 11, 3, 389–400; doi: 10.1007/s10071-007-0129-9). А если лай в разных ситуациях отличается, то, быть может, именно в этих акустических различиях и закодирована информация, которую хочет сообщить собака. Эту информацию, если понимать, что служит ее носителем — модуляция частоты, модуляция продолжительности звука или еще что-то, — можно расшифровать и передать человеческими словами. Сами-то собаки точно извлекают больше информации, чем мы. В других опытах того же коллектива они прекрасно справ-

лялись с обоими непосильными для человека заданиями: и различали индивидуальность по лаю, и определяли, в какой ситуации возникли эти звуки («Behaviour Processes», 2009, 82, 2, 198–201; doi: 10.1016/j.beproc.2009.06.011).

А еще есть мнение, что животные-то давно к нам приспособились и издают звуки, специально предназначенные для нас. Вот, например, опыты, поставленные с дворовыми и домашними котами, показали, что при виде человека они ведут себя совершенно по-разному. Дворовые громко урчат и шипят, а домашние — громко мяукают. Это различие можно было бы приписать многим годам, прожитым вместе, но подобное различие реакции наблюдают у лис, которые в человеческом жилище не обитают. В Новосибирске, в Институте цитологии и генетики РАН, не одно десятилетие поддерживают две популяции чернобурых лис — одни склонны к агрессивному поведению при виде человека, а других, наоборот, на протяжении полусотни поколений отбирали по признаку дружелюбия. В опытах, проведенных исследователями из Москвы и Новосибирска, при появлении незнакомого человека рядом с клеткой агрессивные лисы все время, пока он не уходил, издавали разнообразные звуки, а дружелюбные быстро успокаивались. Однако звуки были разными. Если у агрессивных встречались фырканье и кашель, то у дружелюбных — звуки, похожие на кудахтанье и глубокие вздохи. Удивительно, но их акустическая структура аналогична человеческому смеху: у лис частота отдельных звуков составляет соответственно 4,76 и 5,53 в секунду, а у человека 4,37 в секунду («Behavioral Processes», 2011, 86, 2, 216–221; doi:10.1016/j.beproc.2010.12.001). Человек не понимает языка лисы, но она-то понимает, как надо общаться с человеком, чтобы привлечь его внимание, — не лаять и рычать, а смеяться: эти дружелюбные лисы очень общительны и любят ласку. Вероятно, тут сочетаются генетически обусловленная склонность видеть в человеке не угрозу, а собеседника, и наблюдательность, большая, чем у нашего вида. Кошки, кстати, нас тоже расшифровали — голодный кот мяукает на тех же частотах, на которых плачет человеческий детеныш (см. «Химию и жизнь», 2015, 3).

Получается, что животным, скорее всего, никакого переводчика не надо, они и так прекрасно нас понимают. А нужен ли он нам? Некоторые ветеринары говорят, что нет, потому что три четверти информации при общении и животные, и человек получают не из слов, а из интонаций, мимики и прочего. А речь — это так, приложение, которое, в соответствии с Талейраном, может и прикрывать истинные помыслы. Вообще, же тема коммуникации животных чрезвычайно обширна и сложна, как можно заметить, например, по циклу статей В.С.Фридмана «Коммуникация животных: от стимула к символу» («Химия и жизнь», 2009, 10–12). Игнобелевская премия мира 2002 года дала возможность лишь слегка затронуть это поле знания.



О подписке



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

Стоимость подписки на второе полугодие 2016 года: с доставкой по РФ — 1020 рублей, при получении в редакции — 600 рублей.

Об электронных платежах см. www.hij.ru.
Справки по телефону (495)722-09-46.

Реквизиты:

Получатель платежа: АНО Центр «НаукаПресс»,
ИНН/КПП 7701325151/770101001 Банк: АКБ «РосЕвроБанк» (ОАО) г.Москва,
Номер счета: № 40703810801000070802, к/с 30101810800000000777, БИК 044585777
Назначение платежа: подписка на журнал «Химия и жизнь—XXI век»


молекула
Научно-популярный сайт
о современной биологии

Конкурс научно-популярных статей

Номинации

- Свободная тема по биологии
- Своя работа
- Бионанотехнология
- Наглядно о ненаглядном: нарисуй науку!
- «Места»: где работать в биологии?



Прием работ до 1 октября 2016 года!

www.biomolecula.ru/content/1947



Партнеры конкурса





Загадочная подлодка Дреббеля

Доктор химических наук
Э.Г.Раков

— Ну, что скажете, милорд Бэкингем?
— Скажу, мастер Барадок, что если бы Богу было угодно, чтобы мы плавали, он дал бы нам плавники... Ваша подводная лодка — изобретение, конечно, гениальное. Но сколько бочек солонины вы привезете на ней повстанцам? Сколько орудий вы доставите им, чтобы отправить старину Ришелье к праотцам?
— Мы сей... мы час... мы идем... И тем не менее лодка достаточно большая, чтобы вы могли украсть королеву Франции!

Диалог из английского кинофильма
«Четыре мушкетера» (1974)

О какой подводной лодке может идти речь в фильме о событиях 1628 года? Что это, выдумка автора сценария? Нет: именно в то время прошли первые испытания подводного судна — лодки Корнелиуса ван Дреббеля, и герцог Бэкингем в самом деле рассчитывал на ее использование при прорыве осады Ла-Рошели.



Голландский гений

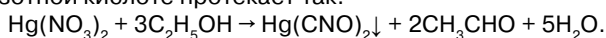
Корнелиус ван Дреббель (1572—1633) родился в голландском городке Алкмар в семье фермера. В 1605 году 33-летний Дреббель, уже получивший некоторую известность изобретатель и естествоиспытатель, переезжает в Лондон, где участвует в организации фейерверка и демонстрирует свои изобретения королю Якову I. Инженер королю понравился: его определили в свиту Генри, герцога Корнуоллского и принца Уэльского. Однако уже в октябре 1610 года он принимает приглашение императора Рудольфа II, известного

покровителя алхимиков, и приезжает к нему в Прагу. Там Дреббель продолжает занятия изобретательством, показывает «вечный двигатель» — фонтан, в котором вода поднимается как будто сама собой, изготавливает сплавы золота для монетного двора. Короче говоря, пребывает в тесном сотрудничестве с другими обитателями этого центра средневековой науки, например вместе с Михаэлем Сендивогием работает над получением кислорода. Кстати, польские историки считают, что кислород был открыт именно Сендивогием, а не Джозефом Пристли.

Год спустя Рудольфа II свергли, Дреббеля заключили в тюрьму, его печи и инструменты разрушили. Однако опала была непродолжительной: вскоре он вновь появляется при императорском дворе, но долго там не задерживается, и в 1613 году по просьбе англичан его отпускают в Лондон.

В июле 1620 года в Вестминстерском аббатстве Дреббель демонстрирует Якову I свою холодильную машину. Несмотря на ее небольшой размер, несопоставимый с объемом обширного зала аббатства, через какое-то время королю стало так холодно, что, озябнув, он быстро вышел на улицу. Дреббель к тому времени знал, что теплый воздух поднимается вверх, уступая холодному, поэтому высокий потолок готического здания никак не мешает ему произвести впечатление на коронованную особу. Можно предположить, что для охлаждения он использовал смесь ранее запасенного снега или толченого льда, который смешал с селитрой: о том, что такая смесь «дает могучий холод», упоминал еще алхимик Джанбаттиста дела Порта в своей книге 1558 года.

Вообще, с селитрой связаны многие научные работы Дреббеля. Так, Д.И. Менделеев в «Основах химии» упоминает, что знаменитый голландец открыл способ получения серной кислоты действием азотной кислоты на серу. Где селитра, там неизбежно появляется взрывное дело. Именно Дреббелю принадлежит способ получения гремучей ртути и гремучего серебра — чувствительных к удару, трению и нагреванию фульминатов Ag и Hg. Детальное описание этого процесса впервые сделал только в 1799 году английский химик Эдвард Говард, которого сегодня и считают автором способа. Реакция нитратов с этанолом в разбавленной азотной кислоте протекает так:



В течение нескольких лет, с 1626 года по 1629-й, Дреббель работал по заданиям британского адмиралтейства. Он создавал мины, петарды, начинку для брандеров — судов-поджигателей. Принимал Дреббель и непосредственное участие в подготовке трех неудачных экспедиций Бэкингема к Ла-Рошели. Возможно, именно взрывчатые фульминаты первоначально заинтересовали британское адмиралтейство, однако в дальнейшем оно не признало изобретения Дреббеля ценными. Тогда-то, сотрудничая с адмиралтейством, Дреббель создал первую в истории цивилизации гребную подводную лодку, своего рода улучшенную версию водолазного колокола.

Подлодка без дна и со складными веслами

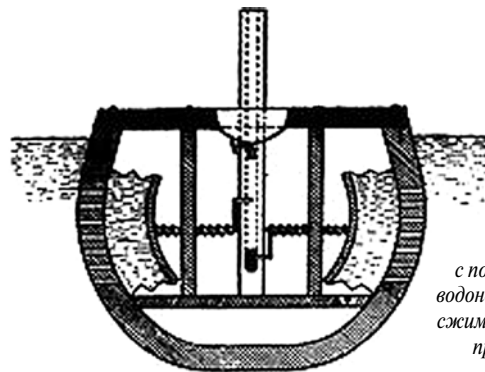
Вообще-то водолазный колокол известен с древних времен. Средневековые хронисты любили изображать погружение Александра Македонского даже не в колоколе, а в бочке. Однако первые исторически достоверные упоминания о погружении человека в подобном устройстве относятся к 1530-м годам. Тогда некто Гульельмо ди Лорена пытался найти сокровища галер, затонувших на глубине 22 метра вблизи Рима. В 1538 году два греческих акробата давали представление испанскому королю Карлу V в Толедо, погружаясь в реку Тахо в колоколе собственной конструкции. Особенно изумило зрителей то, что зажженные в колоколе свечи продолжали гореть после всплытия.



Дреббель пошел гораздо дальше: он придал колоколу вытянутую форму, снабдил его веслами для передвижения, средствами для дыхания и освещения. У последней версии лодки было шесть весел и шесть гребцов, она вмещала до 16 пассажиров и могла оставаться под водой целых три часа. Имеются свидетельства, что над лодкой он начал работать в 1618 или 1620 году. Есть сведения, что как-то между 1620 и 1622 годами в присутствии короля и тысяч любопытствующих лондонцев эта лодка погрузилась в Темзу на глубину 4—5 метра.

При создании лодки Дреббелю пришлось решить четыре задачи: погружение-всплытие, гребля в толще воды, воздух для дыхания и освещение. Как именно все это было сделано, неизвестно — чертежи не сохранились, а рассказы очевидцев кратки. Попробуем отгадать загадки лодки Дреббеля.

Современные подводные лодки погружаются за счет заполнения специальных емкостей водой, откуда при



Математик Уильям Борн в 1578 году предполагал осуществлять погружение подводной лодки, нагнетая в нее воду с помощью гофрированных водонепроницаемых мешков, сжимаемых и разжимаемых при вращении рукояток.

всплытию воду вытесняет ранее сжатый воздух. Это очень давний принцип; его предложил в 1578 году английский математик Уильям Борн в книге «Изобретения и устройства». Весьма необходимо для всех генералов и капитанов или руководителей как на море, так и на суше». Как видно, его лодка герметична, а в бортах проделаны отверстия; через них при движении поршней закачивается и откачивается вода. Дреббель, вероятно, пошел более простым путем, ведь у его лодки не было дна. Воду при погружении можно было черпать, заливать в мехи и просто раскладывать их на полках: вес лодки увеличивался, и она тонула. При всплытии же воду выливали вниз.

Поскольку погрузиться в воду может только предмет, плотность которого не ниже плотности воды, в лодке, видимо, должен был располагаться еще и некий тяжелый балласт. Тут можно сделать небольшой расчет. Возьмем цилиндр диаметром три и длиной девять метров; его объем — 63 м³. Плотность воздуха при комнатной температуре — 1,2 кг/м³. Масса воздуха, поместившегося в цилиндре, 75,6 кг. Если лодку сделали из дубовой доски толщиной 20 см, то ее вес при плотности дуба 700 кг/м³ составит 1200 кг, то есть средняя плотность лодки будет 20 кг/м³. А плотность воды — 1000 кг/м³. Значит, вес балласта составит почти 62 тонны, или восемь с лишним кубометров, скажем, чугунных чушек.

Конечно, это много. С другой стороны, вес экипажа, сидений, приборов, оснастки и прочего должен был увеличить среднюю плотность лодки. Впрочем, и корпус мог быть не из дубовых досок, а в виде легкого деревянного каркаса, покрытого просаленной кожей.

Разгадать, как двигалась гребная подводная лодка, также нетрудно. Широкие лопатки на концах весел обычных лодок перемещаются по кругу в двух средах: в воде они при гребке двигают лодку, затем поднимаются, в воздухе возвращаются к началу гребка и вновь опускаются. Под водой так не получится — при движении весла назад лодка пойдет туда же. Значит, лопасть должна быть подобна крыльям бабочки: при гребке раскрываться, а при возврате к началу гребка складываться. Разумеется, под водой можно грести, поворачивая весло ребром, но это очень неудобно и требует не только ловкости, но и значительных усилий. При складной лопасти гребцам не нужно делать сложных круговых движений ручками весел, как на поверхности воды: достаточно двигать ими вперед и назад. Идея складывания и разжимания лопастей была вполне современна для Дреббеля: документально известно, что ее в 1648 году, то есть спустя четверть века после описываемых событий, высказал один из основателей Лондонского королевского общества Джон Уилкинс.

