



Ж

12

2010

ЖИЗНЬ И ВИШНЯ







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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

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

Редакторы и обозреватели

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

Технические рисунки

Р.Г.Бикмухаметова

Подписано в печать 1.12.2010

Адрес редакции:
05005 Москва, Лефортовский пер. 8

Телефон для справок:
8 (499) 267-54-18
e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в Интернете по адресам:
<http://www.hij.ru>;
<http://www.informnauka.ru>

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

© АНО Центр «НаукаПресс»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина Иосифа де Мея «Зимняя
заунывная мелодия». Какие только
мысли ни приходят в голову зимой, да
еще под вечер, да еще глядя на звезды.
Об этом читайте в статье «Новые
миры, новые горизонты».

*Беда иной литературы
заключается в том,
что мыслящие люди не пишут,
а пишущие не мыслят.*

П.А.Вяземский

Содержание

Интервью СЕРГЕЙ ЛУКЬЯНОВ: «МЕГАГРАНТЫ — ХОРОШО, НО НУЖНЫ И СРЕДНИЕ, И МЕЛКИЕ»	2
Проблемы и методы науки НОВЫЕ МИРЫ, НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ. А.А.Гурьянов	6
Расследование РОБОТЫ СРЕДИ НАС. Е.Г.Сутоцкая	14
Архив «ШАГАЮТ БЫКИ ДЕРЕВЯННЫЕ...» Ло Гуаньчжун	17
Технологии и природа НЕСОСТОЯВШИЕСЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ. М.Г.Савин	18
Вещи и вещества КИСЛОТА И КРАСОТА. Р.Акасов	22
Вести из лабораторий ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЙ БИБЛЕЙСКИЙ ЛАДАН. С.В.Стовбун, А.И.Михайлов	26
Вещи и вещества КАРБИНОВЫЕ МАКРАМЕ. М.Ю.Корнилов	28
Проблемы и методы науки ЧТО ТАКОЕ ЖИЗНЬ: ВОЗВРАЩАЯСЯ К ШРЕДИНГЕРУ. Л.Хатуль	30
Земля и ее обитатели ПИНГВИНЫ ШУМНОЙ ТОЛПОЙ. Помпоний Квадрат	36
История современности Я — ПЕРЕВОДЧИК? И.А.Леенсон	39
Книги МОЗГ И ДУША. Крис Фирт.	44
Наша книжная полка РЫСЦОЙ ПО МОСКВЕ. Е.Лясота.	51
Что мы едим ГОРЧИЦА. Н.Ручкина	54
Фантастика АГА! Анна Семироль	56
Материалы нашего мира СКОЛЬКО НА ЕЛОЧКЕ ШАРИКОВ ЦВЕТНЫХ... М.Демина	64

КНИГИ	11, 25	УКАЗАТЕЛЬ ЗА 2010 ГОД	60
В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	12	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ	29	ПИШУТ, ЧТО...	62
ИНФОРМАЦИЯ	51, 52, 53	ПЕРЕПИСКА	64

Сергей Лукьянов: «Мегагранты — хорошо, но нужны и средние, и мелкие»



Главная сенсация российской науки конца 2010 года — так называемые мегагранты. Эта программа Минобрнауки стартовала в июне, а 29 октября — срок рекордный — появились результаты. Правда, гранты пока получили не 80 заявителей, как планировалось, а только 40. Чтобы претендовать на грант, российский или зарубежный ученый должен был договориться о сотрудничестве с российским вузом и совместно с ним подать заявку. Победители конкурса получили небывалые по нашим меркам суммы — до 150 миллионов рублей на три года начиная с 2010-го.

Один из получателей мегагранта — Сергей Анатольевич Лукьянов, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией молекулярных технологий московского Института биоорганической химии им. М.М.Шемякина и Ю.А.Овчинникова, а также заместитель директора по науке ЗАО «Евроген» (см. «Химия и жизнь», 2005, № 8, 2008, № 12). Вторая сторона, то есть вуз, в котором будет выполняться совместный проект, — Нижегородская государственная медицинская академия. Теперь московский ученый станет проводить в Нижнем Новгороде не менее четырех месяцев в году: таковы условия гранта.

Не каждый день случается разговаривать с человеком, который выиграл 150 миллионов рублей. Пока мы шли по огромному Институту биоорганической химии, моего собеседника несколько раз останавливали знакомые, чтобы поздравить и спросить, как ему это удалось, очень ли было трудно и что будет дальше. Ответы на эти вопросы наверняка заинтересуют и читателей «Химии и жизни»

Сергей Анатольевич, расскажите, пожалуйста, о ваших нижегородских партнерах по проекту.

Познакомились мы на конференции, и сразу возникла идея совместной работы. В Нижегородской медицинской академии есть несколько лабораторий, объединенных в Центральную научную лабораторию. Одна из них исследует поведение опухолевых клеток, причем они наблюдают развитие опухолей в целом организме модельных животных, а не в культуре тканей, как это принято в большинстве лабораторий. Клетки в живой мыши ведут себя совсем не так, как в культуре, поэтому сейчас все больше исследователей стремятся перенести свои эксперименты на уровень *in vivo*. Нижегородцы разрабатывали свои подходы, а мы им предложили флуоресцентные маркеры — открытые нами светящиеся белки различных цветов. Если

пометить этими белками опухолевые клетки, опухоль удобно будет наблюдать в живой мышке. Эта возможность показалась нижегородцам привлекательной, а для нас важным было проверить наши разработки в моделях *in vivo*, на живых животных.

У них была задача, а у вас инструмент?

Давайте говорить начистоту: сотрудничать мы могли бы и не получая гранта. Но если объявляется программа с большими деньгами, то, выиграв эти деньги, можно не просто посотрудничать, а создать что-то новое, как в смысле научного знания, так и в плане инфраструктуры. Ни в одной нижегородской лаборатории еще не начали активно использовать современные генно-инженерные подходы. Интерес нижегородцев состоит в том, чтобы использовать мой опыт для построения в Нижнем Новгороде самостоятельной лаборато-

рии, которая работала бы на мировом уровне. Поскольку у нас в Москве уже имеется такая лаборатория, есть шанс, что это получится и на новом месте. Хотя, по-моему, очевидно, что прямая отдача от мегагрантов будет относительно невысокой, если оценивать количество решенных научных и научно-практических задач на рубль вложений. С этой точки зрения было бы эффективней отдать грант в те же институты, где работают ведущие ученые. Тогда нам не пришлось бы тратить деньги и время на обустройство «с нуля», обучение сотрудников.

Наверное, идея была в том, чтобы наука развивалась в регионах?

Видимо, да. Во-первых, стимулировать развитие науки на местах, создать более широкую научную среду, чем сейчас, когда она сконцентрирована в Москве, Санкт-Петербурге и еще двух-трех городах. Но для этого грантов должно быть существенно больше. Во-вторых, была мысль привлечь ученых из-за рубежа, с тем чтобы перенести их идеи и опыт в российские вузы. А вот зачем русских заставили ездить в другие города? Возможно, это был метод отсекающей большей части претендентов. В конкурсе участвовало около 500 ученых, и меньше половины было из России. А так бы из России были тысячи, и многие могли бы выиграть. Не исключено, что организаторы хотели, чтобы гранты достались молодым и активным, которые готовы к переездам, но могли бы не выдержать конкуренции с пожилыми и заслуженными. Можно предположить, почему гранты давали именно вузам: сейчас складывается впечатление, что существует цель сделать из вузовской науки некую альтернативу РАН, создать конкурентную среду. К тому же не секрет, что отношения Академии с прави-

тельством, к сожалению, остаются напряженными. Еще можно вспомнить, что последние 10—15 лет Академии доставалось несколько больше финансирования, и этот перекокс теперь пытаются исправить. Но это, повторяю, лишь предположения.

Подать на грант вместе с каким-нибудь московским вузом вы не могли по условиям конкурса?

Мы обсуждали участие в подобном конкурсе с Российской медицинской государственной академией. Но когда стали известны условия, оказалось, что я не только не должен жить в том регионе, где находится вуз, — в последние семь лет у меня не должно быть трудовой книжки в этом регионе. Условие не совсем понятное: как будто от участников проекта хотели, чтобы они были между собой незнакомы. Впервые встречались — и тут же построили лабораторию мирового класса. Это достаточно наивное представление, потому что лаборатория — не только помещение с оборудованием и деньги, но прежде всего коллектив единомышленников.

А как обстоит дело с наукой в Нижнем Новгороде? Она сильно отличается от московской или отличия невелики по сравнению, скажем, с Беркли?

Если сравнивать с Беркли, отличия незначительны. Там есть неплохие по российским понятиям лаборатории и научные группы, они активно работают, с ними интересно взаимодействовать. В Москве таких групп, наверное, больше, шире разнообразие направлений, это естественно для столицы. Но в одном районе Пало-Альто в Калифорнии (неофициальная столица и исторический центр Силиконовой долины. — *Примеч. ред.*) больше ученых, чем во всей академической Москве. И в Москве, и в Новгороде пока масштаб один — микроскопический.

И что вы сможете сделать на эти деньги?

Все как обычно: покупать оборудование, платить зарплату, ездить в командировки, но прежде всего — отремонтировать помещение. Под зданием академии находится подвал, в нем мастерские, склады, фирмы-арендаторы. Часть этого подвала выделили нам под лабораторию. В одной из комнат уже проведен ремонт, и там сотрудники научной группы под руководством Елены Загайновой изучают рост опухолей, меченных флуоресцентными белками, в живых мышках, воздействие на опухоли различных терапевтических методов. Коллектив этой группы вольется в новую лабораторию, составит ее основу, что позволит нам быстрее начать работу в рамках проекта; сложившийся коллектив — это огромная ценность! А еще 160

квадратных метров нужно отремонтировать буквально с нуля, там кривой пол, потолок, голые стены, трубы, где-то сочится вода, нет вентиляции, с электропроводкой надо разбираться. Кроме того, нам отвели несколько комнат во флигеле во дворе института под создание вивария — это еще метров сто, их тоже надо привести в порядок, сделать вентиляцию, добиться стерильных условий, исключая риск инфекций среди животных.

Как будет комплектоваться лаборатория?

Как я уже говорил, там есть научная группа, которая работала по схожей тематике. Кроме того, мы пригласим ученых из других подразделений, других институтов (в первую очередь из Нижегородского института прикладной физики, где разрабатываются современные системы для прижизненного наблюдения, — флуоресцентный томограф и другие уникальные приборы), из Нижегородского университета. Из Москвы будут приезжать наши сотрудники, а нижегородские молодые ребята — ездить к нам на стажировку. Я же не могу научить их лабораторной работе во время своих командировок, практические навыки и знания в некоторых случаях проще передавать здесь. На самом деле в Нижнем Новгороде идет активнейшая научная жизнь. Может быть, они от Москвы отстают, но последние несколько лет в региональную науку были направлены существенные деньги. Меня приятно поразило, что студенты и аспиранты Нижегородской медицинской академии успели побывать в Америке, Японии, Германии. А полученный грант, надеюсь, позволит создать научную среду, привлекательную для молодежи. Вузы Нижнего Новгорода выиграли четыре таких гранта. Если в городе появятся четыре современных, хорошо оснащенных лабораторий, можно будет рассчитывать, что многие из этих ребят не уедут за границу.

Расскажите поподробнее, какие задачи будет решать лаборатория?

Она называется «лаборатория флуоресцентного биоимаджинга» (от англ. *imaging* — «создание изображений»). Задача будет много, в первую очередь технологических. Нужно создавать белки, которые флуоресцируют в дальней красной области спектра, поскольку именно этот свет способен проникать сквозь живые ткани. Затем — получать опухолевые клеточные линии, которые экспрессируют такие белки и могут приживаться в мыши. А дальше мы будем пытаться лечить мышей и наблюдать, не убивая их, в режиме реального времени, как различные препараты влияют на рост и жизнь опухолевых клеток, на их



способность к метастазированию. Есть и другие задачи. Но главная цель — понять, по каким законам идет развитие опухолей в живых организмах, и на основе этого знания найти путь к лечению.

Кто и как будет оценивать вашу работу?