Проблемы дыхания

А вот средство для дыхания — самая большая загадка. Кислород был открыт лишь через 150 лет после изобретений Дреббеля, однако предположения о наличии в воздухе некоей квинтэссенции, поддерживающей жизнь, делали и в его время. Так или иначе, над дыхательной смесью Дреббеля столетиями бьются лучшие умы ученого мира.

Лионский дворянин Балтазар де Монконис в 1663 году посетил Англию и двумя годами позже на страницах «Журнала путешествий» написал о Дреббеле: «Он владел секретом, как поддерживать воздух совершенно чистым и делать его постоянно пригодным для дыхания. Поэтому, зная секрет или метод погружения на глубину в устройстве, имевшем форму колокола, он был в состоянии оставаться там так долго, как того желал».

Роберт Бойль писал: «У изобретателя имелась жидкость, которую он считал главным секретом подводного плавания. И когда время от времени он убеждался в том, что пригодная для дыхания часть воздуха уже израсходована и затрудняла дыхание находящихся в лодке людей, он мог, раскупорив наполненный этим раствором сосуд, быстро восполнить воздух таким содержанием жизненных частей, которые сделали бы его вновь пригодным для дыхания на достаточно длительное время».

Готфрид Лейбниц и Бенедикт Спиноза полагали, что Дреббель получал кислород разложением селитры при нагреве, а углекислый газ поглощал с помощью щелочи.

Действительно, Дреббель часто использовал селитру для разных целей. А как с ее помощью получать кислород? Селитра разлагается при температуре около 400°C. Нагревать ее в лодке бессмысленно: топливо, сгорая, израсходует драгоценный газ. Значит, Дреббель выделял кислород на суше, разлагая селитру в замкнутом сосуде, и затем этот сосуд переносил в свою лодку. Можно предположить, что сосуд был разделен на две части: одна нагревалась и содержала «золу» (нитрит калия), в другой после вытеснения воздуха находился чистый кислород. Кислородная часть была снабжена краном. Еще одно предположение: перед



Так средневековый хронист представлял себе спуск Александра Македонского под воду

разделением сосудов зольную часть заполняли водой, что позволяло сжать кислород до нескольких атмосфер и тем самым уменьшить объем сосуда, переносимого в лодку. Разделить части сосуда можно было либо перекрыв кран и вставив притертую пробку, либо просто отпаяв, стеклодувы это уже умели делать.

Подсчитаем, сколько нужно кислорода, чтобы 22 человека (6 гребцов и 16 пассажиров) дышали два часа. В покое при комнатной температуре мужчина весом 80 кг поглощает около 20—25 литров кислорода в час. При физической работе поглощение может быть в несколько раз больше. Шести гребцам за час движения лодки потребуется не меньше 300 л кислорода, еще 16 пассажирам — не меньше 400 л. Для двухчасового плавания под водой нужно около 1400 литров.

К потреблению кислорода можно подойти с другой стороны: оценить внутренний объем лодки. Каждому гребцу нужно пространство объемом не меньше 8—10 м³, каждому пассажиру — не меньше 5 м³ плюс пустое пространство для перемещения в лодке, а также между сиденьями по одному и другому борту и под сиденьями гребцов. Всего набирается не меньше 200 м³. Это равнозначно цилиндру диаметром 5 м и длиной 10 м. Примерно такие размеры имеет лодка Дреббеля, изображенная на картине с преувеличенным размером весел. Воздуха для дыхания под водой в такой лодке хватит на два часа. Расход этого кислорода можно восполнить, если затащить в лодку бочку объемом 150 литров, заполнить ее кислородом под давлением 10 атмосфер.

Понятно также, что для поглощения выделяемого при дыхании углекислого газа можно использовать прокаленную известь или раствор щелочи: при соответствующей реакции с угольной кислотой станет образовываться карбонат.

Еще одна загадка — освещение. Каких-либо описаний светильников в лодке Дреббеля нет, хотя наличие света и возможность чтения Библии под водой современники упоминали. Марен Мерсенн в 1634 году писал о возможности освещения внутренности подводного судна с помощью фосфоресценции при медленном окислении белого фосфора. В это трудно поверить: слишком слаб такой свет. Можно предположить стеариновую свечу, горение которой поддерживала добавленная в стеарин селитра. Нетрудно рассчитать состав такой свечи, чтобы она действительно горела без расхода дефицитного кислорода.

В Англии и в Голландии недавно попытались создать копии лодки Дреббеля, но они не вполне адекватны оригиналу, поскольку полностью закрыты. А настоящую лодку, модификацию водолазного колокола, никто еще пока не воспроизвел.

Некоторые изобретения Корнелиуса ван Дреббеля

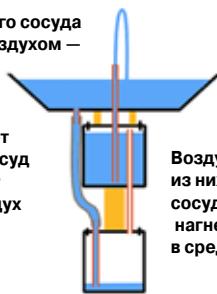
В 1598 году Дреббель запатентовал часы, подобные вечному двигателю, то есть работающие без видимых источников энергии: в кольцевой трубке водяного барометра при изменении атмосферного давления и температуры менялся уровень, поднимая или опуская поплавков, связанный с механизмом часов. Сам механизм был спрятан в металлическом шаре. Часы показывали час, дату, знак зодиака, фазы Луны и время года. Было изготовлено 18 экземпляров подобных часов различных видов. Их можно увидеть на многих картинах известных голландских художников 1620—1640 годов, в том числе Яна Брейгеля Старшего. Правда, изображения часов ничего не говорят об их устройстве. На физическом факультете университета Отаго (город Дьюнедин, Новая Зеландия) до сих пор работают часы, созданные по принципу Дреббеля шотландцем А. Беверли в 1864 году. Наиболее совершенную конструкцию предложил инженер из швейцарского города Невшателя Жан-Леон Реттер, который в 1928 году задумал и через два года создал часы Atmos, работающие за счет расширения и сжатия жидкости в свернутой спиральной трубке при колебаниях температуры. Сегодня швейцарская компания «Jaeger-LeCoultre», которая приобрела патент на устройство, выпускает 142 модели точных и бесшумных настольных часов Atmos. Изменения температуры в один градус достаточно для работы механизма в течение двух дней, а его расчетная долговечность достигает 600 лет.



В 1600 году Дреббель построил в небольшом голландском городке Мидделбурге фонтан, чертеж которого не сохранился. Можно лишь предположить, что конструкция воспроизводила остроумный прибор Герона Александрийского (см. рис.), при этом устройство Дреббеля могло подни-

Вода из среднего сосуда вытесняется воздухом — бьет фонтан

Вода стекает в нижний сосуд и вытесняет из него воздух



Воздух из нижнего сосуда нагнетается в средний

мать воду более чем на 15 метров. Принцип работы фонтана таков. Вода из верхней открытой чаши перетекает в нижний закрытый сосуд, сжимая и вытесняя из него воздух в средний закрытый сосуд, заранее заполненный водой. Чем больше объем воды в верхней чаше и больше разница уровней в сосудах, тем сильнее сжимается воздух и тем выше бьет струя фонтана.

Вероятно, упоминаемые в описаниях фонтана Дреббеля свинцовые трубы использовались для подвода морской воды в верхнюю чашу во время морских приливов. Таким путем можно осушать затопленные морем участки, оградив их дамбами. Фонтан в Мидделбурге предназначался для откачивания воды из низменных участков, фонтаны в Лондоне и Праге — для украшения парков.

В 1620-х годах Дреббель создал машину для полировки линз, что позволило усовершенствовать микроскоп и телескоп, а также снабдить выпуклыми линзами «волшебный фонарь» (*laterna magica*) для показа картин на просвет. Вместо плоско-выпуклых линз Дреббель первым использовал двояковыпуклые. Галилей создал свой микроскоп по образу прибора Дреббеля.

Тогда же Дреббель изобрел термостаты для поддержания постоянной температуры в разных диапазонах. Его регуляторы температуры работали в инкубаторах для выведения цыплят, в жилых помещениях в холодное время года и в различных печах. Печи снабжались трубкой с ртутью и поплавком. На поплавке крепился стержень, который за счет расширения и сжатия воздуха регулировал объем и скорость выходящих из нагреваемой камеры газов. Дреббель придумал систему для обогрева домов зимой теплым воздухом по подземным трубам, однако ее мало использовали.

Широкое распространение в Европе получил алый краситель для столбика термометра, созданный Дреббелем на основе кошенили. Повышение яркости и устойчивости краски достигались добавлением дихлорида олова. Производство нового красителя его зятя Куффлеры организовали в Лейдене. Затем состав стали применять и распространять в Европе для крашения тканей, выпускают его и в наши дни.

Современники писали о клавиноде, который «играл сам по себе под действием лучей света». Не исключено, что это был «солнечный» элемент: солнце могло нагревать воздух, который после расширения приводил в движение механизм. Рассказывали и о вовсе фантастическом

устройстве, с помощью которого Дреббель «мог вызвать дождь и молнию, так что вы покаялись бы, что они нисходят естественным путем с небес». В своей книге Дреббель писал: «Очень сухой, тонкий или горячий воздух, стремительно проникая в грубые тяжелые облака, расширяет их, делает тонкими и к тому же превращает в иной состав воздуха, в результате чего их объем мгновенно увеличивается в сотни раз; это вызывает ужасающее движение, которое, все разрушая и ломая, вытесняет и движет воздух до тех пор, пока объем и плотность не выровняются и не наступит состояние покоя. Так происходит и в тех случаях, когда некоторое количество селитры разрушается и разлагается на составные части силой огня и таким образом меняется качественный состав воздуха или когда мокрой рукой или куском материи машут около раскаленного железа или расплавленного свинца, каковые благодаря тепловому расширению или увеличению трескаются и лопаются с шумом, подобным грому». Тайна этого и некоторых других изобретений гениального голландца пока что не разгадана.

Свою первую небольшую книгу Дреббель написал в 1604 году. Она называлась «Een kort tractaet van de natuere der elementen, ende hoe sy veroorsaecten, der wint, reghen, blixem, donder, ende waeromme dienstich zijn» («Краткое описание природы элементов, как они вызывают ветер, дождь, молнии, гром и в чем их польза»). Книгу издавали 27 раз, кроме голландского — на латинском, немецком и французском языках в разных городах Европы; она несколько раз меняла название, содержала 11 глав, а в последних изданиях была дополнена рассказом о его «перпетуум мобиле». В книге описаны четыре аристотелевых элемента природы: огонь, воздух, вода и земля, а также расширение воздуха и воды при нагреве, причем расширение было связано с ветром и паром. Понимание действия тепла на свойства рабочих тел и помогло Дреббелю создать многие его механические устройства. Упомянуты гром и молния, которые были связаны, как можно предположить, с порохом. Ссылка на классиков в книге нет.

Вторая книга вышла в 1621 году в Гамбурге и называлась «De quinta essentia» («Квинтэссенция — пятый элемент природы»). В ней описаны экстракты из металлов, минералов, растений и других природных материалов для медицинских целей. Это уже не механика, а химия. Позже эта сочинения выходили под одной обложкой.



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Мэри Физер: «Я стала автором учебника, и снова случайно»

В 2016 году исполнилось 50 лет с момента издания на русском языке двухтомника Л. Физера и М. Физер «Органическая химия. Углубленный курс». Авторы отправили в СССР корректуру американского издания, поэтому перевод на русский язык начался еще до выхода книги в США. А благодаря постоянным контактам авторов книги с переводчиками издание стало более полным, чем оригинал, список литературы пополнен позднейшими изданиями — редкий пример подобного сотрудничества.

Химикам, особенно химикам-органикам, хорошо знакома фамилия Физеров. Многие химики знают, что авторов звали Мэри и Луис, а также — что они были мужем и женой. Но редко кто интересуется их жизнью. В русскоязычной Википедии о Луисе Физере есть статья, а о Мэри — нет. Данная публикация восполняет этот пробел.

Мэри Физер прожила долгую жизнь, почти 88 лет. Она родилась в 1909 году в семье профессора Роберта Питерса, преподавателя английского языка. Это, вероятно, оказало значительное влияние на ее карьеру как автора. Мэри окончила женский Колледж Брин-Мор, получив степень бакалавра по химии. Ее руководителем в колледже был профессор Луис Физер (1899–1977), ставший впоследствии ее мужем. Когда в 1930 году Луис перешел на работу в Гарвард, Мэри поехала с ним, чтобы там получить следующую ученую степень. При этом ей пришлось, как и многим женщинам того времени, столкнуться с дискриминацией, и, чтобы пройти курс по химии в «мужском» Гарварде, она поступила в находящийся по соседству «женский» Рэдклиф-колледж. В практикуме, которым руководил ее муж, она могла работать спокойно, однако профессор аналитической химии Грегори Бакстер запретил ей находиться в его практикуме вместе с мужчинами. Пришлось ей осваивать премудрости аналитики самостоятельно, в пустом полуподвале соседнего здания. Только спустя 29 лет после начала работы в Гарварде Мэри получила там должность научного сотрудника, однако без оплаты. С тех пор прошло 85 лет, но совсем недавно президент Гарварда заявил, что женщины по генетическим причинам обладают меньшими способностями к естественным наукам, чем мужчины.

В 1932 году Луис и Мэри поженились; детей у них не было, их заменяли студенты мужа, к которым Мэри относилась как заботливая мать. А дома у нее всегда жили кошки, чьи фотографии она помещала в предисловиях к своим книгам. Вместе с мужем Мэри занималась химией хинонов и стероидов, синтезировала биологически активные соединения, опубликовала совместно с Луисом и его сотрудниками, стажерами и аспирантами множество статей. Но наибольшую известность во всем мире супругам принесли восемь книг по химии. В 1936 году Мэри получила магистерскую степень и на этом решила остановиться, не замахиваясь на докторскую.

В 1971 году Мэри Физер была награждена премией и медалью Гарвана, которая ежегодно присуждается Американским химическим обществом женщинам за достижения в науке. Среди лауреатов были известные ученые — Герти Кори, Катарина Блоджетт и другие. В своей речи на церемонии награждения Мэри Физер рассказала о том, как она стала автором книг. Ниже приведен перевод этой речи (она опубликована в августовском номере журнала «Chemtech» за 1971 год).

И.А. Леенсон



Я стала писать книги случайно. В 1936 году муж попросил меня прочесть корректуру написанного им руководства к практикуму по органической химии. Он имел в виду только типографские опечатки. Однако в колледже я прослушала курс по ораторскому искусству, поэтому отметила в корректуре многочисленные лишние слова. После довольно жаркой дискуссии Луис согласился, что, если убрать такие слова, текст станет понятнее и убедительнее. Правда, он сказал, что перенбор рукописи обойдется в 250 долларов — очень большая сумма в то время. И все же он был настолько увлечен идеей лаконичности химических текстов, что потребовал от своих студентов предварительно давать мне на проверку их дипломные работы. Сколько же грамматических и стилистических ошибок делали эти замечательные дипломники! Основная проблема была в том, что они писали такие длинные и сложные предложения, что причастия и предшествующие им существительные часто оказывались не связанными друг с другом. Большинство студентов поняли свои ошибки и были мне благодарны за помощь. Кончилось тем, что я написала для студентов руководство по стилистике текстов. Его одобрили редакторы серии «Organic Reactions»¹, и оно было опубликовано в виде пособия «Style Guide for Chemists»². Примеры неправильного словоупотребления для этого пособия я взяла из химической литературы³.

Но еще до выхода этой книги я стала автором учебника, и снова случайно. Во время войны мой муж был привлечен к работе по оборонным проектам⁴, поэтому он должен был часто разъезжать по стране. Как и многим ту пору, ему приходилось терять часы на ожидание в аэропортах, железнодорожных вокзалах, в армейских учреждениях. Я предложила ему заняться в это время написанием учебника, а он попросил меня



Луис и Мэри Физеры,
супруги и соавторы



делать для него соответствующие выписки из химических журналов. Кончилось тем, что я попробовала сама написать для этого учебника несколько глав. В итоге я написала примерно половину книги, в основном разделы по биохимии и прикладной органической химии⁵. Фактически неосознанно я осуществила свою детскую мечту. Когда я послала родителям экземпляр нашего учебника, они поблагодарили меня и переслали сохранившееся письмо, которое я написала Санта Клаусу в возрасте пяти с половиной лет. В нем я просила пишущую машинку, чтобы напечатать свою книгу.

Наш учебник органической химии был переведен на многие языки — немецкий, итальянский, испанский, русский, польский, иврит и японский. Особо надо отметить советское издание: во-первых, из него изъяли фотографию кошки (мы помещаем ее во все наши книги), а во-вторых, мы за него не получили ни цента. Когда меня спрашивают, какая из наших книг самая любимая, я обычно отвечаю: «Та, над которой мы сейчас работаем». Но больше всего я горжусь нашей монографией «Steroids»⁶. Еще в 1936 году мы издали на эту тему книгу под названием «Natural Products Related to Phenanthrene»⁷. Потом Луис полностью ее переписал на основе читаемых им лекций. При этом значительное место заняли главы, посвященные морфиновым алкалоидам, смоляным кислотам и канцерогенным углеводородам. Вскоре интерес химиков к стероидам значительно возрос, соответственно увеличился объем посвященных им публикаций. Луис все еще был занят оборонной тематикой и не мог следить за литературой.

Пришлось этим заняться мне, а также — написанием текста. Я была очень увлечена этой работой, потому что стало возможным получать информацию о тонкостях конфигурации сложных молекул. Наш интерес к стероидам послужил причиной публикации нескольких десятков статей в этой области. Очередное издание книги о производных фенантрена было опубликовано в 1949 году, а уже через месяц пришло сенсационное сообщение о применении кортизона (врач Филип Хенч и химик Эдуард Кендалл доложили на Международном конгрессе ревматологов о применении кортизона для лечения тяжелой формы ревматоидного артрита; за свои исследования они совместно с швейцарским химиком Тадеушем Рейхштейном получили в 1950 году Нобелевскую премию по физиологии и медицине).

Сейчас мы заняты серией «Reagents for Organic Synthesis», начало которой положила 49-страничная глава в книге Л. Физера «Experiments in Organic Chemistry». Мы дополнили материал, так что получился первый том «Реагентов» объемом 1457 страниц, который вышел в 1967 году. К счастью, органическая химия не стоит на месте, и уже через два года мы выпустили второй том, за ним последовали еще несколько⁸.

Какая у нас была мотивация для написания книг? Конечно, гонорары за издание — это неплохо, но они не были для нас особенно существенными. А вот возможность внести свой вклад в активно развивающуюся научную дисциплину — это настоящий стимул. Есть и еще один — стимулировать студентов к работе в области органической химии.

Примечания

¹ Часть томов этой серии выпущена в переводе на русский язык под названием «Органические реакции».

² В соавторстве с Луисом Физером; с 1959 по 2012 год в США вышло несколько изданий.

³ Роберт Шёнфельд, автор вышедшей в 1985 году книги «The Chemist's English» («Английский для химиков»), написал, имея в виду и Физеров: «Следует отдать должное великим благодетелям английского языка для химиков. Это те ученые, кто своей увлекательной прозой заставил других подражать себе».

⁴ Луис Физер внес существенный вклад в синтез витамина К, противовоспалительных препаратов на основе хинонов, изучал взрывчатые полинитросоединения, щелочные соли длинноцепочечных жирных кислот в качестве детонаторов. Наиболее важная его работа, связанная с военной тематикой, — создание хиноидных антималярийных препаратов.

⁵ Учебник «Organic Chemistry» был опубликован в 1944 году, получил широкую известность в США и в Европе, многократно переиздавался. В 1961 году вышло переработанное издание под названием «Advanced Organic Chemistry», через пять лет его перевели на русский язык.

⁶ Четвертое издание на русском языке — в 1964 году.

⁷ В русском переводе — «Химия производных фенантрена», 1941; издание 1953 года вышло под названием «Химия природных соединений фенантренового ряда».

⁸ При жизни Луиса вышло шесть томов. В русском переводе в 1970–1978 годах опубликовано семь томов под названием «Реагенты для органического синтеза». После смерти мужа Мэри с соавторами опубликовала до 1994 года еще 11 томов; 26-й том, автором которого был Цзэлок Хо, вышел в 2011 году под названием «Fieser's Reagents for Organic Synthesis».



Фотография кошки, которой не было в советском издании учебника Физеров

Базилик

«Братья Изабеллы убивают ее любовника; он является ей во сне и указывает, где похоронен. Тайком выкопав его голову, она кладет ее в горшок базилика и ежедневно подолгу плачет над нею; братья отнимают ее у нее, после чего она вскоре умирает с горя», — таково краткое изложение одной из новелл «Декамерона» Боккаччо (день четвертый, новелла пятая). Спустя четыре с половиной века английский поэт Джон Китс использовал этот сюжет для поэмы «Изабелла, или Горшок с базиликом». А сколько художников изобразили красавицу с горшком или с возлюбленным Лоренцо!

Хотя девушка вела себя довольно странно, растение она выбрала правильно: душистый базилик поглощает все миазмы, неприятных запахов от горшка никто не почувствовал.

Что за растение базилик? Род базилик (*Ocimum*) принадлежит к семейству яснотковых (губоцветных). Он включает 30 видов трав и кустарников, произрастающих в тропических и субтропических районах Азии, Африки, Центральной и Южной Америки. Центр происхождения базилика, по всей видимости, находится в Африке. Базилик любит влагу и солнце и не переносит заморозков. Хотя его выращивают и в странах с умеренным климатом, в том числе на юге России, многолетние виды в таких условиях ведут себя как однолетники.

Разные виды базилика легко скрещиваются, образуя множество форм. В кулинарии, как правило, используют базилик душистый, он же обыкновенный и огородный, *O. basilicum*. Обычно он вырастает до 30—60 см. Чтобы базилик давал больше зелени, его цветки обрывают по мере появления.

Более пяти тысяч лет назад базилик уже был известен и в Индии, и на территории современного Ирана. В Европу растение завезли воины Александра Македонского, в Средние века оно стало незаменимой пряностью французской и итальянской кухни. В России базилик появился в XVIII веке.

Существует более 70 сортов базилика душистого, специалисты подразделяют их на семь основных форм. К первой относятся высокие зеленые растения, так называемые сладкие базилики, ко второй — крупнолистные (салатнолистные) формы, итальянский базилик. Его листья не такие пряные, как у сладкого базилика, их используют в качестве салатной зелени, а также заворачивают в них рис, кусочки рыбы или курицы. Есть карликовые мелколистные острые формы; особняком стоит компактный тайский базилик *O. basilicum* var. *thyrsiflora*, он же коричневый, с сильным ароматом корицы — у него узкие темно-зеленые листья с пурпурными прожилками и темно-пурпурный ствол. Выделяют пурпурный базилик с характерным сладким запахом, другая пурпурная форма с дольчатыми листьями, пахнущими базиликом и гвоздикой, возможно, представляет собой гибрид между *O. basilicum* и *O. forskolei* (этот вид, между прочим, отпугивает комаров). Есть, наконец, большая группа сортов с лимонным запахом.

Чем пахнет базилик. Базилик душист благодаря высокому, до 1,5%, содержанию эфирного масла. Оно состоит из нескольких десятков компонентов, а по некоторым подсчетам, их количество переваливает за сотню. Среди основных компонентов — метилхавикол (эстрагол), гераниаль, нераль, гераниол, нерол, кариофиллен, оцимен (смесь ациклических монотерпеновых углеводородов: 3,7-диметил-1,3,7-октатриена и 3,7-диметил-1,3,6-октатриена), камфара, сапонин, линалоол, эвгенол. Поскольку существует множество форм базилика и все они друг с другом гибридизуются, состав эфирного масла непостоянен. Он также зависит от времени сбора растений и условий выращивания, например в тепличных растениях линалоола всегда больше, чем в базилике, выращенном в открытом грунте.

Специалисты подразделяют эфирное масло базилика на четыре хемотипа. В Европе, Южной Африке и США выращивают европейский хемотип, в котором преобладают линалоол и метилхавикол. На Коморских и Сейшельских островах, в Таиланде, Вьетнаме и на Мадагаскаре популярен тип «реюньон», в нем больше метилхавикола. Болгария, Индия, Гватемала и Пакистан дали начало тропическому типу, где главный компонент эфирного масла — метилциннамат (метил коричноукислый). В России, Индонезии и Северной Африке выращивают в основном тип «ява» с эвгенолом, у этого вещества сильный гвоздичный аромат.

Туласи. В Индии особенно почитают базилик священный *O. sanctum*, или туласи. Его также называют базиликом тонкоцветным *O. tenuiflorum*. У индуистов это действительно священное

растение, охраняющее семью. Одно время британские власти использовали листья туласи в суде, индусы приносили на них присягу вместо Библии.

Базилик священный — многолетнее растение, его листья покрыты волосками, вкус у него острый и горьковатый, напоминает гвоздичный.

Туласи в Индии называют «эликсиром жизни» и считают лекарством чуть ли не от всех болезней. В последнее время это растение активно исследуют, и ученые накопили много свидетельств того, что базилик защищает организм от действия тяжелых металлов, от последствий сильной физической усталости, ишемии, переохлаждения и сильного шума, нормализует



давление, уровень глюкозы и содержание липидов в плазме крови, улучшает память и когнитивные функции, обладает противотревожным и антидепрессивным действием. У него широкий спектр антимикробной активности, растение справляется даже с бактериями, вызывающими кариес. Туласи — и антигрибковое, и противовоспалительное, и глистов изгоняет, и от радиации защищает, снимает спазмы, препятствует образованию тромбов. Однако настоящих клинических испытаний еще очень мало, основной массив данных получен при экспериментах в пробирке или на животных.

А душистый базилик полезен? Да, его эфирные масла также обладают антимикробной активностью, побеждают дрожжи и плесень, поэтому базилик кладут в соленья и маринады. У растения множество полезных для здоровья качеств: это ветрогонное, потогонное, мочегонное, глистогонное, обезболивающее и антиспазматическое. Базилик полезен при кашле, рвоте, диарее и метеоризме. Недаром в России он стал известен прежде всего как лекарственное растение.