Мы пытались узнать ответ на этот вопрос, но оказалось, что пока «регламент формальной оценки не установлен». Кто и когда его установит, не знаю. Могу высказать только свое понимание ситуации. По-видимому, у нас будут две системы оценок. Во-первых, мы должны опубликовать не менее двух статей, написать два патента, подготовить повышение квалификации стольким-то сотрудникам вуза — это называется «индикативные показатели». Организаторы почему-то считают их важными, хотя они достигаются очень просто. Но я думаю, что, как и при выдаче гранта, будет научная экспертиза. Четверо ученых, двое зарубежных, двое российских, изучали проект и выставляли оценки проекту, ведущему ученому и вузу. Это более серьезно, и если мы не сделаем за эти два года хороших работ, то нам, скорее всего, грант не продлят. Конечно, за это время нельзя создать лабораторию, дай Бог чему-то научиться и поставить первые интересные эксперименты. Вероятно, если что-то и будет сделано, то на базе идей, которые развивались в других лабораториях, московских и нижегородских. Чтобы лаборатория стала генератором собственных идей, нужно лет пять — коллектив сложится, в нем выделятся творческие лидеры, и только тогда лаборатория превратится в центр, который будет существовать, может быть, еще двадцать лет, развивать науку в себе и вокруг себя. Поэтому, насколько я понимаю, программа подразумевает возможность продления. Я надеюсь, что все работы опять будут отправлены экспертам, а не только чиновникам, которые проверят, сколько штук патентных заявок, статей и аспирантов подготовлено — тут все будет в порядке у всех участников. А вот если работы станут оценивать по гамбургскому счету, это будет интереснее.

А почему такая неопределенность? Даже неизвестно, будет ли гамбургский счет?

К этому надо относиться с пониманием: новая грантовая система создается быстро, часть организационных моментов прорабатывается «на живую нитку». Пока это все находится в стадии становления, и как раз поражают сверхсжатые сроки. Только возникла идея провести конкурс, как в том же году его проводят и выдают деньги — такого не бывало нигде в мире.

В самом деле, сроки были очень сжаты. Это нормально?

Скажем так: причина этого, конечно, ненормальна. Я думаю, она состоит в том, что у нас бюджетирование зажато рамками года: выделенные на конкурс деньги должны быть распределены в том же году. Более того, первую порцию денег мы обязаны потратить и поставить на баланс вуза купленное оборудование уже в 2010 году. Не понимаю до сих пор, что не позволяло начать финансирование с 2011 года, почему мы должны в состоянии нервного стресса осваивать деньги не самым эффективным образом. Чтобы приобрести прибор, мы проводим тендер, торги длятся 20 дней. Если деньги пришли, например, 20 ноября, а 20 декабря приборы уже должны стоять на балансе — как это возможно? И как я могу расписать зарплату моим сотрудникам, с которыми почти не знаком? Потом, конец года — горячая пора для ученых, все сдают отчеты, закрывают проекты по основному месту работы, а приходится заниматься еще и этим. Гораздо лучше было бы начинать финансирование с января нового года. Грант позволял это делать, и самые умные люди написали себе нулевой бюджет на 2010 год. Но большинство участников надеялось выиграть деньги, скажем, в сентябре, и они писали себе крупные суммы на первый год, чтобы обустроиться и закупить оборудование. А согласно нашему законодательству, перенести финансирование на следующий год невозможно, и неистраченные деньги просто забирает государство. Из-за этого часть западных ученых едва не отказалась от грантов. Когда они узнали, что за один месяц надо купить оборудование, привезти его из-за границы и поставить на баланс института, они пришли в ужас. К счастью, теперь, после письма двадцати ведущих ученых А.А.Фурсенко и двух недель тяжелейших переговоров, нам разрешили переписать бюджет. Могут сказать: сам виноват, написал бы ноль на первый год. Но летняя жара не позволила быть столь прозорливым. Сорок градусов, дым...

Сложно было подготовить заявку с такой скоростью и при такой погоде?

Непросто. Вы не представляете, сколько бумаг нужно было оформить, выве-

рить, подписать, да еще в июне, когда все в отпусках... Конечно, нужно давать больше времени на подготовку заявок. Там был марафон, тест на выносливость и на слаженность взаимодействий. Многие люди не смогли участвовать.

То есть имел место еще и отбор на бюрократическую оперативность?

Несомненно. И это нормально: кто не может справиться с бюрократией, тот, наверное, не справится и с другими задачами. Но когда я познакомился с Нижним Новгородом, то увидел, что там имеется команда с хорошим взаимопониманием и люди могут это выдержать. Нам и в дальнейшем предстоит серьезно отчитываться в проделанной работе, и одному человеку это осилить невозможно.

Однако на качество отбора претендентов спешка не повлияла?

Все признаю, что из этих сорока ученых серьезных претензиев ни к кому нет. Отбор действительно в основном шел по результативности ученых и по тому, насколько интересны их проекты. К сожалению, на последнем этапе все же ввели процедуру, позволяющую проявиться субъективным факторам, не учитывать показатели экспертизы. Мне кажется, именно поэтому некоторые сильные ученые с прекрасными проектами не вошли в число победителей. Но, что важно, на этот раз не было такого, чтобы финансирование получили какие-то непонятные, никому не известные люди и темы. Учитывались признанные во всем мире показатели эффективности работы ученого, уровень его публикаций, оценка его достижений научным сообществом. Также важно, что конкурс не подпадал под действие пресловутого Федерального закона № 94, то есть в нем невозможно было демпинговать, предлагать выполнить что-то за меньшие деньги. Данный подход вообще не применим к научным проектам, он наносит колоссальный ущерб Федеральным целевым программам, поскольку конкурс по цене без учета качества научного коллектива просто абсурден. И это внимание к качеству ученого или группы надо применить и к другим программам, включая обычные по размеру или даже совсем небольшие гранты. Пока что есть единственная программа, у Георгиева (программа президиума РАН «Молекулярная и клеточная биология», координатором которой является академик Г.П.Георгиев. — *Примеч. ред.*), построенная на похожих принципах. К сожалению, ее финансирование было сокращено в 2010 году и, видимо, останется усеченным в 2011-м. А это уникальная программа: она не занимается распределением денег по группам под-

держки, а опирается на объективные показатели эффективности работы. Еще РФФИ — очень хорошая конкурсная программа, но у нее совсем маленькие гранты, и ее тоже сокращают. За эти программы тревожно. Мегагранты — хорошо, но должны быть еще средние гранты, как у Георгиева, и мелкие, как у РФФИ, и также на конкурсной основе.

А почему так хорошо получилось с отбором на мегагранты?

Во-первых, ввели очень жесткие критерии. Посчитали всем участникам импакт-фактор статей, индекс Хирша (этот показатель основан на количестве публикаций ученого и количестве цитирований этих публикаций — *Примеч. ред.*), индекс цитирования. Эксперты-ученые выставляли баллы с учетом этих параметров, и их баллы усредняли по каждой категории. Оценки ученому, вузу и проекту суммировались, максимальный балл мог составить 150. Видимо, хорошо подобрали экспертов, и лоббировать было трудно, потому что экспертиза была закрытой и проводилась в короткие сроки. Кстати, в этом вторая причина спешки. Если бы конкурс затянулся, пошли бы утечки информации, начались бы звонки от уважаемых людей: почему не учли заслуги такого-то?.. Поэтому совет по грантам в один вечер принял решение, а в тот же вечер на сайте появились результаты. Нигде в мире нет таких скоростей и такой открытости. В Европе или Америке ты годами ждешь результатов, потом денег... Все спокойно, неторопливо, но это тоже плохо: за пару лет ожидания у ученого могут поменяться интересы, направление исследований, состав коллектива.

А где-нибудь еще в мире дают гранты на создание новой лаборатории в новом месте?

Конечно. Последние лет пятнадцать знаменитый фонд Говарда Хьюза давал гранты российским научным группам, лучшим с их точки зрения. Мы выиграли один такой грант. А в Штатах они построили целый научный центр («Janelia Farm». — *Примеч. ред.*), в который по завершении программ поддержки российских лабораторий всех нас пригласили работать на пять лет, возглавить лаборатории или научные группы, взяв с собой пять-шесть человек. Похожий проект есть и в Германии, и туда приглашают ученых на сходных условиях. Но туда нельзя ехать на четыре месяца, только на несколько лет. Мои ребята поторговались, нельзя ли все-таки на пару-тройку месяцев, но условия были строгими, и в итоге никто не поехал. Почему не захотели на постоянную работу — не знаю, но, может быть, и потому, что уровень жизни ученых заметно возрос в последние 5—7 лет. В 90-е годы было очевидно, что наш ученый по-

едет в Америку, если ему предложат там лабораторию, но в конце 2000-х ситуация изменилась. У нас появилось достаточно средств, чтобы вести научную работу, а желание сохранить языковую среду, дружеские отношения иногда превалирует над профессиональными амбициями, особенно у таких пожилых людей, как мы.

На самом деле приглашать иностранного специалиста на длительный срок — более разумный подход. У нас были гранты по миллиону рублей, которые давали иностранным ученым на два месяца работы в России. Я уже тогда пытался объяснять, что это неправильно. Предполагалось, что человек приедет и расскажет, как и над чем надо работать. Но что толку ему рассказывать, если нет оборудования и опытных кадров? Он приезжает, знакомится с сотрудниками, препоручает им выполнение рутинных работ, которые не успевают делать в Америке, и платит за это деньгами российского гранта, а потом лучших исполнителей приглашает к себе. Надо же понимать: вода в сообщающихся сосудах течет туда, где уровень ниже, но если вы приводите в соприкосновение два научных сообщества, то ученые перемещаются не туда, где их меньше, а, наоборот, туда, где их больше, где они более востребованы. С качественными кадрами на Западе туго, сложно найти грамотного специалиста. Русские очень ценятся, они зачастую образованнее и подготовлены лучше азиатских конкурентов (но не исключено, что и это вот-вот останется в прошлом). Так что приехать в российский институт, отобрать несколько умных ребят и увезти их к себе, да еще на деньги государства, — отличная идея. Боюсь, что в этой программе тоже будет происходить нечто подобное. Конечно, может быть, кто-то из приглашенных специалистов останется тут, например, найдет в России свою любовь. Но более вероятным мне представляется переток людей и идей туда, а не оттуда, поскольку там благоприятнее условия для работы, а чтобы создать аналогичную среду здесь, у нас просто нет средств, впрочем, как и у многих других стран.

Наука — дорогое удовольствие, значительно дороже, чем авиапроекты или автотром. В Америке трудятся несколько миллионов ученых с большими зарплатами, с приборами колоссальной стоимости. Дело в том, что наука — крайне неэффективная область. В ней 99 проектов из 100 не приносят пользы, поэтому если у тебя есть десять научных проектов, то ты прогорел! Но если у тебя есть тысяча проектов, ты обязательно получишь отдачу. Вот мы обсуждаем 40 «мегагрантов» по 5 миллионов долларов на три года, а это стандартное финанси-

вание небольших научных проектов с возможностью выхода в практику. У них это называется «small business grant» — финансирование, которое выдают ученому, чтобы он попробовал довести свою идею до прообраза готового продукта. Дают без всяких обязательств с его стороны, это деньги риска. Если ему это удастся, он выиграет полный бизнес-грант — 15—20 миллионов долларов. Если он еще через три года создаст опытный образец, то пойдет в венчурный фонд, попытается убедить инвесторов выделить 100 миллионов и двинется дальше. Но большинство малых бизнес-грантов не кончаются ничем. Их тысячи, и они нужны для того, чтобы поддерживать интеллектуальную среду. Если какой-то проект закрывается, куда идти ученым? Они должны переходить в другой проект. А значит, нужна среда, в которой реализуется множество проектов, тогда у нас появится кадровый ресурс. Однако, пока мы не создадим собственную достаточно емкую научную среду, из России этот ресурс неминуемо будет утекать за рубеж, где можно найти работу в тысячах и тысячах проектов. Но зато если создадим, течение может и развернуться вспять! Китаю уже удалось сделать это. Сегодня для американца получить лабораторию в Китае престижно и интересно. По инвестициям в некоторые важнейшие проекты Китай обгоняет США. Я сам слышал, с какой завистью обсуждали американские коллеги оснащенность китайских лабораторий.

Но пока наша наука сильно отстает, контактировать с западной ей необходимо?

Конечно, вопрос в том, на каких условиях. Если пригласить людей на полную ставку, как делают в США или Германии, желающих будет меньше, но они приедут на годы, будут связывать свою карьеру с деятельностью в России. А мы фактически говорим: приезжайте к нам на пару месяцев, а потом можете уехать обратно и забрать все разработки вместе с наиболее ценными сотрудниками. Я не утверждаю, что будет только так, и все же не исключаю подобной возможности. Наши налогоплательщики не должны финансировать американскую науку, она и так богата.

А что бы вы посоветовали тем, от кого зависит финансирование российской науки?