Таким почетом базилик пользовался не всегда. В Средние века люди верили, что веточка базилика, оставленная под перевернутым горшком, превратится в скорпиона, а если нюхать базилик, скорпионы заведутся в мозге. Трудно сказать, на чем основано это мнение, возможно, на созвучии слов «базилик» и «василиск» (по-английски basil и basilisk). Версия так себе, но другой нет.

С какими продуктами сочетается базилик? Базилик — неотъемлемый компонент многих европейских и азиатских кухонь. Его варят, жарят и едят в свежем виде. Он сочетается с овощами и фруктами, мясом и рыбой, молочными продуктами и тофу, супами и кашами, его применяют для ароматизации напитков и выпечки. Тайский базилик добавляют в мороженое и конфеты, при этом используют не только листья, но и почки с нежным тонким вкусом.

Про соленья и маринады мы уже говорили. Свежие листья базилика добавляют в салаты, правда, Вильям Похлебкин не советовал использовать их с картофелем и бобовыми.

Базилик — компонент многих пряных смесей, его листья, истолченные в порошок и смешанные с розмарином, приобретают перечный запах, а вместе с чабером усиливают остроту блюда.

Базилик великолепно сочетается с томатами. Он входит в состав итальянского соуса песто вместе с толченым чесноком, кедровыми орехами, крупной солью, пармезаном и сыром из овечьего молока. Все компоненты смешивают с оливковым маслом.

При готовке лучше выбирать именно тот сорт базилика, который указан в рецепте, иначе вкус блюда может получиться совсем другой.

Как хранить базилик? По возможности лучше использовать его свежим. В горячие блюда его добавляют в последний момент, поскольку при нагревании аромат быстро теряется. Свежая зелень хранится несколько дней в пластиковых пакетах в холодильнике. Можно ее заморозить, а перед употреблением на несколько секунд погрузить в кипяток. Так листья сохранятся дольше, но часть аромата при этом потеряется, и для салата такая зелень не подходит.

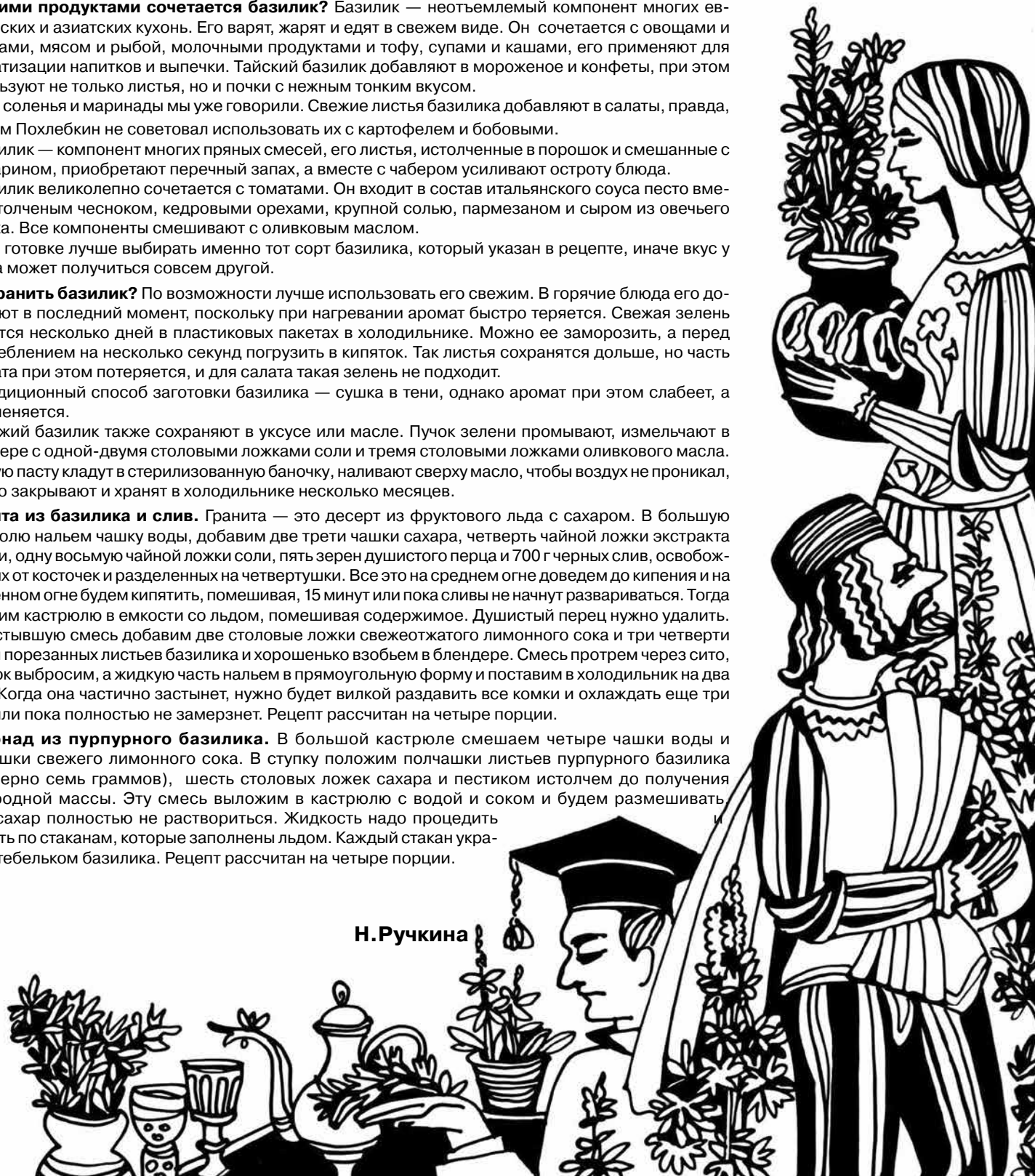
Традиционный способ заготовки базилика — сушка в тени, однако аромат при этом слабеет, а вкус меняется.

Свежий базилик также сохраняют в уксусе или масле. Пучок зелени промывают, измельчают в блендере с одной-двумя столовыми ложками соли и тремя столовыми ложками оливкового масла. Готовую пасту кладут в стерилизованную баночку, наливают сверху масло, чтобы воздух не проникал, плотно закрывают и хранят в холодильнике несколько месяцев.

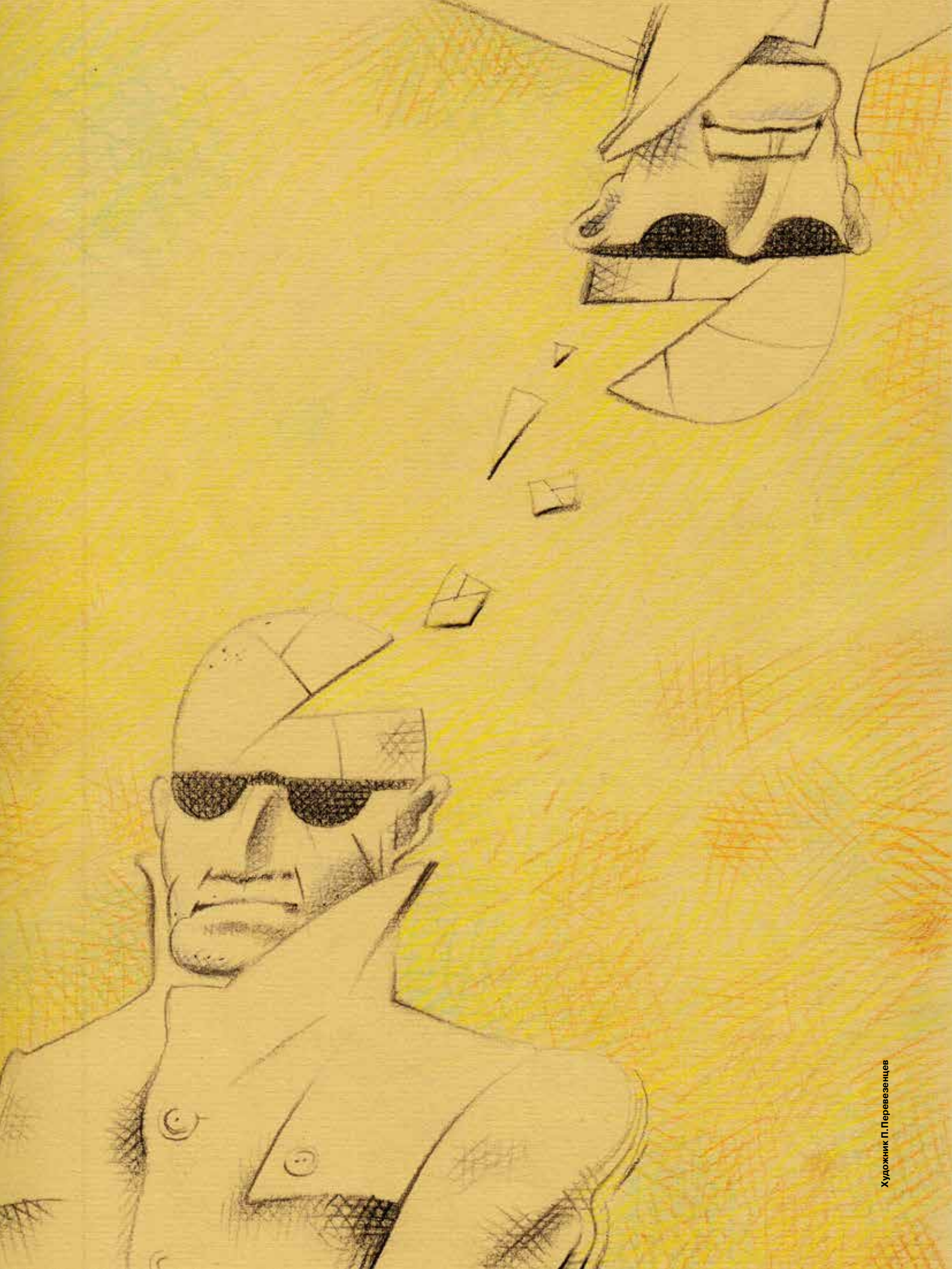
Гранита из базилика и слив. Гранита — это десерт из фруктового льда с сахаром. В большую кастрюлю нальем чашку воды, добавим две трети чашки сахара, четверть чайной ложки экстракта ванили, одну восьмую чайной ложки соли, пять зерен душистого перца и 700 г черных слив, освобожденных от косточек и разделенных на четвертушки. Все это на среднем огне доведем до кипения и на медленном огне будем кипятить, помешивая, 15 минут или пока сливы не начнут развариваться. Тогда охладим кастрюлю в емкости со льдом, помешивая содержимое. Душистый перец нужно удалить.

В остывшую смесь добавим две столовые ложки свежесжатого лимонного сока и три четверти чашки порезанных листьев базилика и хорошенько взобьем в блендере. Смесь протрем через сито, остаток выбросим, а жидкую часть нальем в прямоугольную форму и поставим в холодильник на два часа. Когда она частично застынет, нужно будет вилок раздавить все комки и охлаждать еще три часа или пока полностью не заморознет. Рецепт рассчитан на четыре порции.

Лимонад из пурпурного базилика. В большой кастрюле смешаем четыре чашки воды и полчашки свежего лимонного сока. В ступку положим полчашки листьев пурпурного базилика (примерно семь граммов), шесть столовых ложек сахара и пестиком истолчем до получения однородной массы. Эту смесь выложим в кастрюлю с водой и соком и будем размешивать пока сахар полностью не растворится. Жидкость надо процедить и разлить по стаканам, которые заполнены льдом. Каждый стакан украсим стебельком базилика. Рецепт рассчитан на четыре порции.



Н. Ручкина



Контролёр

Павел Амнуэль

Над развалинами башен-близнецов слабо курится сизый дым, и в сером вечернем освещении мне показалось, что груды камней, бетона и полуразрушенных конструкций едва заметно шевелятся, будто люди, оставшиеся внутри, совместными предсмертными усилиями пытались приподнять навалившуюся на них массу.

Я дернул головой, отгоняя видение, и тихо сказал:

— Уйдем отсюда. Не понимаю, зачем вы привели меня на это место.

— Извините, — смущенно сказал Норман Шумахер, с которым мы десять минут назад встретились у газетного киоска за первой линией ограждения. — Тут сейчас много людей, и я подумал... Впрочем, не важно. Если вы не против, поговорим у меня. Так получилось, что я снимаю квартиру неподалеку отсюда.

— Хороший район, — отметил я и добавил: — Был до вторника.

— Вы имеете в виду: дорогой? — улыбнулся Шумахер. — Уверяю вас, здесь можно было и раньше найти квартиру по вполне приемлемой цене. Даже в самом престижном районе есть места, где... Пожалуйста, сюда.

Мы завернули в переулок, о существовании которого я не подозревал, хотя, как мне казалось, неплохо знал эту часть даунтауна. Мой спутник оказался прав: в буром десятиэтажном кубе, прилепившемся к задней стороне небоскреба, было не больше респектабельности, чем в старом разбойнике, стоящем об руку с ограбленным миллионером.

— Знаете что, — сказал я, когда мы вошли в лифт и Шумахер нажал на кнопку восьмого этажа, — давайте не будем терять времени. Вы хотели поговорить? Я тоже. Так что обойдемся без предисловий.

— Согласен, — кивнул Шумахер. — Это существенно облегчит задачу.

Несколько минут спустя мы расположились в не очень удобных креслах — я выбрал кабинет с зашторенными окнами, а не гостиную, откуда открывался вид на стоявшее напротив здание Манхэттен-банка. Предложив напитки, от которых я вежливо отказался, Шумахер закурил сигарету и задал первый вопрос:

— Скажите, мистер Ховард, вас не удивил мой звонок?

— Нет, — сказал я. — Мы давно ждали чего-то подобного. В конце концов, нет секретов, которые невозможно раскрыть.

— Конечно, — улыбнулся Шумахер. — Но вы хранили секрет столько времени... Лет пятьдесят, я не ошибаюсь?

— Сорок семь, — поправил я.

— Сорок семь, — повторил Шумахер, будто запоминая это число. — Наверное, вы пытаетесь ответить на во-



ФАНТАСТИКА

прос: кто стал для нас источником информации? Хочу предупредить — не ищите предателя в своей среде. Его нет.

— Уже нет, — поправил я. — Майк Горен погиб в автодорожной аварии вечером третьего дня.

Шумахер поднял на меня насупленный взгляд, и мы оба дали соответствующую оценку этой информации. Я знал, что Майка устранили не наши люди, Шумахер тоже знал это, и мы оба знали, что никто не заинтересован в том, чтобы считать смерть Горена чем-то иным, кроме несчастного случая.

— Хорошо, — сказал Шумахер. — Я рад, что мы друг друга понимаем.

— Если бы мы не понимали друг друга, — вздохнул я, — вряд ли наша встреча могла бы состояться.

Мой собеседник не знал, что Майк, по сути, пожертвовал собой, предложив свою кандидатуру на роль Иуды, когда неделю назад мы обсуждали различные версии оперативных мероприятий. Майк знал, и мы знали, что, получив столь важные сведения, в Бюро предпочтут не церемониться с информатором: гласное расследование и тем более судебный процесс им не нужны, а вероятность того, что Иуду расшифруют свои, была, с их точки зрения, непозволительно велика.

— Хорошо, — повторил Шумахер. — Обычно я задаю вопросы, а не отвечаю на них. Но наш с вами случай настолько уникален, что мне позволено сделать исключение. Я сообщу кое-что из того, что нам известно о вашей секте, и мы продолжим беседу, когда вы подтвердите, что информация не содержит ошибок.

Он протянул мне тощую картонную папку — похоже, в ней было всего два-три листика. Наверняка я знал больше того, что Шумахер мог мне продемонстрировать. Взяв папку и взвесив на ладони, я положил ее, не раскрывая, к себе на колени.

— Не люблю канцелярских текстов. Давайте в двух словах. Когда вы о нас узнали?

— О, довольно давно, не в обиду вам будь сказано. В августе девяносто третьего.

«Правильно, — подумал я. — И с тех пор вы думали, что играете с нами, в то время как игра шла в ваши ворота».

— Если вы расскажете о том, что вам известно, — сказал я, — мне будет легче сообразить: в чем я могу признаться, а в чем — нет. Согласитесь: если бы у Бюро были против нас конкретные обвинения с доказательствами и фактами, то разговаривали бы вы со мной в другом месте. Особенно сейчас. Такой удобный случай расправиться с так называемой террористической сектой!

— Вы правы, — кивнул Шумахер. — Просто удивительно... Столько общей информации, чуть ли не фило-

софской, знаете ли... И ничего конкретного. Видите, я с вами откровенен, потому что надеюсь на сотрудничество. И знаете почему?

— Легко догадаться, — сухо сказал я. — После вторника у Бюро развязаны руки. Вы можете нас всех пересягать, не утруждая себя доказательствами. Вы ведь и встречу мне назначили неподалеку от развалин башен-близнецов, чтобы намек стал более понятен.

— Я рад, что мы понимаем друг друга, — повторил Шумахер, а я подумал, что на самом деле мы понимаем друг друга даже лучше, чем ему кажется.

Он встал и начал ходить между креслом и окном, три шага в одну сторону, три в противоположную, и речь его тоже была такой, будто переключали рубильник: несколько коротких фраз — поворот — одна длинная — опять поворот...

— Блаженный Эндрю умер в пятьдесят шестом. В психушке. Пророчествовал он в пятьдесят третьем. У Бюро в те времена была масса проблем, вы ж знаете, что тогда происходило, а тут какой-то безумный дурачок возвестил пришествие какого-то Контролера. Кому он сдался на самом деле? В общем, проглядели. Секта возникла в пятьдесят четвертом. В июне или июле. Тут нет точных данных. Да и несущественно. Вас тогда было человек десять — двенадцать — сдвинутые на религиозных предсказаниях люди, готовые поверить всякой чепухе, лишь бы она согласовывалась с вашими представлениями о сути мироздания.

— Минуту, — прервал я, и Шумахер застыл, не успев завершить оборот вокруг оси. — Давайте уточним. Во-первых, что значит «вы»? Лично меня тогда на свете не было, я пришел к Свидетелям Эндрю значительно позднее. И во-вторых, в Бюро глубоко заблуждаются, если полагают, что наши основатели готовы были поверить в любую религиозную чушь. Блаженный Эндрю знал, что говорил, и если вы имеете представление о других его предсказаниях...

Я сделал паузу, и Шумахер не замедлил подтвердить:

— Имею, конечно, — поморщившись, сказал он. — О том, что в шестьдесят девятом мы будем первыми на Луне, о том, что мы завязнем во Вьетнаме и проиграем войну, а еще он говорил, что Советы не дотянут до двадцать первого века. Он был прав, согласен. Но, черт возьми, это стало ясно впоследствии, спустя много лет! А тогда... Мало ли было психов, предсказывавших то второе пришествие, то конец света?

— Таких и сейчас много, — отмахнулся я. — Вы просто не знали Блаженного Эндрю.

— А вы знали, — насмешливо сказал Шумахер и присел на подлокотник кресла. — Вас тогда еще на свете не было.

Я не стал отвечать на этот глупый выпад. Помолчал, чтобы унять подступившее раздражение, и сказал:

— Давайте я буду говорить сам. Уверен, что последовательность событий в этой папке изложена верно, но интерпретация...

— Интерпретация, — буркнул Шумахер. — Вы думаете, для обвинения важна интерпретация? Достаточно фактов.

Он аккуратно положил окурки в пепельницу и не стал закуривать новую сигарету. Хорошо. Не переносу табачного дыма.

— Согласен, — сказал я. — Вернемся к пророчеству. В пятьдесят третьем Блаженный Эндрю объявил, что в мир пришел Контролер. Личность, жизненной целью которой является оценка человечества как разумного вида.

— Контролер, посланный Богом, — вставил Шумахер.

— Богом? — удивился я. — Видите, с интерпретацией у вас совсем плохо. Блаженный Эндрю, чтоб вы знали, вообще в Бога не верил. Кстати, вам известно, что он окончил Гарвард? Конечно, вам это известно. Но вы решили, что верить в Бога может и дипломированный физик, тем более — свихнувшийся по причине перенесенного в детстве менингита. Нет, Норман... Можно я вас так буду называть? Нет, Норман, Контролер не был послан Богом, потому что Бога нет. Картина мира, по Блаженному Эндрю, если хотите знать, такова. Вселенная содержит не только известный нам материальный мир, но и бесконечное число нематериальных структур, о которых мы ровно ничего не знаем. Нет, не о духовном начале речь. Духовный мир — результат работы сознания, так что в конечном счете дух тоже материален. Блаженный Эндрю говорил о нематериальных явлениях, к духовному миру отношения не имеющих. Каждое материальное тело имеет множество нематериальных измерений. И все они связаны, ибо природа едина. Так вот, в космогонии Блаженного Эндрю нематериальная часть Вселенной, эволюционируя, создает дух, то есть разумную структуру переходного вида, а эволюция духа, в свою очередь, создает материальную Вселенную. Точнее — физический вакуум, который...

— Прошу вас, Ховард! — поднял руки Шумахер, — Избавьте меня от лекции! В свое время я читал Блаватскую, тибетских лам, и все эти идеи о том, как дух породил материю...

— Блаженный Эндрю, — заявил я, — знал больше Блаватской и тибетских неучей, что-то слышавших, но мало что на самом деле понимавших. Я не читаю вам лекцию, Норман, но вы должны понять, иначе мы не продвинемся дальше. Наша цивилизация была создана нематериальными структурами Вселенной. Не Богом, поскольку всемогуществом здесь и не пахнет. И не Мировым Разумом, о котором сейчас так много говорят, потому что Мировой Разум — это дух, то есть в конечном счете тоже материя, только иначе организованная, нежели наши атомы, молекулы и поля. Нематериальный мир — это Стэн, и не спрашивайте меня, откуда Блаженный Эндрю взял это название. Почему Бога зовут Богом, а Аллаха — Аллахом? Имя, обозначение, не более... Стэн — результат эволюции, происходившей не во времени и не в пространстве, поскольку в нематериальном мире нет ни того ни другого... Послушайте, Норман, почему бы вам не предложить мне выпить? Нет, не спиртное. От стакана холодной воды я бы не отказался.

Вода действительно была холодной, Шумахер бросил в нее два кубика льда и дольку лимона, я немного отпил и продолжил давно отрететированный рассказ:

— Так вот, Норман, согласно учению Блаженного Эндрю, Стэн время от времени...

— В нематериальном мире нет времени, как вы только что сказали, — с усмешкой напомнил Шумахер. — Как же Стэн...

— Время есть в материальном мире, а во Вселенной все измерения связаны, — терпеливо произнес я. Как

же трудно объяснять очевидное! — Так вот, время от времени Стэн направляет на Землю Контролера, который, вернувшись после смерти в нематериальный мир, сообщает о том, куда идет человечество и не пора ли прервать затянувшийся опыт.

— Ваш Стэн способен такое учудить? — не удержавшись от иронии, поинтересовался Шумахер. — Он нематериален, верно? Следовательно, не способен влиять на материальные процессы?

— Дух возник из нематерии, а материя возникла из духа, — объяснил я. — Во Вселенной, число измерений которой бесконечно, все чрезвычайно сложно, и не нам, не знающим ничего о структуре нематериального, рассуждать о том, что Стэн способен сделать, а что — не способен.

— Допустим, — хмыкнул Шумахер. — Продолжайте. Это интерпретация, верно? Причем ваша, сектантская. Будучи физиком, Эндрю должен был понимать, что его рассуждения о материи и нематерии, взаимодействующих через дух, бессмысленны с точки зрения науки.

— Тогдашней науки, — поправил я и добавил: — Впрочем, и современной тоже.

— Тогда давайте говорить о фактах.

— Факт в том, что в тысяча девятьсот пятьдесят первом году на Землю явился очередной Контролер. Он родился человеком и должен прожить ровно семьдесят лет. Этого достаточно, чтобы узнать человечество, оценить его изнутри. В две тысячи двадцать первом году, после смерти, Контролер возвратится в мир духа, а оттуда — в мир нематерии, к Стэну. И Стэн примет решение.

— Логично, — пробормотал Шумахер. — О Контролере хотелось бы подробнее. Это из-за него весь сыр-бор, верно?

— Конечно, — кивнул я. — У человечества есть два пути. Первый: изменить себя за те семьдесят лет, что Контролер будет жить на нашей планете. В пятьдесят третьем, когда пророчествовал Эндрю, Контролеру было два года.

— Вторая возможность, — продолжал я, — найти Контролера и уничтожить его. Не выполнив миссии, он не сможет представить Стэну свой отчет, и человечество получит дополнительный срок жизни. А также возможность пойти по тому пути, который был для нас изначально предназначен.

— По пути добра, полагаю. — Шумахер не мог взять правильный тон, каждая его реплика раздражала меня, и мне требовалось все больше усилий, чтобы сдержаться и не прервать разговор на середине.

— По пути добра, если угодно, — сказал я после минутной паузы. — Если вам действительно кое-что известно о Свидетелях Эндрю, то вы знаете, какую опцию мы избрали. Точнее, к какой опции нас подтолкнул Блаженный Эндрю незадолго до кончины.

— Знаю, — сказал Шумахер, почему-то поднял левую руку на моих коленях папку и заглянул в нее, будто искал подтверждения собственным словам. — Вы поставили своей целью поиск человека, которого называю Контролером. Найти его и уничтожить, пока он не умер естественной смертью, то есть пока не выполнил миссии. Логичное решение. Человечество за полвека не изменишь, а найти одного человека...



ФАНТАСТИКА

— Среди шести миллиардов? — Я пожал плечами, показывая, что второй путь ничем не проще первого. — Согласитесь, это даже не иголка в стоге сена.

— Ну, зачем вы так... — обиженно протянул Шумахер. — Этот ваш пророк... Блаженный Эндрю. Не может быть, чтобы он не оставил соответствующих рекомендаций. Алгоритм поиска, так сказать.

— Что вам об этом известно? — напряженно спросил я.

Есть информация, которая не могла выйти за пределы организации. Есть сведения, которые — я это точно знал — никогда не были разглашены потому, что были доступны лишь двум-трем избранным, к числу которых с недавнего времени принадлежал и я.