Посоветовал бы вспомнить об одной важной вещи. С одной стороны, грантовая система способствует отбору наиболее эффективных проектов, ученых, вузов. А с другой стороны, большинство Нобелевских премий получили люди, работа которых не зависела от грантов, у них были постоянные ставки в университетах. Грант дают на исследование с



ИНТЕРВЬЮ

понятной целью, не на что-то принципиально новое. Тот, кто напишет в проекте, что хочет сделать открытие, гранта не получит. А если я хочу получать финансирование, то должен непрерывно писать заявки на гранты и отчеты. Все мое время занято борьбой за деньги, и на то, за что мне их платят, — на то, чтобы думать о научных задачах, у меня все меньше времени. И мне выгоднее направлять усилия туда, где я наверняка достигну результата, который легко опубликовать. Журналы ведь тоже не любят непонятного, все боятся ошибиться. В общем, грантовая система скорее хороша для полуприкладной или уже хорошо разработанной области науки. Поэтому ни в коем случае нельзя терять систему безгрантовую, нормальное базовое финансирование научных лабораторий. Благодаря ей возникают открытия. А в погоне за грантами абсолютно новые идеи начинают отлетать сам ученый: непонятно, получится или нет, как я отчитаюсь, как уложусь в сроки, — не буду думать над этой сумасшедшей идеей, некогда мне!

Нужна и другая грантовая система, примерно такая, как у Георгиева: претендент пишет заявку, но главное при рассмотрении — не заявка, а предыдущая история успеха. Мне нравится идея финансирования людей, которые что-то уже смогли сделать и, скорее всего, в дальнейшем используют деньги с толком. Если у них не получится, значит, не судьба, но, по крайней мере, шанс на удачу был высок. Однако, скорее всего, интересная работа получится, только не та, что описана в исходном проекте. Не нужно требовать от грантополучателя описать «дорожную карту», как сейчас любят, — будем делать так-то, если получится, то мы пойдем туда, а в другом случае сюда... — все равно она изменится в процессе. Собственно, талант ученого в том, чтобы ориентироваться в непрерывно меняющейся вселенной данных. Иногда несколько раз в течение недели обновляется твое понимание изучаемых процессов. Это очень увлекательно, интересно, требует гибкости ума, но это невозможно формализовать и спланировать.

*Вопросы С.А.Лукиянову
задала Е.Клещенко*



ESO/NAOJ/NRA

Новые миры, НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ

А.А.Гурьянов

Каждые десять лет Национальная академия наук США издает план исследований по астрономии и астрофизике. Он содержит рекомендацию по развитию «звездных наук» на ближайшее десятилетие и основан на анализе успехов в предыдущем. Эта традиция была заложена в шестидесятые годы прошлого века после того, как Америка обнаружила, что СССР выигрывает гонку в космосе. Судя по успехам американской космонавтики (корабли США были на Луне, Марсе, облетали Меркурий, Венеру, Юпитер с Сатурном и их спутниками, сажались на астероид, врезались в комету и даже достигли границ Солнечной системы), эти планы действительно способствуют развитию науки. План обсуждают в несколько этапов: сначала несколько сот ведущих экспертов, затем научное сообщество.

Очередной, уже шестой, такой план был подготовлен в конце 2010 года. Он подводит итоги развития астрономии и астрофизики от начала XXI века и указывает приоритетные направления астрономических исследований на 2012—2021 годы. На его основе конгресс примет решение по финансированию исследований по астрономии и астрофизике, а значит, он во многом определит прогресс человечества в изучении ближнего и дальнего космоса. Посмотрим на его отдельные главы.

Космический рассвет

«Науки о звездах» благодаря новым идеям и развитию техники в начале нашего века совершили рывок. Произошла ре-

волюция в понимании природы и происхождения Вселенной. Ее итоги дают сегодня возможность выбрать основные цели исследований. План-отчет фокусируется на трех научных направлениях, где в скором времени ожидаются открытия. Это изучение происхождения и эволюции Вселенной, поиск обитаемых планет вне Солнечной системы и изучение законов фундаментальной физики. Условно эти три направления названы так: «космический рассвет», то есть поиск первых звезд, галактик и черных дыр, «новые миры», или поиск близких к нам обитаемых планет, и «физика Вселенной», или установление базовых принципов.

В последние десятилетия прошлого века люди узнали много нового об истории нашей Вселенной, начиная от Большого взрыва. Согласно этой основной астрофизической концепции, спустя некоторое время после взрыва Вселенная существовала в виде плотного сгустка искривленного пространственно-временного континуума (от лат. continuum — непрерывное), квантовые флуктуации которого и определили впоследствии крупномасштабную структуру сегодняшней Вселенной. Остыв при расширении до трех тысяч градусов, континуум распался и породил первые заряженные частицы вещества — электроны и протоны, которые, еще остыв, соединились в атомы. Эта эпоха — ее называют «рекомбинация плазмы» — привела к тому, что космос стал прозрачным для света. Сегодня мы наблюдаем этот свет в виде холодного реликтового микроволнового фона. Вселенная в те времена была смесью темного вещества и газа, ни галактик, ни звезд, ни планет не существовало. Излучение продолжало охлаждаться, и вскоре наступила «эпоха темноты».

Однако в более плотных областях газовых облаков под влиянием силы тяжести происходило сжатие; оно привело к рождению различных объектов, в том числе первых звезд и черных дыр. Такие звезды, состоящие из водорода и гелия, были очень массивными и горячими. Они осветили Вселенную, и интенсивный ультрафиолет вновь разбил многие атомы ос-

тавшихся облаков на ионы. Это время известно как эпоха реионизации.

Сегодня перед учеными стоит задача: понять, когда и каким образом из холодных сгустков водорода сформировались первые галактики и как они начали излучать свет. Иными словами, когда случился наш «космический рассвет». Некоторые наблюдения и расчеты показывают, что это произошло, когда Вселенной было примерно полмиллиарда лет от роду, то есть чуть более тринадцати миллиардов лет назад.

Ученые считают, что первые звезды были массивными и короткоживущими, они быстро превращались в сверхновые и взрывались. При этом шел нуклеосинтез — образование элементов тяжелее лития и гелия (которые, в свою очередь, образуются при термоядерном горении исходного водорода в ядрах звезд). Тяжелые элементы взрывом разносило по Вселенной, а на месте звезд оставались черные дыры. Они стали центрами притяжения вещества и сформировали вокруг себя галактики. Сейчас астрономы намереваются заглянуть в прошлое — найти на небе такие зародыши галактик, определить их поведение и эволюцию. (О том, как телескоп работает машиной времени, речь пойдет ниже.)

После «космического рассвета» появлялось все больше и больше галактик. Они формировались по мере того, как газ, возникший при взрывах сверхновых, и остатки межзвездных облаков водорода конденсировались в звезды, сливались, образовывали скопления. Свойства этих галактик поразительны. Известно, в частности, что они быстро выращивали в своих ядрах черные дыры с массами, в миллиарды раз большими массы Солнца, и становились исключительно яркими квазарами (эти объекты считаются ядрами компактных галактик). Как именно происходило образование галактик и их ядер, еще предстоит выяснить в деталях. Сейчас уже доказано, что наблюдаемые в телескоп гигантские галактики были образованы при слиянии меньших галактик и аккреции, то есть притока к ним холодного газа из межгалактического пространства. Перемешивались не только газ и звезды, но и соединялись их центральные черные дыры. При этих грандиозных событиях должны были излучаться волны пространственно-временного континуума, то есть гравитационные волны. Сегодня задача обнаружения таких волн стоит особенно остро.

Другой подход к изучению рассвета Вселенной дает космическая палеонтология, то есть поиски тех редких звезд, которые были сформированы на ранних этапах ее эволюции и содержат минимальные концентрации тяжелых элементов. Их можно использовать для реконструкции истории образования молодых галактик. Сегодня мы можем «просеять» на этот



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

предмет только звезды нашей Галактики. Вскоре удастся исследовать и ближайших соседей.

Изучение первых звезд, галактик и квазаров — задача, решение которой позволит астрономам понять, как родилась Вселенная.

Новые миры

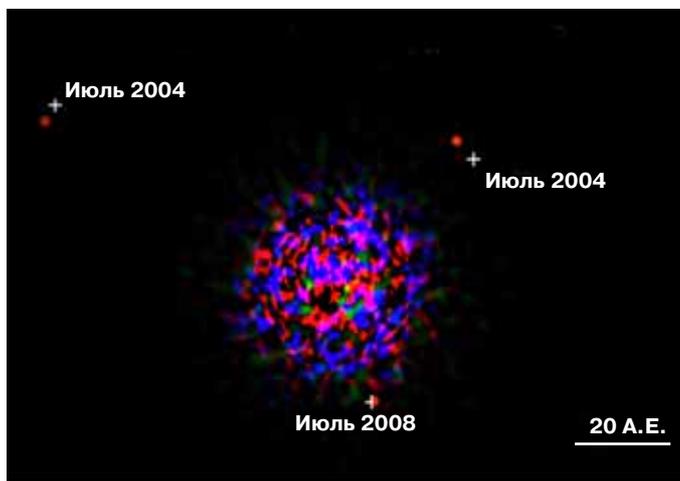
Сейчас астрономия переживает бум открытий планетных систем у различных звезд. Пора переходить к новому этапу — поиску не просто экзопланет, а таких, на которых есть жизнь. Это направление в плане работ — одно из основных, тем более что оно пользуется популярностью у публики. По мнению авторов плана, удача завершит революцию в астрономии, начатую Коперником полтысячелетия назад, когда Земля перестала быть центром Вселенной.

История вопроса такова. Почти два десятилетия назад астрономы нашли доказательства существования планет вокруг нейтронных звезд. Спустя пять лет очередь дошла и до обычных звезд: в 1995 году похожая на Солнце звезда из созвездия Пегаса проявила регулярность вариаций радиальной скорости движения относительно Земли. Они оказались следствием гравитационного притяжения вращающейся вокруг звезды планеты, которая имела массу, примерно равную Юпитеру. Вскоре подобные открытия стали обыденными. Сегодня известно почти полтысячи планет с массами от нескольких масс Земли до нескольких тысяч. Однако планетные системы других звезд оказались совсем не похожими на нашу Солнечную систему (см. «Химию и жизнь», 2010, № 7).

В процессе этих поисков была сильно усовершенствована техника астрономических наблюдений. Метод обнаружения периодических изменений радиальной скорости и сейчас остается самым чувствительным. Им можно определять планеты с минимальной массой. Другой метод — отслеживание слабых изменений в суммарном излучении звездных систем при прохождении планеты и звезды друг перед другом. Его сегодня успешно применяет орбитальный телескоп «Кеплер», запущенный НАСА в начале 2009 года. Можно также находить планетные системы методом микролинзирования, то есть измеряя отклонение световых лучей от далеких звездных источников, проходящих через гравитационные поля вблизи изучаемых звезд.

Сегодня орбитальные и наземные телескопы достигли такого совершенства, что дают и прямое изображение крупных звездных систем, на которых явно видны планеты. Можно также судить о планетных системах, изучая распределение излучения инфракрасного и радиодиапазонов от гигантских газовых дисков, внутри которых формируются планеты.

Астрономы готовы перейти к следующей стадии в поисках жизни в космосе. Они ищут ближайшую годную для жизни планету земного типа, на которой есть вода и кислород. Космические телескопы «Хаббл» и «Спитцер» уже находят спектральные линии диоксида углерода, воды и метана в атмосферах многих планет. Звезда планеты земного типа может быть по-



Изображение трех планет у звезды HR 8799, полученное телескопом Keck с адаптивной оптикой

хожей на Солнце. Но лучше, если это будет одна из более многочисленных, но холодных красных звезд: ответ планет легче различить на фоне света звезды, рассеиваемого ее пылевым диском.

Физика Вселенной

Астрономия и фундаментальная физика всегда были тесно связаны. Изучение особенностей движения планет Солнечной системы дало возможность Ньютону проверить закон всемирного тяготения, а Эйнштейну — предложить свои законы гравитации, общую теорию относительности. И сегодня Вселенная остается лабораторией фундаментальной физики. Например, недавние наблюдения за Солнечной системой и радиопульсарами подтверждают теорию Эйнштейна для случаев слабой гравитации.

Одно из грандиозных достижений последних десятилетий — открытие вторичной инфляции Вселенной: оказывается, галактики разлетаются с ускорением. Первичная инфляция началась сразу после взрыва и длилась сравнительно недолго. Вторичная же началась несколько миллиардов лет назад, когда таинственная сила отталкивания превысила силу притяжения. Это отталкивание связывают с существованием субстанции, которую называют темной энергией. Она ответственна за 75% вселенской массы-энергии. Оставшаяся часть — это 4,6% вещества и около 20% так называемой темной материи. Считается, что последняя состоит из элементарных частиц иного, неизвестного теоретикам типа, которые еще не найдены на Земле. Темная энергия в земных условиях также не проявляется. Единственный путь определения ее свойств — изучение скорости расширения и роста крупномасштабных структур Вселенной.