Естественно, Шумахер понял, что наш разговор вступил в новую, крайне рискованную фазу и может оборваться в любой момент от неосторожного слова или даже жеста. И тогда на своей карьере он сможет поставить крест. Конечно, меня могут арестовать и допросить, как они это умеют. Могут взять еще несколько человек из моего окружения — самых невинных, тех, кто знает только то, что положено, в том числе и о заветах Блаженного Эндрю. Но ведь ничего они от нас не получат. Ничего. И это Шумахеру известно тоже. Поэтому он будет осторожен со мной. Он обязан быть осторожным. И если хочет, чтобы мы по-прежнему понимали друг друга, то непременно ответит на заданный вопрос.

— Меньше, чем известно вам, — сказал Шумахер, — но больше, чем вам бы хотелось, чтобы мы знали.

Обтекаемый ответ. И наверняка правдивый, не придерешься.

— Шесть миллиардов — абсурд, — продолжал Шумахер. — Если цель Контролера — знание сути человечества, он не мог родиться каким-нибудь бушменом в Центральной Африке. Так можно всю жизнь прожить и узнать только, почему в соседнем племени у женщин отвислые груди, прости Господи... Потенциально Контролер должен быть уроженцем одной из развитых стран, тех, что определяют направление эволюции нашей цивилизации.

— Почему не в Индии или Тибете? — вставил я. — Там куда более высокая духовность...

— Вы так думаете? — помедлив, спросил Шумахер. — По правде говоря, я не считаю, что нищий житель Дели более духовно развит, нежели фермер из Айовы. Согласитесь, число высокомудрых лам или гуру на душу тамошнего населения вряд ли больше числа ученых на нашем утратившем представления об истинной духовности Западе. И еще — вы хотите меня уверить в том, что духовный, а не техногенный путь более характерен для нашей цивилизации в целом?

— Контролер, — сказал я, — вряд ли мог знать это при своем рождении.

— Контролер, — отпарировал Шумахер, — при своем рождении знал не больше, чем любой младенец. Но тот... как вы сказали? Стэн? Он не впервые отправлял на Землю Контролера? Общее направление развития человечества он наверняка представляет. Куда все идет, и чем может кончиться. Когда Контролер был на Земле в последний раз?

Вопрос прозвучал резко, и Шумахер наклонился в мою сторону, не отводя от меня пристального взгляда. Господи, знаю я ваши методы — сейчас я от неожиданности скажу что-нибудь, чего говорить не хотел. Как же.

— Не знаю, — я пожал плечами. — Блаженный Эндрю не упоминал об этом. Он был пророком, а не историком. Есть разница?

Шумахер кивнул.

— Контролер, — сказал он, — родился в одной из развитых стран Запада. И, согласно учению Эндрю, должен был пойти в политику. Политик — тем более глава государства — достаточно информирован и более кого бы то ни было способен оценить путь пройденный и предстоящий. А главное — он принимает решения.

— Вы думаете? — Я изобразил голосом сомнение. — Наш президент — вот истинный пример настоящего политика. По-моему, он только после вторника узнал, что существует такая страна — Афганистан.

— А мне показалось, что мы действительно понимаем друг друга, — грустно сказал Шумахер. — Надеюсь, вы не думаете на самом деле, что Джордж Буш-младший и есть искомый Контролер?

— Нет, тогда мы постарались бы его устранить, а это не так.

Вот. Я сам поставил точку на прежних недоговорках и подвел собеседника к той красной черте, куда он подбирался окольными тропами. Пусть теперь спросит. Если, конечно, правильно понял мою мысль.

Но Шумахер задал другой вопрос, к которому я тоже был готов, однако ждал его чуть позже.

— Интересно, — сказал он, — как вы узнаете Контролера, даже если вычислите его? У него что, потустороннее выражение лица? Шесть пальцев на левой руке? Третий глаз?

— Мы говорим о взаимопонимании. — Я отвел взгляд, все-таки этот человек был в своем деле профессионалом, а мне давно не доводилось тренироваться в детской игре в гляделки. — Мы говорим о понимании, а вы все время недоговариваете. Что за вопрос вы задали, Норман? Если вам известна хоть строка из пророчества Блаженного Эндрю, то вы безусловно читали, что Контролера можно узнать по принадлежащему ему предмету, неземное происхождение которого очевидно. Этакое удостоверение личности. Как значок у шерифа или медаль у Нобелевского лауреата.

— Какой неземной предмет может быть у новорожденного? — картинно удивился Шумахер.

— Ах, — сказал я, — это же ясно! Впрочем, у Блаженного Эндрю сказано: «И было знамение небесное, когда Контролер пришел в мир»...

— Вот оно что, — задумчиво произнес Шумахер, будто сопоставлял в уме какие-то уже сделанные заключения

с новой, полученной только что, информацией. — Значит, утверждение Эндрю о том, что нынешний Контролер родился в пятьдесят первом...

— Посмотрите астрономические таблицы, Норман, — посоветовал я. — Метеорный дождь Лириды был в том году удивительно сильным. Никогда такого не было ни до, ни после. Метеоры с неба так и сыпались. Мне-то самому видеть не довелось, — добавил я с сожалением, — но люди рассказывали.

— Вот оно что, — повторил Шумахер. — А еще была Вифлеемская звезда, воссиявшая, когда родился мальчик по имени Иисус. Значит, по мнению вашего пророка...

— Если сложить два и два, то это так, — согласился я. — Если бы Иисус дожил до семидесяти...

— В те жестокие времена, — проявил свою осведомленность в истории мой визави, — до семидесяти не доживали и куда более спокойные личности.

— Да, — согласился я. — Может, потому человечество и существует до сих пор, что в то время Стэн не смог принять решение?

— Вот оно что, — в третий раз сказал Шумахер и наконец отвел взгляд в сторону. Все-таки гляделки и мыслительный процесс трудно совместимы друг с другом. А Шумахер хотел подумать.

— Знаете, — сказал он минуту спустя, — открою вам небольшой производственный секрет. Может, узнав этот смешной нюанс, вы станете откровеннее. Одно время мы думали, что убийство Кеннеди — дело рук последователей Эндрю.

— В самом деле? — поразился я. — Вы решили, что Ли Харви Освальд...

— И Джек Руби, — добавил Шумахер. — Ну да, принадлежали к вашей секте.

Мы посмотрели друг другу в глаза и расхохотались — не знаю, чей смех был более искренним.

— Контролеру в то время исполнилось двенадцать лет, — отсмеявшись, сказал я. — Кеннеди был постарше.

— А еще, — улыбаясь, добавил Шумахер, — мы одно время приписывали вам убийства Альдо Моро, Улофа Пальме и Ицхака Рабина.

— Не смешите, — замахал я руками, — не могли вы так думать, если серьезно нас разрабатывали.

— Ну, — Шумахер пожал плечами, — эти версии были, конечно, экстравагантными и продержались недолго, но, согласитесь, в логике им не откажешь. Тем более что даже в девяносто третьем, когда Бюро получило о секте Свидетелей Эндрю первую оперативную информацию, убийства Кеннеди и Пальме все еще не были раскрыты.

— Если по такой логике рассуждать, — добродушно сказал я, — то Бюро должно было приписать нам все политические убийства на планете. Кстати, неплохая идея — за раз раскрыли бы десятки преступлений.

— По крайней мере, отчитались бы, — усмехнулся Шумахер.

Он встал с подлокотника, на котором сидел, и, разминая ноги, сделал круг по комнате. Я следил за ним, раздумывая над тем, какой следующий вопрос он задаст. По сути, все уже было сказано, и если в этой комнате были скрытые магнитофоны (а они, конечно, были, кто мог сомневаться?), то аналитическому отделу ФБР, возглавляемому досточти-

мым Норманом Шумахером, было над чем поразмышлять, прежде чем предпринимать следующие шаги. Вряд ли он сейчас решится на мой арест — относительно собственной участи я был спокоен: им нужна вся организация, а не единственный ее надежно выявленный представитель, тем более даже не самого высокого ранга. В Бюро знали о нас много — мы сами об этом позаботились, потому что это было необходимо, — но больше о целях и методах, нежели об исполнителях. Нет, невыгодно Шумахеру сейчас меня арестовывать. Проследить — да, конечно. Наверняка вокруг дома расставлены филеры, место, кстати, очень удобное, деться мне некуда, тупик, всего два выхода, пожарные лестницы просматриваются до самой крыши. Все продумал Шумахер, отправляясь на встречу. Все, кроме...

— Да, — сказал он, совершив моцион и рухнув в кресло напротив меня, — конечно. Соблазн был велик — повесить на вас всех собак... Мы быстро прошли этот этап. Поскольку ваша секта существует, значит, Контролер все еще жив. И следовательно, над кем-то из видных политических деятелей висит дамоклов меч. А мы обязаны защищать наших политиков.

— Ну вот, приехали, — с удовлетворением констатировал я. — И вы, умный человек, решили, что в результате нашей откровенной беседы, после того, как мы так хорошо поняли друг друга, я назову имя политика, который, по нашему мнению, является Контролером?

— Было бы замечательно, — кивнул Шумахер, — но на это я не рассчитываю. Однако поскольку мы хорошо понимаем друг друга... Этот ваш агент-provokator, я полагаю, позвонил в Бюро не по собственному желанию?

— Почему же... — протянул я. Пожалуй, мы недооценили Шумахера и его команду. Если они просчитали этот вариант... — Именно по собственному. Мы никого не посылаем на смерть вопреки его воле.

— То есть, — прищурился Шумахер, — Горен допускал, что...

— Конечно, — подтвердил я, — это предполагалось.

У меня затекли ноги — все-таки уже почти час я сидел в неудобной позе. Кряхтя, я вытащил себя из кресла и повторил путь Шумахера — несколько шагов к зашторенному окну, потом обратно, ток крови в ногах восстановился, и вообще пора было заканчивать разговор. Все уже сказано — вряд ли в Бюро рассчитывали на большее.

— Мы многое предполагали, — сказал я, остановившись перед Шумахером, — в том числе и то, что Блаженный Эндрю мог ошибаться.

— Ошибаться? — Шумахер смотрел теперь на меня снизу вверх. Он действительно был удивлен, а не играл удивление. — Пророк, в чьи слова вы верите безоговорочно?

— Мы — не религиозная секта, что бы в Бюро ни думали по этому поводу, — отрезал я. — Это раз. Второе: вряд ли в Бюро оказался полный текст пророчества. Собственно, весь наш разговор свидетельствует о том, что полного текста у вас нет.

— Конечно, — легко согласился Шумахер. — Но того, что есть...

— Недостаточно для правильных выводов, — перебил я. — Блаженный Эндрю говорил, что политик видит путь и принимает решения, и потому полномочия его выше тех, что должен иметь Контролер. Контролер — ин-



ФАНТАСТИКА

формирует. Стэн — решает. Вот почему, кстати, не мог быть Контролером Христос — он принял на себя бремя решения и вины. Нет, Норман, Контролера нужно искать в других структурах.

— В других, — проговорил Шумахер, прозревая. Неприятно, наверное, понимать, что твою организацию переиграли. И кто? Тайная секта ненормальных, воображающих, что от их действий зависит судьба цивилизации.

— Подумайте, Норман. — Я издевался в открытую, у меня было преимущество: он сидел в глубоком и неудобном кресле, а я возвышался над ним, и наши взгляды теперь вели неравную борьбу, мой взгляд обрушивался сверху, как лавина. — Подумайте: почему именно сейчас Свидетели Эндрю раскрыли себя?

Шумахер скептически усмехнулся: конечно, он был уверен, что это не мы открыли свои карты, а они там, в Бюро, хорошо поработали и получили важную информацию о глубоко законспирированной террористической секте.

— Ответ очевиден, — продолжал я, торопясь поставить последнюю точку. — Мы нашли Контролера и подвели его к решению о необходимости встречи с Исполнителем.

Соображал Шумахер быстро, но реакция была уже не та, что в молодости, когда он работал оперативным агентом. Пистолет висел у него в наплечной кобуре, но кресло оказалось неудобным, и Шумахеру понадобилось полсекунды, чтобы добраться до оружия. Конечно, я был быстрее. Шейные позвонки переломились с неприятным хрустом, и голова начальника аналитического отдела Федерального бюро расследований упала на грудь, будто у тряпичной куклы. Он умер мгновенно.

Постояв минуту над трупом, я осмотрел комнату и обнаружил магнитофон в ящике письменного стола. Наверняка были и другие. Хорошо. Я ведь не убийцей-фанатиком сюда пришел, а Исполнителем, и пусть об этом станет известно.

Я сдвинул штору и выглянул в окно. С восьмого этажа не было видно ничего подозрительного, но я знал, что далеко уйти мне не позволят. Я и не рассчитывал. У каждого своя миссия в жизни. Свою я выбрал сам.

Перед уходом я обыскал покойного. В его карманах я нашел горстку мелочи, аккуратно сложенный носовой платок, зажигалку, полупустую пачку «Золотой Явы» и бурый ноздреватый камень с марсианского плато Тарсис.





Художник Маб Грейвз

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Устрицы нынче не те

Много ли на свете источников пищи, которые кормили людей тысячами, с доисторических времен и по сей день? Один из них — устричные банки Чесапикского залива на восточном побережье США, местообитание восточной, или американской устрицы *Crassostrea virginica*. Капитан Джон Смит — тот самый, из легенды о Покахонтас, — путешествуя по заливу в начале XVII века, записал, что устрицы там «лежат плотно, как камни». Тогда и вода в тех местах была прозрачнее (устрицы — моллюски-фильтраторы). По археологическим данным можно четко видеть, как мельчали устрицы с ростом численности прибрежного населения штата Мэриленд в XVII—XVIII веках, и наоборот, когда людей становилось меньше (например, из-за переноса столицы штата в Аннаполис), моллюски снова получали шанс подрасти. Совсем худо стало устрицам в XIX веке. Люди изобрели консервирование и пароходы, что позволило экспортировать вкусных моллюсков, а также начали вылавливать их на глубине. Пик сбора был достигнут в 1880 годах, а к концу XX века популяция сократилась раз в сто от исторического максимума.