Наука вплотную подошла к ответам на вопросы о свойствах Вселенной сразу после Большого взрыва. Неоднородности в распределении по небесной сфере температуры микроволнового реликтового излучения в целом соответствуют теоретическим представлениям о том, что Вселенная испытала взрыв и после этого начала расширяться. Это расширение ускорялось, пока она росла от начального малого размера до диаметра около одного метра. Образовавшиеся в то время гравитационные волны до сих пор распространяются по пространству и несут информацию о характере гравитации и других фундаментальных силах, какими они были в первые моменты после взрыва. Теоретически показано, что эти волны можно обнаружить по особенностям поляризации микроволнового излучения.

Еще одна возможность изучения фундаментальных принципов физики связана с наблюдением поведения черных дыр, которые обычно находятся в ядрах галактик. Согласно распространенной точке зрения, дыры должны рождаться, когда массивные звезды заканчивают свой жизненный путь. Сегодня есть детальное теоретическое описание свойств пространства-времени вокруг них. Однако его корректность до сих пор не доказана.

Одну из возможностей проверки дает наблюдение рентгеновского излучения газа и звезд при их приближении к горизонту событий черной дыры. Любой заряд, двигаясь ускоренно, должен излучать. Когда заряд приближается по спирали к объекту с сильной гравитацией, сила тяжести становится все больше, соответственно возрастает и ускорение, объекты начинают излучать, как в синхротроне. Другой способ проверки — изучение свойств струй вещества, покидающих полюса черных дыр со скоростями, близкими к световым. Но лучше всего — измерение гравитационного излучения, возникающего при слиянии черных дыр средних масс. План отмечает, что сейчас имеются все необходимые условия для проверки этих фундаментальных теорий путем расчета ожидаемых при этом сигналов, в том числе мощнейшие компьютеры и программное обеспечение, а также технологии и телескопы.

Астрохимия

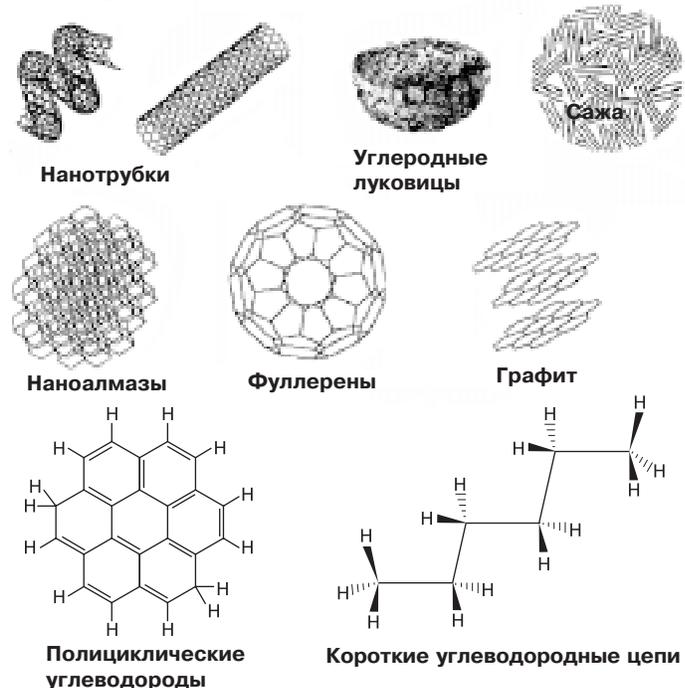
Современная астрономия широко простирает свои руки, как некогда было сказано про химию. В том числе и на «территорию» химиков. Эта группа проблем наверняка будет интересна нашим читателям.

Химическими превращениями сопровождаются многие астрофизические процессы. В нашей Галактике циклы циркуляции материи начинаются с вытеснения вещества в межзвездное пространство после смерти звезд, где оно претерпевает превращения и встраивается в диффузные и плотные молекулярные облака. В межзвездном пространстве методами микроволновой, инфракрасной и радиоастрономии обнаружено около полутора сотен разных видов молекул, в том числе органических. И это, как считают авторы плана-отчета, лишь вершина айсберга. С помощью различных астрономических приборов, в частности миллиметровых телескопов, у нас сегодня есть возможность изучать фундаментальную химию в нашей Галактике и ее соседях. И эти результаты будут уникальными: космические условия для проведения химических реакций на Земле обеспечить нельзя.

Оказалось, что химия первичных элементов, то есть водорода, гелия и лития, была очень богата; она диктовала взаимодействия между веществом и излучением на начальных этапах развития Вселенной. Существование молекулярного водорода, по-видимому, было важным для образования первых звезд. Поэтому изучение красного смещения спектров нейтрального атомарного водорода может дать информацию о распределении молекулярного водорода и неоднородностях его плотности в пространстве и времени. Вообще, молекулярные спектры — это уникальные данные о плотности, температуре и кинематике областей образования звезд и планет. Исследование химии галактик с большим красным смещением дает нам информацию о картине эволюции молекулярных реакций на космологическом масштабе времени.

Проследить историю органических молекул через циклы их образования, модификации, разрушения и возникновения вновь внутри молекулярных облаков, вплоть до включения их в планетные системы, необходимо для понимания места и формы появления строительного материала для жизни, которая может существовать на планетарных системах звезд.

В межзвездном пространстве, кометах и метеоритах найдено несколько форм углерода



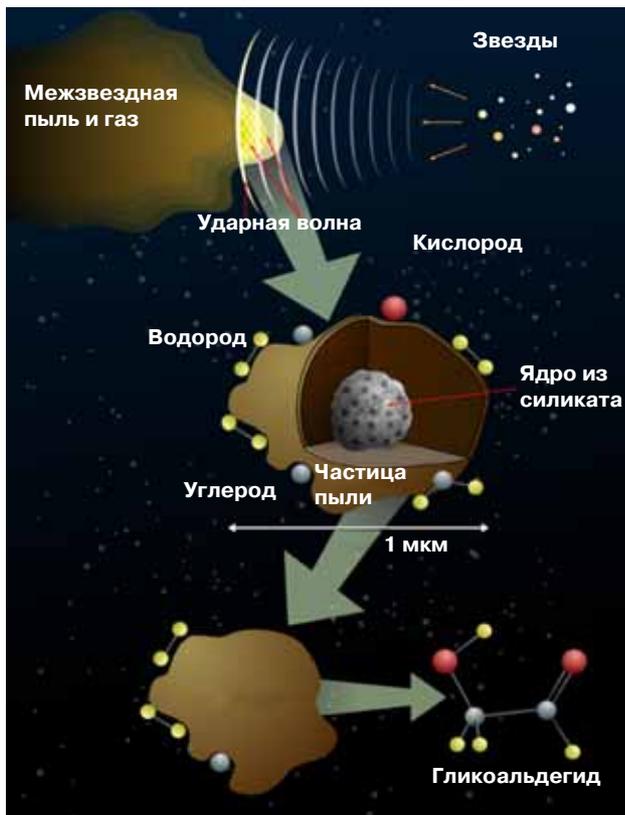
Важен и вопрос о том, как сильно изменяется содержание органики в Галактике за время ее существования. Мы до сих пор не знаем, каков предельный уровень сложности органических молекул в космосе. К примеру, могут ли образовываться такие информационные полимеры, как РНК, вне планет? Астрофизические исследования в Галактике с более высокими спектральным и пространственным разрешением здесь необходимы. Органические молекулы надо искать в межзвездном пространстве, молекулярных облаках, протопланетных, переходных и остаточных дисках, планетарных атмосферах.

Машины времени в космосе

Как и столетия назад, телескопы остаются основными приборами астрономии и астрофизики. Правда, сегодня они получают информацию не только видимого диапазона волн. Все телескопы — своего рода машины времени, ведь доходящие до них электромагнитные волны, обладая конечной скоростью, несут данные о состоянии объектов в прошлом; такие приборы можно использовать для достижения самых разнообразных научных целей, а не только для решения приоритетных задач плана. Понятно, что основное внимание в ближайшие десять лет уделено построению новых телескопов как в космосе, так и на Земле. В обоих этих случаях есть конкретные программы трех уровней финансирования. Крупные орбитальные проекты обходятся дороже миллиарда долларов, средние — более трехсот миллионов, мелкие — дешевле. Наземные крупные проекты оценивают выше 135 миллионов долларов, средние — от четырех миллионов, мелкие — до четырех миллионов. Мы остановимся на десятке крупных и средних проектов, расположенных в порядке важности их реализации.

Высший приоритет получил космический проект полуметрового телескопа, работающего в ближней инфракрасной области спектра с невысоким спектроскопическим разрешением (Wide-Field Infrared Survey Telescope, WFIRST). Он позволит дать ответы на фундаментальные вопросы о природе темной энергии, в открытии которой, как особо отмечено, ученые

Возможный путь образования предшественников сахаров в космосе



Bill Saxton, NRAO/AUI/NSF

США должны сыграть главную роль. Использование инфракрасного излучения связано с тем, что оно проникает сквозь облака межзвездной пыли, и поэтому такой телескоп способен заглядывать далеко в глубь космоса. Запуск запланирован на 2020 год, технический риск провала проекта невысок. В Евросоюзе аналогичные задачи решает проект «Евклид».

Для определения влияния темной энергии на эволюцию Вселенной прибор позволит применять три различных подхода. Первый — измерение слабого гравитационного линзирования света, с помощью которого можно отслеживать области скопления темного вещества. Второй подход — это точное картирование и определение расстояний до сверхновых звезд, с тем чтобы по их движению вычислить распределение темного вещества в пространстве. Третий — изучение акустических барионных осцилляций, то есть динамики колебаний межзвездного вещества, которая связана с распределением материи в пространстве. Также предполагается исследовать этим телескопом большое количество звезд в центральном ядре — балдже — Млечного Пути: астрономы будут искать изменения их яркости при микролинзировании, чтобы обнаружить экзопланеты. В сочетании с обзорными данными космического телескопа «Кеплер», работающего в диапазоне 0,4—0,865 мкм, «перепись» планетных систем поможет определить вероятность встречаемости подобных Земле планет на орбитах различных звезд. Телескоп детально изучит нашу и ближайшие галактики, что позволит понять особенности устройства внутригалактических структур и механизмы их формирования.

WFIRST дополнит инфракрасные данные земных телескопов и результаты наблюдений орбитального телескопа Уэбба (James Webb Space Telescope), который запустят в 2015 году. «Уэбб» будет способен разглядывать экзопланеты, однако столь острое зрение сопряжено с недостатком: у него слишком малое поле. Поэтому искать экзопланеты или разгадывать загадки темной энергии на «Уэббе» нельзя.

Второй по важности крупный проект — продолжение космической программы «Эксплорер» (Explorer Program Augmentation). Созданные в ее рамках приборы и выполненные на них исследования — самые дорогостоящие за два прошедших десятилетия. Наиболее известны три из них: микроволновый телескоп WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe), который построил карту анизотропии реликтового излучения, рентгеновский телескоп Swift, изменивший наше понимание природы космических рентгеновских взрывов (ему же принадлежит рекорд обнаружения самых дальних объектов Вселенной), и инфракрасный телескоп (Wide Field Infrared Survey Explorer), изучающий самые холодные звезды и самые яркие галактики, а также некоторые плохо различимые близкие к Земле астероиды и кометы. Менее крупные «Эксплореры» исследуют широкий круг проблем — от вспышек на Солнце до эволюции галактик.

Другой крупный проект — лазерная интерферометрическая космическая антенна (Laser Interferometer Space Antenna, LISA), она же гравитационный телескоп, открывает новую область науки — обнаружение длинных гравитационных волн в дополнение к поискам коротких волн в земных условиях. Антенна состоит из трех отдельных спутников, движущихся по гелиоцентрической орбите за Землей на угловом расстоянии в двадцать градусов и расположенных в вершинах равностороннего треугольника. Ее чувствительности хватит для того, чтобы заметить слияние черных дыр с массами от десяти тысяч до десяти миллионов солнечных масс (конечно, если теоретики ничего не напутали и такие волны действительно существуют). Когда гравитационные волны будут обнаружены — а безуспешная охота за ними идет уже более полувека, — наблюдения за ними позволят понять механизмы роста галактик, а также проверить выводы об-

щей теории относительности. Антенна даст возможность составить список компактных двойных систем в Галактике. Создание пробного гравитационного телескопа намечено на 2012 год. В случае успеха полноценную интерферометрическую космическую антенну запустят до 2025 года.

Две следующие космические программы отнесены к классу проектов среднего уровня. Цель первой, названной «Развитие техники для поиска новых миров» (New Worlds Technology Development Program), состоит в финансировании предварительных научных и технических исследований по будущей космической программе, которая начнется после 2020 года. Она будет направлена на получение изображений планет земного типа, которые должны находиться в зонах обитаемости, то есть на тех орбитах, где может существовать жидкая вода. Также планируется определение химического состава атмосфер экзопланет по их спектрам. Если через пять лет принципиальные вопросы будут решены, то программа продолжится.

Вторая космическая программа среднего уровня — проект по совершенствованию техники изучения микроволн (Inflation Probe Technology Development Program) — также предваряет исследования, которые пройдут после 2020 года. Цель программы — измерение поляризационных соотношений реликтового фона, вызванных гравитационными волнами в первые моменты после рождения Вселенной. Полученные данные должны подтвердить теорию расширения и открыть путь к экзотической физике ранней Вселенной. Прогресс на этом пути обеспечивают наземные телескопы, суборбитальные аппараты и недавно запущенный спутник «Планк». Если ожидаемые соотношения удастся обнаружить, то к их серьезному изучению приступят после 2020 года.

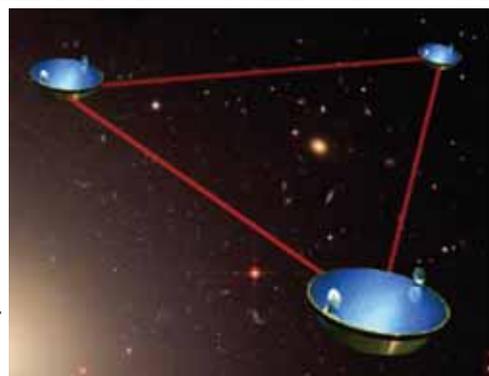
Наземные гиганты астрономии

Крупные наземные проекты открывает приоритетный проект многоцелевой обсерватории — обзорного 8,4-метрового телескопа (Large Synoptic Survey Telescope, LSST), который построят в Чили. Он будет исследовать природу темной энергии и материи, а также сконцентрируется на динамике Вселенной. Каждые три дня изображение всего звездного неба будет записываться вновь и вновь. Телескоп станет уникальным прибором, который создаст общедоступную базу небесных данных размером в сто миллиардов мегабайт. Напомним, что ранее аналогичную работу начал 2,5-метровый телескоп, расположенный в штате Нью-Мексико. Этот Слоановский (назван в честь Фонда Альфреда Слоана, финансировавшего операцию) цифровой обзор неба, третья фаза которого продолжится до 2014 года, уже картировал миллионы звезд и дал астрономам много бесценной информации. Качественный скачок техники за прошедшее время позволит при новом обзоре узнать много нового. Международная обсерватория LSST стоимостью около полумиллиарда долларов сможет пролить свет на многие научные вопросы, поставленные планом. Поэтому рекомендовано проект начать немедленно, чтобы телескоп получил первое изображение еще до конца десятилетия.

Другая наземная программа — гигантский 30-метровый адаптивный телескоп с сегментными зеркалами для оптической и инфракрасной астрономии (Giant Segmented Mirror Telescope, GSMT). Его область обзора на порядок выше, чем у существующих аналогов, а чувствительность в ИК-диапазоне лучше в 80 раз. Этот телескоп, в частности, поможет как изучению эволюции галактик, так и обнаружению планетных систем. На данный момент существуют два таких проекта. Это Гигантский Магелланов телескоп (Giant Magellan Telescope) и Тридцатиметровый телескоп (Thirty Meter Telescope), предлагаемые разными международными группами частных разра-



Chris Henze, NASA



Так физики представляют себе гравитационные волны от слияния двух черных дыр (вверху) и орбитальную антенну LISA для их обнаружения

NASA

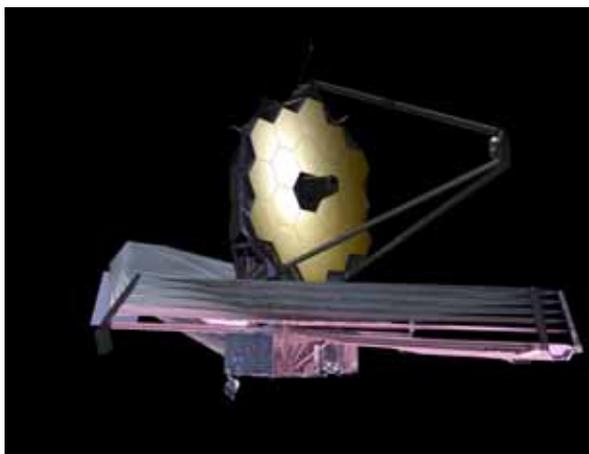


TMT Observatory Corporation



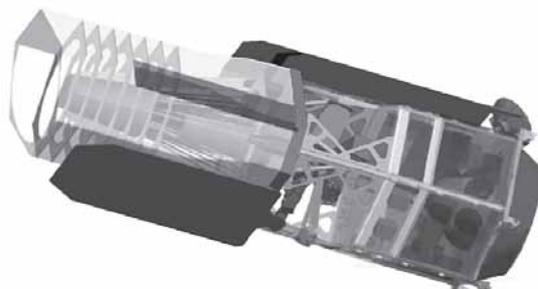
Todd Mason/Mason Productions

Возможно, так будут выглядеть гигантские телескопы, которые американцы построят в пустыне Атакама. Вверху — Тридцатиметровый телескоп, внизу — Магелланов телескоп



Телескоп Дж. Уэбба

NASA



NASA-GSFC

Телескоп WFIRST



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Место неожиданному

Мы излагаем положения плана так, как это сделано авторами. Их трактовка может вызвать вопросы у серьезного исследователя. Это и мнение о том, что черные дыры действительно могут существовать, в чем сомневаются многие ученые. (Впрочем, план обозначает этим термином скорее очень массивные объекты Вселенной, чем тела со свойствами, приписываемыми теоретиками черным дырам.) Это и абсолютная уверенность в гравитационных волнах, и даже обсуждение их спектра, хотя такие объекты еще не обнаружены и едва ли будут обнаружены в скором времени.

Однако вспомним о целях и адресате плана. Он предназначен для политиков, принимающих решения о выделении денег. Видимо, поэтому составители жертвуют научной строгостью изложения в пользу образности и особо подчеркивают приоритет США. Несмотря на сложную экономическую ситуацию, в сжатые сроки планируется ввести в строй грандиозные новые приборы и выполнить много исследований. Поэтому план, львиную долю которого составляет экспериментальная деятельность, наверняка приведет к существенным научным достижениям вне зависимости от начальных теоретических представлений. Авторы особо отмечают, что астрономия — это ориентированная на открытия наука, поэтому строгий план оставляет достаточно места для неожиданного.

Москва,
Новый Арбат, 8,
(495) 789-35-91,
www.mdk-arbat.ru



Московский Дом Книги СЕТЬ МАГАЗИНОВ

**Х.-Д. Хельтье, В. Зиппль,
Д. Роньян, Г. Фолькерс**
Молекулярное моделирование
Теория и практика
М.: Бинум. Лаборатория знаний, 2010



В книге, написанной учеными и преподавателями из Германии, Франции и Швейца-

рии, на современном уровне рассмотрены основные методы молекулярного моделирования и дизайна лекарственных веществ — бурно развивающейся области современной компьютерной химии. Авторы излагают теоретические основы моделирования пространственной структуры малых молекул и построения зависимостей биологической активности от пространственной структуры (на основе 3D QSAR), рассказывают о моделировании структуры белковых молекул, методах молекулярного докинга и виртуального скрининга, принятых подходах при выборе биомиметики. Приведены примеры моделирования антагонистов дофаминового рецептора D3. Для научных сотрудников, работающих в областях молекулярного моделирования, био- и хемоинформатики, нанотехнологий и поиска новых лекарств, а также для студентов и аспирантов.

**С. А. Савчук, В. П. Нужный,
В. В. Рожанец**
Химия и токсикология этилового спирта
и напитков, изготовленных на его основе
Хроматографический анализ
спиртных напитков



Эта книга — итог многолетних исследований по изучению химического состава этилового спирта различного происхождения и алкогольных напитков, изготовленных на его основе (за исключением вина, пива и слабоалкогольных напитков). Подробно освещаются основы и особенности химического анализа таких объектов с использованием методов газовой хроматографии и хроматомасс-спектрометрии. В книге есть данные о содержании примесей и минорных соединений в этиловом спирте, водке, дистиллированных алкогольных напитках, напитках домашнего изготовления и суррогатах алкоголя. Также описаны способы и критерии идентификации синтетического спирта и спиртов биохимического происхождения, оценки подлинности и качества коньяка и других дистиллированных алкогольных напитков. Обсуждаются критерии качества алкогольной продукции и способы выявления фальсификации алкогольных напитков.

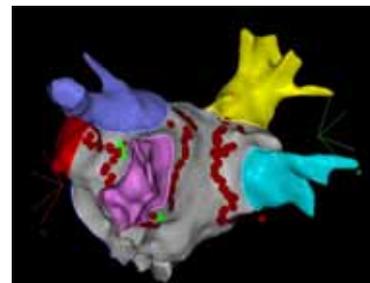
Робот-хирург

Британские медики сделали робота для операций на сердце.

Робот Амиго, то есть «друг» по-испански, созданный в Лестерском университете, умеет лечить аритмию сердца. Одна из причин этой болезни — неверная работа какого-то участка сердечной мышцы. От аритмии можно избавиться, введя внутрь сердца через артерию катетер, который доходит до поврежденного участка и выжигает его электрическим разрядом. Операция, если ее проводить вручную, занимает несколько часов, причем под источником рентгеновского излучения: ведь врачу нужно видеть, дошел ли катетер до нужного места.

Робот помогает делать операцию быстрее, а кроме того, предохраняет врача от облучения. Дело в том, что робот не только перемещает катетер, но и постоянно передает трехмерное изображение сердца на дисплей в соседней комнате, где находится врач.

Этого робота ученые изготовили совсем недавно. Поначалу он имел лишь механическую руку с катетером, а теперь к ней добавили систему получения изображения, и с помощью Амиго его создатель доктор Андре Нг уже провел первые операции. Всего же в клинике университета ежегодно выполняют 200 операций по выжиганию таких пороков сердца, как аритмия, поэтому и возникла задача создать механического помощника хирургу.



Агентство «AlphaGalileo», 15 ноября 2010.

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

Кровь из кожи

Клетки кожи можно напрямую превращать в клетки крови.

Стандартная методика клеточной терапии предполагает использование эмбриональных стволовых клеток, которые можно превратить в клетки-предшественники любой ткани, а затем они уже породят столько взрослых клеток этой ткани, сколько необходимо. Однако есть и другой путь: взять взрослую клетку какой-либо ткани, вернуть ей хитрыми манипуляциями молодость, то есть превратить в нечто подобное эмбриональной клетке, а потом запустить ее развитие по другому пути. Дело это не только хлопотное, но и опасное, поскольку можно в конце концов получить раковую клетку.

Ученые из канадского университета Мак-Мастера во главе с доктором Миком Бхатией совершили то, что считалось невозможным: они напрямую превратили клетку кожи в клетку-предшественницу различных типов клеток крови. Более того, выращенная ими ткань из таких клеток успешно синтезировала лейкоциты, мегакариоциты (предшественники тромбоцитов) и эритроциты.

Надежность методики для любого возраста подтвердили двухлетние успешные исследования, которые проводили с клетками как молодых, так и пожилых людей. Доктор Бхатия надеется, что уже в 2012 году начнут клинические испытания своего метода, который позволит переливать человеку кровь с его собственными клетками.

«Nature», 7 ноября 2010, doi:10.1038/nature09591

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

Тонкий луч рентгена

Создан настольный источник луча Рентгена микронного диаметра.

Обычно рентгеновский луч получают при торможении разогнанных в электрическом поле электронов о металлическую мишень. Такой луч нельзя назвать ни ярким, ни остронаправленным. То есть просветить им пациента или кусок металла можно, а вот просканировать объект и выявить его строение с микронной точностью нельзя. Узкий яркий луч получают на синхротроне, но это огромный ускоритель; излучение на нем дают электроны, разогнанные до околосветовых скоростей. Похоже, что скоро у него появится вполне компактный собрат, который помещается в небольшой комнате.