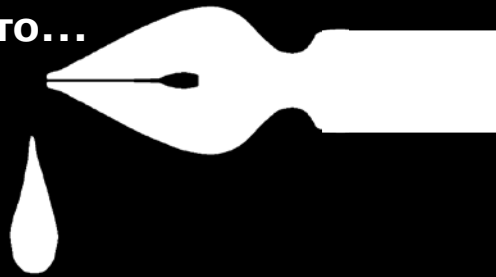
Торбен Рик и Лесли Ридер-Майерс из Музея национальной истории США вместе с коллегами, используя палеонтологические, археологические и современные биологические данные, узнали, как менялся размер устриц от плейстоцена (0,781 млн лет — 13 тыс. лет назад) до наших дней. Археологические находки охватывали примерно 3500 лет («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2016, 113, 23, 6568—6573, doi: 10.1073/pnas.1600019113). Понятно, что численность популяции таким способом оценить нельзя, но по размеру раковин съеденных устриц можно судить о давлении на популяцию: чем больше раковина, тем дольше прожил моллюск, прежде чем его нашли и съели.

Характерный размер устрицы уменьшился в исторический период, как и максимальный. Среди плейстоценовых устриц были громадины 259 мм длиной, самые крупные экземпляры, найденные у поселений аборигенов, — 189 мм, в исторический период — 156—157 мм. То, что археологи не нашли в памятниках аборигенной культуры таких крупных устриц, как в плейстоценовых отложениях, не означает, что их не было: возможно, они сидели на глубине, куда индейцы не могли добраться. Но удивительно, что, хотя коренное население тысячами собирало устриц, это почти не повлияло на средний размер моллюсков. Даже несмотря на изменения климатических условий (так называемая средневековая климатическая аномалия: потепление воздуха и воды между 400 и 900 годами н. э. и похолодание между 1050 и 1750-м) и повышение уровня моря, популяция оставалась стабильной.

Понятно, что индейцев было меньше, чем вытеснивших их белых людей, собирали они устриц только руками и, вероятно, только в определенные сезоны. Авторы статьи считают, что важный фактор стабильности популяции — «запретные зоны», где устриц никто не трогает: прежде это были глубокие места, с изобретением драги запретных зон не стало. Историков очень волнует возрождение этой популяции: устрица Чесапикского залива для них не только источник деликатесного белка и даже не только часть экосистемы, но часть истории культуры.

Е. Сизикова

Пишут, что...



...смещение даже одного атома в карбоновой нанотрубке, превращающее два шестиугольника в пятиугольник и семиугольник, резко снижает ее прочность («ACS Nano», 2016, doi: 10.1021/acsnano.6b03231)...

...на контрольном участке размером 20x20 метров в семи километрах от комбината «Североникель» живых елей осталось всего две, без три, а проективное покрытие с 2002 года сократилось в семь раз вследствие накопления в почве тяжелых металлов и несмотря на сокращение атмосферных выбросов («Журнал общей биологии», 2016, 2, 77, 145—163)...

...нашествию монгольской орды в Восточную Европу в XIII веке помешали изменения климата, который сделался более сырым и холодным («Scientific Reports», 2016, 6, 25606, doi: 10.1038/srep25606)...

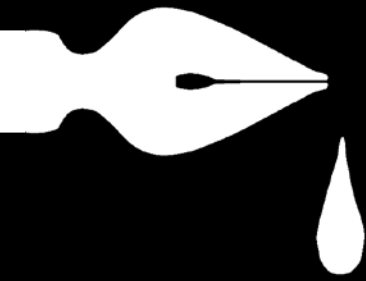
...студенты университета штата Иллинойс в Чикаго создали программу виртуальной реальности, которая позволит будущему медику или социальному работнику видеть и слышать мир глазами и ушами старого человека, чтобы они лучше понимали состояние пациентов (<https://news.uic.edu/east-meets-west-we-are-alfred>)...

...у людей с гипертонической болезнью уровень NO в плазме крови повышается после 12 недель регулярных занятий физкультурой, но этого не происходит в контрольной группе здоровых людей («Успехи физиологических наук», 2016, 47, 2, 7—26)...

...на клетках пациентов с синдромом Дауна удобно исследовать механизмы трансформации нормальных клеток в злокачественные, а сама болезнь — прекрасная модель для изучения наследственной предрасположенности к раковым заболеваниям («Успехи современной биологии», 2016, 136, 2, 126—137)...

...базовое нарушение при шизофрении — неспособность больных выделить главное в потоке входящей и извлекаемой из памяти информации, то есть нарушение фильтрации информации по принципу значимости, а все многообразные симптомы — лишь производные этого нарушения («Успехи физиологических наук», 2016, 47, 1, 34—47)...

...у лиц с тяжелым ожирением чаще наблюдаются умеренные когнитивные нарушения, например, они были обнаружены более чем у половины выборки из 171 человека и исчезали после лечения ожирения с помощью бариатрических операций («Obesity (Silver Spring)», 2016, doi: 10.1002/oby.21514)...



...на мраморных колоннах и облицовочных плитах крипты базилики Рождества в Вифлееме обнаружено девять восточнославянских надписей XI—XVII вв.; они свидетельствуют о паломничестве в Святую землю в древнерусский период и позднесредневековую эпоху («Российская археология», 2016, 1, 25—36)...

...если предположить, что «Полуночная поэма» Сапфо была написана на острове Лесбос около 570 года до н. э., то можно установить и время года — между 25 января и 31 марта, так как именно тогда Луна и Плеяды заходили раньше полуночи («Journal of Astronomical History and Heritage», 2016, 19, 1, 18—24)...

...один из любимых модельных объектов биологов, кишечную палочку, предлагают заменить самой быстрорастущей бактерией в мире — *Vibrio natriegens* («Science», 2016, doi: 10.1126/science.aag0626, <http://biorxiv.org/content/biorxiv/early/2016/06/12/058487.full.pdf>)...

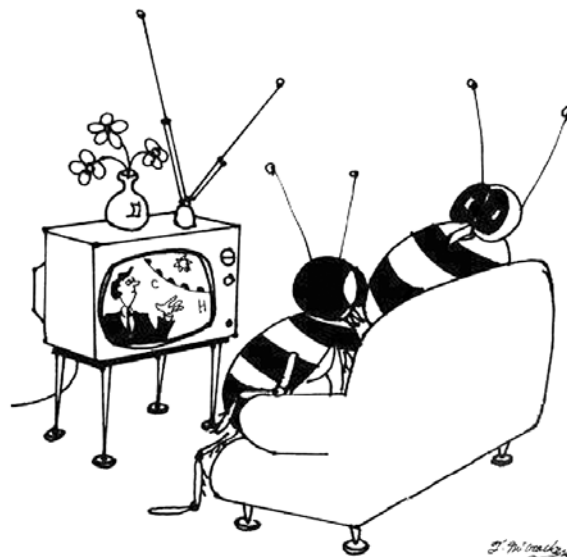
...в эволюции морских лучеперых рыб биолюминесценция возникла минимум 27 раз, из них 17 раз благодаря симбиозу со светящимися бактериями (PLoS ONE, 2016, 11(6): e0155154. doi:10.1371/journal.pone.0155154)...

...почернение крыльев березовой пяденицы *Biston betularia* во время английской промышленной революции, сделавшее бабочку незаметной для птиц на фоне угольной пыли, было вызвано мобильным генетическим элементом («Nature», 2016, 534, 7605, 102—105, doi: 10.1038/nature17951)...

...исследование деформации отдельных щетинок с лап геккона токи ставит под сомнение гипотезу их динамической самоочистки, согласно которой эти щетинки рассматриваются как абсолютно упругие консольные балки, что важно для создания их искусственных аналогов («Доклады Академии наук», 2016, 467, 4, 492—495)...

...в ползающих лесополосах на территории степных экосистем грачи и мелкие соколы живут смешанной колонией; при этом биологический центр колонии сокола располагается на географической и биологической периферии колонии грача, а ее биологический край — в центре грачевника («Зоологический журнал», 2016, 95, 4, 440—446)...

...чтобы атаковать хищника, например крокодила, электрический угорь *Electrophorus electricus* может выпрыгнуть из воды; это подтверждает историю, записанную фон Гумбольдтом, о том, как угри из мелкого пруда нападали на лошадей («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2016, doi: 10.1073/pnas.1604009113)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

День опылителя

В Лондоне развернулась охота на городских пчел (агентство «AlphaGalileo», 20 июня 2016 года). Двадцать первого июня 2016 года энтомологи лондонского Университета королевы Марии выпустили в британской столице полтысячи помеченных пчел. Метки — личные номера — на них нанесли атмосферостойкой краской, и каждое подопытное насекомое обрело индивидуальность, доступную наблюдению невооруженным глазом. А наблюдать за ними будут все желающие — это типичный проект гражданской науки, которая предоставляет возможность любому человеку участвовать в настоящем исследовании. По мнению авторов идеи, придание индивидуальности — важная часть проекта, так людям проще устанавливать контакт с насекомым и интереснее следить за его поведением. В следующие несколько недель ученые будут еще не раз выпускать меченых пчел.

Задача лондонских любителей науки состоит в том, чтобы внимательно следить за цветами на своем балконе, приусадебном огороде и просто на улицах. Увидев помеченное насекомое, участник должен его сфотографировать и сообщить в университет об обстоятельствах фотосъемки. Авторы лучших фотографий получают призы — по стофунтовому сертификату на покупку товаров в книжном интернет-магазине Amazon.com. Номинаций три: за лучшее фото помеченной пчелы на цветке, за самое большое число таких фотографий и за фото самого привлекательного для пчел лондонского участка зеленых насаждений.

Можно провести и собственное исследование, например, проследить, будет ли одна и та же пчела снова и снова прилетать за нектаром в одно и то же место, и если будет, то как часто. Это поможет улучшить наши представления о способностях пчел ориентироваться в пространстве, об их памяти, а также выяснить их индивидуальные предпочтения.

Подобное мероприятие, направленное на пропаганду любви к насекомым-опылителям, — далеко не первое. И уже есть результаты: лондонцы стали чаще высаживать у своих домов растения-медоносы вроде английской лаванды. Кстати, летом во всех развитых странах отмечают День, а кое-где и Неделю опылителя. Поскольку этот праздник пока еще не кодифицирован ЮНЕСКО как международный, отмечают его кто когда захочет — фактически все лето. Как правило, это мероприятие сопровождают рассказы о пчелах, рекомендации, что сажать в саду для их привлечения, демонстрация приемов обращения с пчелами и ульями. А также, само собой, дегустация меда и других продуктов пчеловодства.

А. Мотыляев

Когда нужна, а когда нет



А.В.МАСЛОВОЙ, электронная почта: *Пятна от иода рекомендуют обрабатывать перекисью, потому что при этом образуется бесцветная иодноватая кислота: $5H_2O_2 + I_2 = 2HIО_3 + 4H_2O$, однако делать это надо сразу, со старым пятном может не получиться.*

М.П.ЕВДОКИМОВОЙ, Краснодар: *Варенье из кислых ягод или фруктов следует варить с перерывами — кипятить недолго, снимать с огня и оставлять на несколько часов, — так как при длительном кипячении в кислой среде слишком большое количество сахара превращается в глюкозу и фруктозу, а переизбыток глюкозы ведет к ее кристаллизации, то есть засахариванию варенья.*

С.Н.ТЕТЕРИНУ, Санкт-Петербург: *Посуду из алюминиевого сплава нельзя мыть в посудомоечной машине, потому что моющие средства для нее содержат щелочь.*

А.Л.КОЛЕСНИЧЕНКО, Москва: *Для окрашивания напитка «Тархун» ранее применяли краситель малахитовый зеленый, теперь он считается небезопасным, поэтому его заменили желтый тартразин Е-102 и синий триарилметановый краситель Е133.*

В.В.ЯНОЧКИНУ, Рязань: *Элатский, или эйлатский камень — смесь нескольких минералов, содержащих медь, в том числе малахита, бирюзы, хризоколлы.*

С.Я.СЕМЕНОВУ, Калуга: *Ладан — это камедесмола деревьев рода *Boswellia*, а по поводу «мужского ладана», упоминаемого Овидием, есть два мнения — это или ладан с мужского дерева (босвеллия относится к двудомным растениям), или более темных красноватых тонов, в отличие от белого или прозрачного «женского» ладана.*

Т.Н.ДЕНИСЕНКО, Красногорск: *Тем, кто подписывается на «Химию и жизнь» в редакции, журнал доставляют в почтовый ящик, но подписные агентства рассылают журнал заказными письмами, которые нужно получить на почте.*

ПИСАТЕЛЯМ-ФАНТАСТАМ: *Не волнуйтесь, пожалуйста, конкурс фантастики состоится при любой погоде, как всегда, осенью на сайте СамИздат (<http://samlib.ru/>).*

Прежде чем гнаться за чем-нибудь, полезно понять, что это такое и зачем оно нам нужно. В науке и инжиниринге существенная часть понимания приходит в процессе — что и делает его столь увлекательным. Занятия «пониманием» без практических исследований или конструирования напоминают известный философский диалог о «принципиальных глазах у принципиального крота» (что это за диалог, спросите Интернет).