Международная группа ученых во главе с доктором Стефаном Кнейпом из лондонского Имперского колледжа создала прототип нового источника рентгена, в котором мощный лазер светит на тонкую колонку атомов гелия. Гелий ионизируется, и в нем лазерный импульс создает разделение зарядов: образуется пузырь из положительно заряженных ядер, окруженный облаком свободных электронов. Между пузырем и облаком возникает сильное электрическое поле, которое, во-первых, разгоняет некоторые электроны плазмы до огромной скорости, а во-вторых, заставляет их излучать в узком конусе. Получается короткий импульс очень яркого рентгена, причем диаметр луча не превышает одного микрона. Яркость источника оказалась в 1000 раз больше, чем у обычных источников схожего размера, и с его помощью ученые получили неплохие изображения. Например, головы стрекозы.



«Nature Physics», doi:10.1038/nphys1789.

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

Ловушка для света

Возбуждая механические колебания, можно поймать свет в ловушку и создать оптический транзистор.

Два года назад доктор Альберт Шлиссер из Института квантовой физики Общества Макса Планка предположил, что фотоны можно надолго запутать в колебаниях атомов — фононах. Суть идеи в том, что микроскопический кусочек материала может оказаться оптической ловушкой: при определенном соотношении размеров этого кусочка и длины волны свет лазера в него войдет, а выйти не сможет. А замком в ловушке служат волны колебаний атомов этого материала — фононы. Шлиссер же предложил отпереть замок световым ключом — лучом второго лазера: вызванное им световое давление изменит фононный спектр и запертый свет сможет выйти на свободу.

Теперь эту идею смогли проверить экспериментально: коллеги Шлиссера из лозаннской Федеральной политехнической школы во главе с доктором Самуэлем Делеглизом вырастили такое устройство — оптомеханический транзистор. Его основная часть — торрид из кремния (показан темным). Как оказалось, в нем можно хранить фотоны света в течение нескольких секунд, а потом выпускать их на свободу. Считается, что подобное устройство пригодится как для систем оптоволоконной связи, так и для оптических компьютеров будущего. Явление назвали «оптомеханически наведенная прозрачность», OMIT.



«Science», 11 ноября 2010, doi: 10.1126/science.1195596

Шаг к химии при абсолютном нуле

Ион, пойманный в оптическую ловушку, будет играть главную роль в сверххолодной химии.

«Nature Photonics»,
24 октября 2010,
doi: 10.1038/
NPHOTON.2010.236

До недавнего времени сверххолодные ионы помещали в ловушку из радиочастотного излучения, а столь же холодные атомы — в оптическую патоку, образуемую лазерными лучами. За подобные работы получено три Нобелевских премии. Напомним, что сверххолодными считаются ионы или атомы, которые почти совсем не двигаются и даже не вертятся: их температура, то есть мера теплового движения, отличается от абсолютного нуля на тысячные доли градуса. А химикам было бы очень интересно посмотреть, что будет, если бросить, скажем, сверххолодный ион в бозе-эйнштейновский конденсат нейтральных атомов. Как будет перераспределяться его лишний заряд? Какие реакции от этого произойдут? До недавнего времени такая задача не имела решения: ион очень чувствителен к внешним полям и лазерная ловушка его не удержит.

Решение нашел доктор Тобиас Шатц из Института квантовой физики Общества Макса Планка. Пока что он поставил опыт с одним ионом магния. Этот ион сначала охладили до тысячных долей градуса в радиоловушке. Затем снаружи приложили контрполя для того, чтобы погасить действие внешних полей. И наконец, направили на ион луч лазера, а радиоизлучатель отключили. Ион провисел в ловушке несколько миллисекунд, совершив сотни колебаний внутри ее стенок, после чего покинул ее. Хотя это время и мало, а в радиоловушке ионы томились годами, специалисты считают опыт успешным, потому что теперь остается только усовершенствовать методику — и можно будет перейти к экспериментам по сверххолодной квантовой химии.

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

Электро-бумажная газета

В бумажном издании можно разместить работающую гиперссылку на объект в Сети.

Агентство
«NewsWise», 20 и 24
октября 2010.

Байки про жертв компьютерной зависимости, которые стучат пальцем по бумажной книге вместо того, чтобы перевернуть страницу, перестали быть смешными. Инженеры из Арканзасского университета снабдили входом в Сеть университетскую газету. Правда, по ее странице не стучат пальцем, а наводят смартфон на определенное место, где напечатан двумерный штрихкод. Программное обеспечение расшифрует его, свяжется с Сетью и выдаст на экран телефона картинку, видеофильм или проиграет музыкальное произведение.

Вот так вполне традиционные, двумерные средства массовой информации приобретают благодаря новым технологиям третье измерение. А в Алабамском университете пошли дальше и превратили в такую трехмерную сеть сам студенческий

городок. Например, сфотографировав штрихкод на каком-нибудь памятнике, можно получить из Сети подробные сведения о нем; вывеска с информацией о конференции, размещенная над входом в соответствующий зал, обеспечит доступ к ее материалам.



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

Спасение архивов

Микрофильмы — вот что сохранит электронные данные на века.

«International
Journal of Electronic
Governance», 2010,
т. 3, № 3.

О том, что электронные данные постоянно находятся под угрозой как из-за недолговечности носителей информации, так и из-за быстрой смены форматов, рассказывалось в статье «Маленький электронный апокалипсис» («Химия и жизнь», 2004, № 5). Специалисты во всем мире придумывают, как предотвратить возможную гибель данных, однако решения, которое обеспечивало бы столь же высокую степень сохранности информации, как бумага или глиняные таблички, пока не нашли. Стефан Шильке из Коллективного информационного центра гессенского правосудия и Андреас Ройбер из Венского технологического университета предложили вернуться к микрофильмам.

Информация на них хранится не в цифровом, а в аналоговом виде, и для чтения, вообще говоря, не нужно никаких особо сложных приборов. Однако если записывать документы буквами, плотность записи окажется низкой. Повысить ее ученые предлагают, закодировав буквы двумерным штрихкодом. Зная правила расшифровки, потомки смогут всегда прочитать такой микрофильм, какой бы сканер у них ни был. Опыты показали, что текст объемом 170 килобайтов, который занимал 191 страницу, ужасался при кодировании до 12 страниц. А хранятся микрофильмы более ста лет. Главное — не потерять правила расшифровки.

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

Твиттер для анализа гриппа

Анализируя сообщения в социальных сетях, можно следить за развитием эпидемии гриппа.

Арон Кулотта,
culotta@selu.edu.

За развитием эпидемии гриппа обычно следят, анализируя статистику медицинских учреждений. Но это связано с немалыми затратами как времени, так и денег: врачи заполняют многочисленные формуляры, кто-то их собирает и обрабатывает... Доцент Арон Кулотта из Юго-Восточного университета Луизианы решил существенно упростить процесс. Для этого он запустил в Сеть робота, который автоматически анализирует короткие сообщения службы Твиттер и фиксирует в них слова, связанные с плохим самочувствием автора сообщения.

В Твиттере сейчас зарегистрировано более 150 миллионов пользователей со всего света, причем их число ежедневно увеличивается на 300 тысяч. В день они выкладывают 65 миллионов сообщений.

Анализ более 500 миллионов таких сообщений за период с августа 2009 по май 2010 года позволил ученым построить кривую заболеваемости гриппом за этот период на территории США. Сравнение ее с данными медицинской статистики показало 95%-ное совпадение, что ученые оценили как несомненный успех, особенно с учетом того, сколь малыми силами — один доцент и два студента — был получен результат. Есть мнение, что Твиттером пользуются лишь молодые люди, поэтому такая статистика не совсем полноценна. Авторы работы в ответ приводят данные, что на самом деле большинство его пользователей старше 35 лет, а доли 18—24- и 55—64-летних равны.

Сейчас Арон Кулотта работает над версией робота, который будет знать еще и где находится автор сообщения. И тогда на специальном сайте ему удастся выдавать ежеминутную статистику заболеваемости, по крайней мере, в любом штате, если не округе.

Роботы среди нас

Е.Г.Сутоцкая

...в нашем мире есть существа с обличьем человека, однако не принадлежащие к человечеству.

Мишель де Гельдерод.
Красная магия

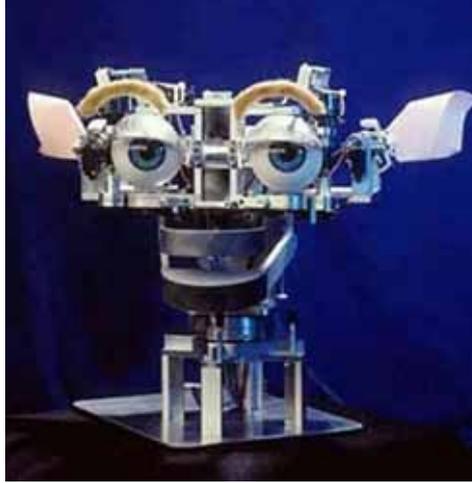
Роботы незаметно входят в нашу жизнь. Число их пока невелико, но специалисты уже озабочены этим явлением. Проблема взаимоотношений человека и роботов досконально изучена фантастами — еще в 1942 году Айзек Азимов сформулировал три закона, соблюдение которых должно уберечь человечество от возможных катастрофических последствий жизни с роботами.

Однако в реальности могут возникнуть нюансы, которые потребуют дополнительного изучения. «International Journal of Social Robotics» издается в США с 2009 года, здесь много интересных статей по этой проблеме. В частности, «Looking Forward to Social Robots», 2009, т. 1, с. 249.

Роботы и социум

Социальные роботы — новое племя, численность которого стремительно увеличивается. Скоро эти умные машины станут надежными помощниками и даже товарищами человека, научатся приспосабливаться к ситуациям и обстоятельствам его жизни. Их постоянное присутствие в наших домах, школах и больницах, музеях и библиотеках, гостиницах и тренажерных залах, офисах и банках, магазинах приведет к существенным переменам в обществе: люди будут взаимодействовать не только друг с другом, но и с наделенными интеллектом автоматами. В связи с этим непременно возникнет проблема ответственности человека перед созданными им машинами, а машин — перед человеком. Понадобится система этических норм для разработки, производства и эксплуатации роботов.

Первую такую попытку предприняли в 2009 году — в Южной Корее появился документ, озаглавленный «Южнокорейская этическая хартия роботов». В ее создании приняли участие ученые-футуристы, писатели-фантасты, представители правительства, инженеры-робототехники, психологи, медики. Видимо, многое будет



Робот Kismet

зависеть от культурных традиций — Запад всегда настороженно относился к механическим куклам, на Востоке они легко входили в обиход. Где же проходит граница, разделяющая человека и машину?

Есть два класса социальных роботов — роботы-прагматики (или исполнители) и эмоциональные роботы. Первые — это помощники по хозяйству вроде робота-пылесоса iRobot, автоответчики или торговые автоматы. Имея дело с людьми, они не обращают никакого внимания на реакцию человека.

Более замысловатые экземпляры ее учитывают. Например, робот-гид в музее в состоянии заметить, что посетителю стало скучно, а робот-нянечка в больнице не только удостоверится, что пациент принял лекарство, но и поднимет тревогу, если жизненные показатели окажутся критическими.

Эмоциональные роботы, как следует из названия, должны взаимодействовать с людьми на эмоциональном уровне, служить заменой живому существу. Не случайно их зачастую создают с терапевтическими целями. Тюлененок Паро, появившийся на свет в Японском национальном институте передовой промышленной науки и технологии, стал прекрасным товарищем для одиноких пожилых людей и партнером по играм для детей, страдающих аутизмом. К этой категории принадлежат и другие «японцы» — хомячок Ферби и щенок Айбо.

И все же наибольший интерес вызывают роботы, похожие на человека. Тут наметились два принципиально разных направления развития. Японские ученые отдают предпочтение андроидам, внешне практически не отличимым от человека, полагая, что такая внешность заранее настраивает людей на общение. Специалисты из США и Западной Европы уверены, что внешнее человекоподобие — не главное, сила робота — в интеллекте и симпатичная «железяка» вызывает не меньший интерес и расположение, чем красавица девушка. Примеры этих двух подходов — два наиболее известных сейчас робота: американский Kismet и японская Repliee-Q2. Однако сначала вспомним историю механических кукол.

Из истории человекообразных роботов

Человечество сложило не одну сказку о человекоподобных механических созданиях. Сначала появились легенды об одушевлении неживых существ. Более 5000 лет назад шумеры рассказывали о глиняных фигурках человека, в которые «вдохнули» душу. Согласно эллинскому мифу, Гефест вылепил из земли и воды Пандору, дал своему творению облик, подобный богине, человеческий голос и прелесть. Афродита одарила ее красотой, Гермес — коварством, хитростью, лживостью и красноречием, Зевс — отдал замуж за своего двоюродного брата Прометея, которому она родила дочь Пирру. Несмотря на запрет Зевса, Пандора открыла сосуд, в котором были заключены все людские пороки, несчастья и болезни. Первый андроид послушался не человека — бога.