Прежде всего отделим от точности — ибо часто их путают — понятия чувствительности и разрешающей способности. Чувствительность — это способность заметить слабый сигнал. При этом о точности и речи нет, вы только можете сказать, есть сигнал или нет. Разрешающая способность — это способность заметить слабое изменение сигнала, временное или пространственное. Стала ли светить тусклее лампочка в комнате, когда включился электрочайник на кухне, однородна ли окраска ткани и ламината. Ни яркость, ни цвет человек без приборов измерить почти не может, однако неоднородность во времени или пространстве чует хорошо. Когда-то это помогало нам охотиться на динозавров, помните?

В науке, технике, быту могут быть важны все три параметра, хотя мы не всегда это знаем. Например, для работы GPS-навигатора нужна фантастическая точность измерения времени — порядка наносекунд. Довольно высокая точность измерения веса и диаметра монет реализована в торговых автоматах, точность обработки линз очков достигает одного микрона, высокая точность настройки на станцию необходима в телевизионной аппаратуре и в радиоаппаратуре, рассчитанной на прием сигнала на определенных частотах (например, сотовая и СиБи-связь). Но это для работы прибора. А в процессе изготовления любой мало-мальски сложной аппаратуры, в частности всей электроники, требуется совершенно другая, намного более высокая точность. Однако пользователям она не видна.

Для работы «зарядок» ноутов и всего прочего важна не столько точность, сколько временная разрешающая способность — они понимают, что пора прекращать заряд по небольшому, но характерному изменению напряжения и температуры. В полиграфии и текстильной промышленности, очевидно, важна пространственная однородность — глаз не должен замечать отклонений цвета и яркости.

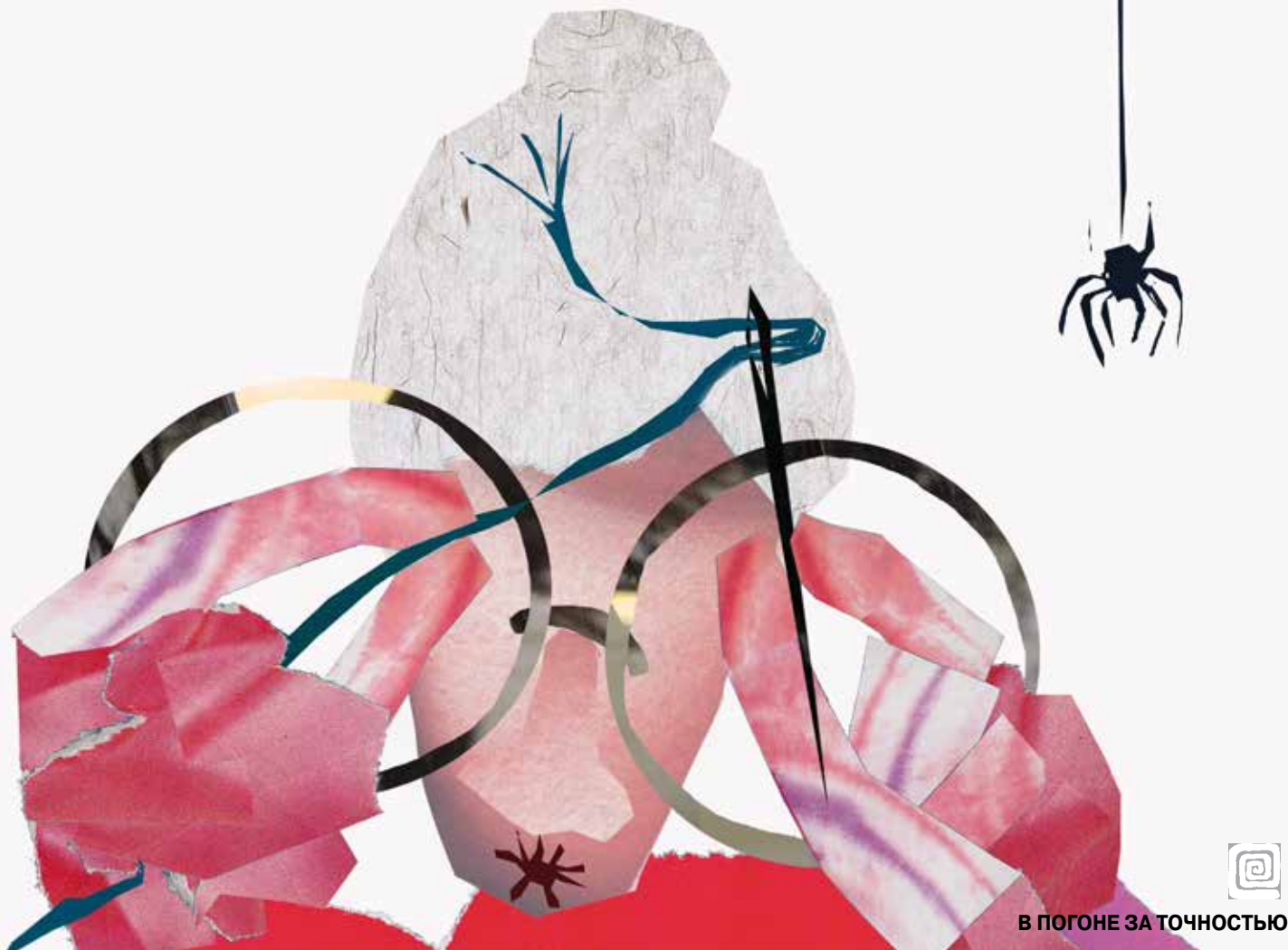
Чувствительность и разрешающая способность могут быть избыточными. Например, слишком большая чувствительность некоторых видов пожарной сигнализации и охранных систем может привести к тому, что они стали бы сигнализировать непрерывно, а слишком большая разрешающая способность систем автоматического регулирования (кондиционеры, нагреватели, регуляторы яркости экрана) — к тому, что они будут непрерывно «дергаться»: то включаться, то выключаться.

Точность не бывает лишней, но она бывает бессмысленной и кажущейся. Бессмысленная стоит лишних денег изготовителю, кажущаяся — лишних денег потребителю, если он купится на большое количество знаков после запятой или просто на слово «точность». Разумеется, бывает и комбинированная ситуация, в которой потери потребителя неизбежны, а потери изготовителя зависят от соотношения расходов и доходов.

Приведем несколько примеров избыточной точности. Например, на сайте, рекламирующем очки, указано, что износостойкость покрытия составляет 98% от износостойкости стекла. Если даже изготовитель измеряет износ с точностью 0,5%, то износостойкость можно измерять разными методами (контактирующий материал, скорость его движения) и в различных условиях (влажность), кроме того — и стекла, и покрытия бывают разные.

Вот другой пример — меню санатория «Ессентуки», в котором химический состав и калорийность блюд указаны с совершенно безумной точностью. Например, «Борщ сибирский» (0,5 л): белки 16,06 (непонятно, граммов или процентов, но точность 0,06%), жиры 14,1, углеводы 32,7, энергетическая ценность 325,2 ккал (точность 0,03%!). Котлеты куриные (100 г): 296,8 ккал (точность 0,034%). Значит, если котлета вместо 100 г будет весить 99 г, то в ней будет уже не 296,8 ккал, а только 293,8 ккал. Потеря 1% калорий — в 30 раз больше по сравнению с заявленной точностью.

В санатории висела белая мраморная доска, на которой золотыми буквами, на века, было написано содержание различных веществ в местной минеральной воде: ионы натрия, калия, кальция и др., анионы хлора, сульфата и др. Точность



В ПОГОНЕ ЗА ТОЧНОСТЬЮ

указана иногда с шестью значащими цифрами — ампулы с фиксаналами не имеют такой точности! Видимо, считается, что вода абсолютно не меняет свой состав десятилетиями. Неграмотны были и лаборантка, проводившая анализ и рассчитывавшая содержание по формуле в методичке (одна лишняя капля при титровании перечеркивает несколько последних знаков), и те, кто велел выбить все это на скрижалях.

В подмосковном санатории «Дорохово» тоже есть источник минеральной воды, которую пьют отдыхающие и лечащиеся. В помещении (бювете), где разливают эту воду, висит мраморная доска, на которой десятки лет назад и навеки вырезан состав воды в граммах на литр: натрий + калий 0,0892, магний 0,180, кальций 0,489, железо 0,0001, хлор 0,0369, гидрокарбонат 0,1952, сульфат 1,8670. Большинство из тех, кто обращает внимание на эту доску, благоговейно внимают ученым, осознают целебность воды. И лишь немногие смеются, чуть ли не пальцами показывая на точность 0,002%... Но хватит о страшном и бессмысленном. Скажем, на этикетках бутылок с минеральной водой содержание солей уже пишут грамотно, например, 12000–1600 мг/л.

А вообще-то проблема точности и собственно измерений начинается с системы единиц и эталонов величин — метра, килограмма и т. д. Об эталонах мы поговорим в следующий раз, а сейчас — совсем немного о системе единиц. Выбор системы

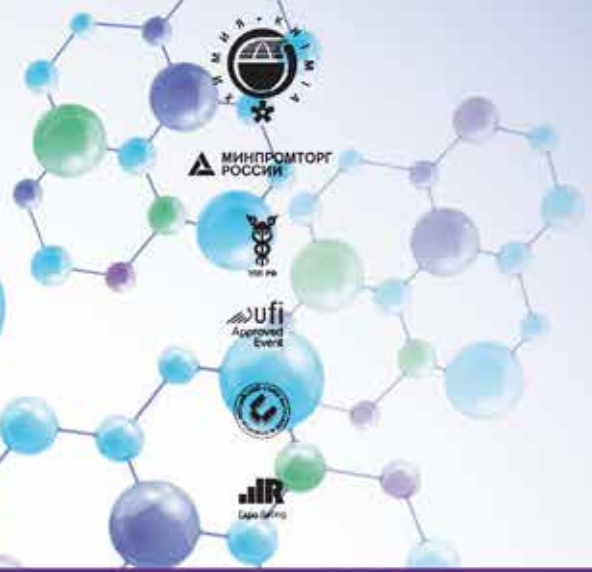
(Относительную погрешность измерения вычисляют как абсолютную ошибку измерения, деленную на измеряемую величину. Если некая величина измерена с точностью, скажем, до первого знака после запятой, значит, предполагается, что абсолютная ошибка измерения составляла несколько сотых долей, в худшем случае одну десятую. Отсюда можно прикинуть, какова точность соответствующего измерительного прибора, то есть каков класс его точности. Точность в тысячные доли от значения измеряемой величины требует использования хорошего прибора. — Примеч. ред.)

зависит от легкости построения эталона, отвечающего условиям стабильности, идентичности эталонов одного уровня и удобства передачи значений подчиненным эталонам и средствам измерений. Выбор основных единиц и эталонов для них изменяется со временем — по мере того, как новые методы измерений и эталоны, совершенствуясь, становятся лучше старых. На нижних этапах метрологической пирамиды, на уровне конкретного производства или конкретного исследования это неощутимо. Изменение эталонов и определений делается так, чтобы не требовать переделки всех реально эксплуатирующихся приборов, но чтобы в то же время обеспечить возможность дальнейшего увеличения точности (в том числе и стабильности) и легкости переносимости эталона — из комнаты в комнату, из города в город и т. д.

Сейчас стандартная система СИ — метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль, кандела. Метр определяется через секунду и скорость света как расстояние, проходимое светом в вакууме за определенное время. Килограмм — искусственный эталон (кусочек вещества, но сравнение делается взвешиванием, поэтому говорят — гиря). Секунда определяется через частоту излучения определенного перехода в атоме; ампер — через силу взаимодействия при определенной геометрии токов, то есть от метра и килограмма; кельвин — от тройной точки воды; моль — количество вещества, в котором содержится определенное число частиц (молекул, атомов, ионов), равное постоянной Авогадро; кандела — искусственный эталон.

В метрологии постоянно идет обсуждение и совершенствование системы единиц и эталонов. Например, предполагается, что в 2018 году введут новое определение ампера (он будет определяться через заряд и секунду), определение моля (через число Авогадро), а также кандеры и килограмма.

Л.Намер



ХИМИЯ

ХИМИЧЕСКАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
И НАУКА
2016

19-22.09

 **ЭКСПОЦЕНТР**

**19-я международная
выставка химической
промышленности и науки**



Организатор: ЗАО «Экспоцентр»
При поддержке:
• Министерства промышленности
и торговли РФ
• Российского химического общества
им. Д.И. Менделеева
• Российского Союза химиков
• ОАО «НИИТЭХИМ»
• Химического факультета МГУ
им. М.В. Ломоносова
• РХТУ им. Д.И. Менделеева

Под патронатом
Торгово-промышленной палаты РФ



Зеленая химия
Индустрия пластмасс
Химмаш. Насосы
Хим-Лаб-Аналит
**Салон защиты
от коррозии «КОРРУС»**

www.chemistry-expo.ru

Реклама



12+