Дальнейшее развитие эта тема получила в еврейских фольклорных преданиях о Големе — глиняном великানে, оживляемом с помощью заклинаний. Голем не умеет говорить и не обладает человеческой душой, необычайно быстро достигает исполинского роста и невероятной мощи. Он послушно исполняет порученную ему работу, но, вырываясь из-под контроля человека, являет слепое своеволие (может, например, растоптать своего создателя). Самый знаменитый — «пражский Голем», создателем которого считается раввин Иегуда Лёв бен Бецалель (конец XVI — начало XVII века).

На рубеже XVIII—XIX веков появилась Олимпия из повести Э.Т.А.Гофмана «Песочный человек». У Гофмана профессор Спалланцани (кстати, однофамилец знаменитого естествоиспытателя XVIII века) работал над этим автоматом двадцать лет, он был почти совершенен — заводной механизм, речь, движение, глаза... Профессор выдавал Олимпию за свою дочь, она умела вести себя в обществе, но всегда оставалась так холодна, что наводила на многих ужас. Впрочем, в это время андроиды существовали уже не только в литературе.

Считается, что первые реальные механические куклы появились в XVIII веке. Именно тогда французский механик Жак де Вокансон создал играющего флейтиста (впрочем, в числе его детищ были не только игрушки вроде утки, которая умела махать крыльями, вертеть головой, кричать, глотать и «переваривать» пищу, но и механический шелкоткацкий станок). Механические певчие птицы впоследствии гнездились при многих европейских дворах. Одна из них, сохранившаяся в коллекции Эрмитажа, каждое утро приветствует зрителей телеканала «Культура».

Большинство коллег профессора Спалланцани были часовщиками либо хорошо изучили часовые механизмы. В то время большую популярность приобрели так называемые театры автоматов — разновидность шарманки с подвижными фигурками. В ящике размещались маленькие фарфоровые куклы-музыканты. После завода пружины они начинали двигаться: водили смычком по крошечной скрипке, опускали руки на клавиши клавесина, перебирали струны арфы. Пружина приводила в действие и спрятанный внутри ящика музыкальный механизм.

Механический театр в парке Хельбрунн в окрестностях Зальцбурга создан в 1750—1753 годы по указанию архиепископа Андреаса Якоба фон Дитриха для развлечения гостей его загородной резиденции. Это каменный вертеп, в котором 256 деревянных фигур изображают бытовые сценки средневекового города под звуки водяного органа. Благодаря гидравлическому приводу у фигурок двигаются руки и ноги или они вращаются на круглых подставочках. На сцене несколько трехэтажных зданий, в центре — городская ратуша. Здания «заселены» торговцами, мастерами различных гильдий, строители достраивают



Робот в больнице

здание, циркачи на базарной площади танцуют с медведем.

Впрочем, первый чертеж человекообразного робота Леонардо да Винчи выполнил еще в 1495 году. Само же слово «робот» появилось в 1921 году. Так назывались в пьесе Карела Чапека «Р.У.Р» механические существа, которые восстали против человека.

Японцы не отставали от европейцев — начиная с XVIII века они имели дело с каракури (karakuri), что в переводе означает «механизм», «трюк». Самые известные походили на очаровательного ребенка, подающего зеленого чая, — символ традиционного гостеприимства. Таким образом, человек и робот взаимодействуют уже более двухсот лет. И столько же длятся жаркие дебаты. Гофман, в частности, писал: «Мне до глубины души противны механические фигуры, эти памятники то ли омертвевшей жизни, то ли ожившей смерти. Они ведь не воспроизводят человека, а издевательски вторят ему».

По мнению Мишеля Фуко, в XVII—XVIII веках «произошло открытие тела как объекта и мишени власти <...> Великая книга о Человеке-машине создавалась одновременно в двух регистрах: анатомо-метафизическом — первые страницы были написаны Декартом, последующие медиками и философами; и технико-политическом». Следовало «не рассматривать тело в массе, в общих чертах, как если бы оно было неразделимой единицей, а прорабатывать его в деталях, подвергать его самому тонкому принуждению, обеспечивать его захват на уровне самой механики — движений, жестов, положений, быстроты: бесконечно малая власть над активным телом».

Современники считали создание человекоподобных механизмов скорее не техническими, а философскими экспериментами. Их цель — определить границы механической имитации, изучить, что эти механические создания могут рассказать о людях, насколько механистичны в своей основе процессы, протекающие в глубинах человеческого тела, мозга.

Искусственная жизнь: главное — интеллект

Некоторые историки полагают, что искусственная жизнь, рассказы о которой появились в Западной Европе в период Просвещения, отражает резкие социальные и культурные изменения в понимании того, что значит быть человеком. Тогда стала популярной идея, что люди приходят в мир равными перед Богом, законом и другими людьми, а преобразуя социальные и политические устои, можно сделать человека лучше. Благодаря достижениям естественных наук казалось, что все в этом мире подчиня-



РАССЛЕДОВАНИЕ

ется законам, доступным человеческому разуму. Получило распространение представление о Боге как о великом механике, о мире — как об огромном механизме. Отсюда, вероятно, и страсть к созданию механических кукол. Однако в литературе подобные попытки, как правило, терпели крах: автоматы выходили из подчинения, вызывали страх и ужас, губили своих «родителей» или их близких. Вот почему на Западе бытует двойственное отношение к искусственной жизни и человекообразным роботам. С одной стороны, исследования в этой области идут весьма успешно, с другой, не прекращаются споры о том, какими быть роботам — похожими на нас или нет. Робот Кисмет как нельзя лучше демонстрирует двойственность подходов.

Его придумали в Массачусетском технологическом институте, руководитель проекта — профессор Синтия Бризил. Имя робота происходит от арабского слова, означающего судьбу, предназначение, удачу. Кисмет — всего лишь закрепленная на платформе голова. У него огромные глаза с ресницами-козырьками, толстые брови, широкий губастый рот и уши воронкой. Принцип антропоцентризма предполагает, что окружающие нас не-люди, будь то животные, автомобили, радиоприемники, компьютеры и, само собой, роботы, вольно или невольно наделяются человеческими формами, чертами характера, поведением. Внешне Кисмет лишь слегка напоминает человека, но голосом или мимикой может выражать вполне человеческие эмоции — гнев, раздражение, страх, неприязнь, радость, грусть, удивление. По голосу собеседника понимает, одобряет тот его «поведение», бранит или старается успокоить. Общаясь, старается смотреть в глаза. Взгляд занимает центральное место в проекте Бризил, которая считает его наиболее значимым социальным сигналом. Зрением робота управляют девять компьютеров! У Кисмета естественный цвет кожи, но более ярких оттенков. Его создатели сознательно стремились к тому, чтобы робот не был похож на человека. Тем не менее окру-



Робот-экскурсовод

жающие воспринимают его как маленького ребенка, учат навыкам общения, соответствующим этому возрасту.

Казалось бы, насчет железной головы на платформе сомнений нет — робот, не живое. Но каждый, кто общался с ним, признает, что ощущал реальное присутствие живого существа, одушевленного в прямом смысле этого слова. По словам Бризил, когда рядом Кисмет, чувствуешь, что присутствует «кто-то», а не просто еще один механизм. И все же, рассказывая о роботе, она говорит «it», а не «he», то есть считает его неодушевленным. Та же двойственность на уровне языка возникает у детей, которые приходят к нему «в гости». Вероятно, в языке должны появиться новые понятия, связанные с такой нарождающейся на наших глазах искусственной жизнью, иначе мы не сможем точно обозначить, что «это» такое и как к нему следует относиться. Хотя прежде, наверное, надо дать точный ответ на вопрос: что значит «живой»?

Еще на ранних стадиях проекта разработчики Кисмета сформулировали для себя: телесное воплощение напрямую связано с интеллектом и способностью учиться. Если мы намереваемся разобраться с интеллектом человека, то робот должен иметь схожие внешние данные, схожее взаимодействие с внешним миром. В конце концов, именно телесная оболочка позволяет живым существам устанавливать контакт с окружающим миром, и совсем не очевидно, что бабочка со своим фасеточным зрением, чувствительным к ультрафиолету, и усиками, улавливающими мельчайшие вибрации воздуха и извлекающими из него ничтожные следы запахов, воспринимает мир так же, как и люди. В этом смысле немного схожий с человеком Кисмет заметно выделяется на фоне своих американских собратьев — робототехники в США по традиции пренебрежительно относятся к внешности своих созданий, выдвигая на первое место искусственный интеллект и скорость обработки данных.

Социальный робот, по мнению Бризил, должен общаться с людьми, взаимодействовать с ними, устанавливать личный контакт. Осознавать их и себя, понимать человека. Человек, в свою очередь, должен быть готов понять робота и сопереживать ему. На протяже-

нии своего существования такой робот приспосабливается к окружающему миру, учится, пользуется опытом, приобретенным в общении с другими, дабы лучше понять себя, других, разобраться во взаимоотношениях. Высшим достижением в этой области стало бы создание роботов, которые относятся к людям дружелюбно, помогают, поддерживают и получают бы (помогают, поддерживают и получают) аналогичный ответ.

Искусственная жизнь: внешность имеет значение

Красавица Реплие — детище Исигуро Хироси из университета Осаки — уступает Кисмету в умении общаться с людьми, зато внешне она практически безупречна. Моделью для нее стала японская телеведущая Фудзии Аниако. У Реплие прекрасная кремнийорганическая кожа, темные волосы, глаза, она жестикулирует, моргает, разговаривает, кажется, даже дышит. В результате за две секунды наблюдения распознать, что это автомат, могут лишь три человека из десяти. И хотя за движения роботессы отвечает стоящий рядом компрессор, который подает сжатый воздух, а все тело напичкано датчиками, реакции выглядят вполне естественными. К тому же создатели наделили ее «бессознательными» движениями — подрагиванием век, перемещением вверх-вниз грудной клетки при дыхании, присущим людям непрерывным, едва заметным изменением позы. Это придает роботу жутковатое правдоподобие. Возможно, сегодня Реплие — лучшая машинная копия человека. Впервые она «вышла в свет» на Всемирной выставке в Токио в 2005 году.

Внешний вид робота определяет тип отношений, которые человек пытается с ним установить. Как говорит Исигуро, люди реагируют на роботессу, будто она человек, даже точно зная, что это не так. Вот как описывает свое первое свидание с Реплие один из очевидцев: «По опыту знаю: если предстоит встреча с



Роботецца Repliee

роботом, готовьтесь к неожиданным реакциям со своей стороны. Сначала я увидел ее в лаборатории издалека. Созданная по образу и подобию живой женщины, она казалась обычным манекеном. Подойдя ближе, увидел, что кожа у нее из силикона, представил себе стальной каркас, сеть пневматических приводов. Но едва запустили управляющие компьютеры, я замер от удивления. Реплие ожила: она дышала, ерзала, жестикулировала, моргала, оглядывалась по сторонам. Все эти движения были скопированы с видеозаписей реальных людей. Когда она посмотрела мне в глаза, я неосознанно их опустил, отступил и вдруг выпалил «извините». И когда у меня мелькнула мысль о невозможности просить прощения у безмозглого робота, я вдруг обнаружил, что копирую ее движения».

Исигуро Хироси одним из первых задумался, насколько важна эстетика социальных роботов для их взаимодействия с людьми. Интеллект, способность к пониманию он считает субъективным явлением, возникающим при общении между людьми или людьми и роботами. Внешний вид и поведение — ключевые факторы при создании человекоподобных роботов-гуманоидов, уверен Исигуро. Что до Синтии Бризил, то она относит такие создания к разряду «интерфейсных», облегчающих контакты с людьми благодаря навыкам общения, но в полном смысле слова не принадлежащих к числу социальных роботов, поскольку это взаимодействие ни чему их не учит.

В Японии издавна отношение другое, там на человекообразных роботов смотрели и смотрят как на членов семьи, без всяких «будто». Нисимура Макото, сконструировавший в 1928 году первого современного человекоподобного японского робота, говорил, что если считать людей детьми природы, то искусственные люди, созданные их руками, — ее внуки.

Более того, японский инженер Мори Масахиро уверен, что однажды робот станет Буддой, поскольку роботы, как и люди, и все во Вселенной, наделены духовной сущностью ками. В этом он не оригинален — Роберт Сильверберг в одном из рассказов шестидесятых годов рассматривал возможность того, что робот станет Папой Римским, — однако результаты его исследований эмоциональной реакции людей на человекоподобных роботов оказались полезны не только для робототехников. Ими воспользовались создатели персонажей компьютерных игр, фильмов. Один из них — супергерой, мальчишка Астробой, воплощенная квинтэссенция отношения японцев к роботам, которые не только оказываются врагами или друзьями людей, но и способны спасти всю страну. Впрочем, Азимов сделал робо-

тов спасителями человечества еще много десятилетий тому назад — от ЭВМ, взявших на себя управление экономикой, до группы сильно продвинутых роботов, которая методами психологии направляет ход развития человеческой цивилизации, оберегая ее от неприятностей.

Японцы ни в коем случае не считают людей созданиями, цель которых — сеять добро, а роботов — исключительно

врагами человека. Нет, в мультфильмах технологии и люди в равной степени способны на добро и на зло, и они одинаково несовершенны. Значит, нет между ними существенной разницы, и роботам должно быть не чуждо понятие этики.

Этика для роботов

Социальным роботам вряд ли придется принимать решения, от которых зависит жизнь или смерть человека, но,

поскольку большинство из них инженеры создают нам в помощь, даже в самой простой житейской ситуации они могут оказаться перед этической дилеммой. Если решение слишком часто будет неверным, люди просто откажутся от такой помощи. В то же время хорошо обученные роботы могут оказаться безукоризненными с этической точки зрения, поскольку их решения станут абсолютно беспристрастными, в отличие от наших. Возможно, общение с такими машинами заставит и людей измениться к лучшему.

«Шагают быки деревянные...»

Рассказ о боевых роботах можно найти в романе Ло Гуаньчжуна «Троецарствие» (М: Художественная литература, 1954); считается, что он написан в III веке. Интересно отметить: китайцы относятся к машинам без мистики или страха, столь свойственных европейским авторам.

В романе описан распад империи Хань на три царства в III в. н. э. Цветущая середина досталась Цао Цао и называлась царством Вэй, в низовьях Янцзы голубоглазый отрок Сунь Цюань отвоевал царство У, а в горах Сычуани царство Шу возглавил дядюшка императора Лю Бэй, поклявшийся восстановить власть Хань. Ниже идет рассказ об одном эпизоде этой войны, когда первый министр Лю Бэя, даосский мудрец Чжугэ Лян, пошел на Вэй. Его соперник, Сыма И, известен тем, что вскоре составил заговор против дома Цао и Китай был объединен под властью созданной его потомками династии Цзинь.



...Чжугэ Лян приказал собрать в ущелье всех мастеров, имеющих при войске, и заняться сооружением деревянных быков и самодвижущихся коней. Вскоре закипела работа.

Однажды чжан-ши Ян И пришел к Чжугэ Ляну и сказал:

— Наш провиант находится в Цзяньгэ. Возить его оттуда на быках очень неудобно. Как нам быть?

— Я уже об этом подумал, — улыбаясь, отвечал Чжугэ Лян. — Ведь для того я и делаю деревянных быков и самодвижущихся коней.

— С древнейших времен не слышно было, чтоб существовали деревянные животные! — изумлялись военачальники, присутствовавшие при этом разговоре. — Неужели вы, господин чэн-сян, изобрели таких животных?

— Их уже делают, и работы скоро будут закончены, — отвечал Чжугэ Лян и протянул военачальникам лист бумаги. — Посмотрите, здесь все сказано.

Военачальники заглянули в бумагу. В ней содержалось описание деревянных быков и самодвижущихся коней, указывались точные размеры их частей, скорость движения, возможность использования.

— Вы — человек величайшего ума! — вскричали восхищенные военачальники.

Спустя несколько дней деревянные быки и самодвижущиеся кони были готовы. Чжугэ Лян приказал военачальни-

ку правой руки Гао Сяну перевозить на них провиант из Цзяньгэ в лагерь. Потомки сложили стихи:

*В Сегу, по изрезанным склонам,
шагают быки деревянные,
И кони, что движутся сами,
идут день и ночь напролет.*

*Когда бы тот способ забытый
вошел в поколенья грядущие,
Не знали бы при перевозках
так много труда и хлопот.*

Сыма И все это время был невесел. Дозорные донесли ему, что Чжугэ Лян подвозит провиант на деревянных быках и самодвижущихся конях, что быков и коней этих не надо кормить, а воинам от них большое облегчение. Сыма И удивился и воскликнул:

— Что же мне теперь делать? Ведь я сидел в обороне только для того, чтобы дожидаться, пока враг останется без провианта и начнет отступать.

Подумав, Сыма И призвал к себе Чжан Ху и Ио Линя.

— Прoberитесь, — сказал он, — с отрядом по горным тропам в долину Сегу и отбейте у врага несколько деревянных быков и самодвижущихся коней. Много не берите, все равно не уведете.

Военачальники и их воины, переодетшись в одежду шуского войска, ночью по тропинке проникли в долину Сегу. Вскоре они увидели воинов Гао Сяна, едущих на деревянных животных. Чжан Ху и Ио

Линь захватили деревянных животных и уехали на них в свой лагерь.

— Что ж! — воскликнул Сыма И. — Раз Чжугэ Лян сумел сделать таких животных, значит, и я смогу!

Сотня лучших мастеров по приказу Сыма И принялась за работу. Захваченных животных разобрали на части и по их образцу стали мастерить других. Вскоре готово было две тысячи деревянных быков и самодвижущихся коней.

Между тем Гао Сян рассказал Чжугэ Ляну, как на него напали вэйцы и увели нескольких быков и коней.

— Мне только этого и надо было! — улыбнулся Чжугэ Лян. — Потерял мало, а возьмем много. Сыма И захватил быков и коней, чтобы научиться их делать, ну а я уж найду им применение!

Спустя некоторое время Чжугэ Ляну сообщили, что вэйские воины на таких же быках и конях везут провиант из Лунси. Тогда Чжугэ Лян сказал Ван Пин:

— Смешайтесь с вэйской охраной, перебейте ее и возвращайтесь с конями и быками. В случае погони поверните у животных во рту языки, а сами уходите. Ни кони, ни быки все равно не сдвинутся. Утащить их вэйцы не смогут — сил не хватит!

Между тем вэйский военачальник Цинь Вэй вез провиант на деревянных быках и самодвижущихся конях к своему лагерю. И вдруг раздались оглушительные крики:

— Здесь шуский военачальник Ван Пин!

С этими возгласами шуские воины набросились на вэйцев и стали их избивать. Оставшиеся в живых воины бежали в свой лагерь. Тем временем Ван Пин спешил увести деревянных быков и самодвижущихся коней. Но вэйский военачальник Го Хуай уже мчался на выручку обоза. Тогда Ван Пин приказал повернуть языки деревянных животных и увел своих воинов вперед. Го Хуай не стал их преследовать, а велел скорей гнать отбитый обоз к себе в лагерь. Но быки и кони стояли как вкопанные, и напрасны были все попытки сдвинуть их с места!

Пока Го Хуай колебался, не зная, что делать, на него напали Вэй Янь и Цзян Вэй. Отряд Ван Пина присоединился к ним, и они обратили Го Хуая в бегство. Ван Пин поставил языки деревянных животных на место, и те зашагали...

АРХИВ

Несостоявшиеся землетрясения

Доктор
физико-математических наук
М.Г.Савин

Три карты

— Вы можете, — продолжал Герман, — составить счастье моей жизни, и оно ничего не будет вам стоить: я знаю, что вы можете угадать три карты сряду...

А. Пушкин. Пиковая дама

Катастрофические землетрясения — одно из самых страшных бедствий на Земле, поскольку они неотвратимы. Однако многих разрушений удалось бы избежать, если бы в каждом случае мы могли бы заблаговременно предсказать три параметра: место, интенсивность (магнитуда) и время толчка. Такой прогноз считается полным.

На самом деле практически значим лишь краткосрочный прогноз — от нескольких часов до нескольких суток. Вы просыпаетесь, а диктор объявляет по радио: «Через десять часов в нашем городе произойдет землетрясение силой в девять баллов». У вас есть время, чтобы собраться и вывезти все необходимое на безопасное расстояние. Через десять часов вы ощущаете легкое содрогание почвы под ногами, но это уже не так страшно. Вы с домочадцами остались живы-здоровы, библиотека, мебель, компьютер и все ваше добро в сохранности. Правда, камня на камне не осталось от вашего жилища в разрушенном землетрясением городе, однако это вас не пугает. Ведь вы заранее обзавелись надежной страховкой, и приличная сумма для приобретения нового жилья уже лежит на депозите.

Колдуны уходят в литосферу

— Спрашиваю в последний раз: хотите ли назначить мне ваши три карты? — да или нет?

Графиня не отвечала. Герман увидел, что она умерла.

А.Пушкин. Пиковая дама

Возможно ли столь благоприятное развитие событий и как часто это бывает? Ответ на эти вопросы находим в книге наших ведущих ученых-сейсмологов академика В.Н.Страхова и члена-корреспондента РАН Г.А.Соболева с соавторами «О необходимости федеральной программы работ по решению проблемы краткосрочного прогноза землетрясений» (издательства РАН, М., 2005). «Несмотря на интенсивные исследования в предшествующие десятилетия и затрату огромных средств, — пишут ученые, — осуществить прогноз в полном объеме удалось только в двух случаях. В 1975 и 1977 гг. в Китае население городов было эвакуировано в палаточные городки за несколько часов до землетрясений, разрушивших города, но жертвы были единичными. Так, в городе Хайчен в провинции Ляопин землетрясение $M = 7.3$, происшедшее 4 февраля 1975 года, разрушило 90% зданий, но благодаря своевременной эвакуации в эпицентре погибло всего несколько человек. За более чем полувековую историю исследований это уникальные случаи краткосрочного прогноза и его эффективного использования».



Не густо, прямо скажем. С такой же вероятностью (в ничтожные доли процента) можно было бы предсказать судьбу человека и ни в чем не ошибиться. Но несмотря на то, что многие ученые склоняются в пользу отрицательного ответа, авторы книги полны оптимизма. В доказательство своей правоты они приводят аналогию с метеорологией, которая, как и сейсмология, имеет дело с хаотическими системами. Вот как выразил отношение к прогнозу погоды в начале XX века академик А.Н.Крылов, который в 1916 году был начальником Главного военно-метеорологического управления: «Есть две группы наблюдательных наук, именуемых «точными»: астрономия, физика, химия и пр., и есть другая — белая и черная магия, астрология, графология, хиромантия и др. К этой второй группе принадлежит и метеорология» («Мои воспоминания», Л., Судостроение, 1984). На это наши уважаемые ученые отвечают: «Напомним скептикам, отрицающим возможность прогноза землетрясений, об огромных успехах, достигнутых к настоящему времени метеорологией в разработке и практическом использовании методов прогноза погоды, — значит, и хаотические системы с определенными ограничениями могут быть предсказуемыми!»

Приведенная выше аналогия не вполне корректна. Действительно, сегодня в каждую точку атмосферы, ионосферы и магнитосферы нетрудно запустить зонд с регистрирующей аппаратурой на борту. Поэтому практически любые параметры газообразной оболочки планеты стали для нас открытой книгой. Во времена академика А.Н.Крылова космические просторы были недоступны для непосредственных геофизических наблюдений. Прорваться же в недра планеты сейчас не менее проблематично, чем век назад. Правда, геологи полагают, что благодаря опорным разведочным скважинам им удалось



Л.Н.Шадрин, — согласно которым угол наклона должен постепенно, начиная с 4 км, «выползаваться» до горизонтального залегания». Третье открытие: по результатам бурения геотермический градиент на Балтийском щите оказался в два раза больше, чем это предсказывали расчеты! Уже на глубине 11 км температура среды была равной 200°C, в то время как на пятнадцатикилометровой отметке температура пород, рассчитанная по электропроводности, не должна превышать 150°C. Нелишне заметить, что камня на камне не осталось от геофизических прогнозов и по результатам сверхглубокого бурения Саатлинской скважины в Азербайджане в 1977 году.

Изучение научных данных по мировому каталогу сверхглубокого бурения рисует не менее удручающую картину. Конфуз с Кольской сверхглубокой был настолько велик, что геофизики в срочном порядке стали «подгонять под ответ» свои прежние прогнозы. Сегодня, почти 30 лет спустя, эта свистопляска, очень напоминающая сюжет басни И.А.Крылова «Тришкин кафтан», как-то подзабылась. Стало хорошим тоном говорить лишь об открытиях сверхглубокого бурения.

Сказанное заставляет серьезно задуматься над причинами «краха гипотез». В самом деле, на чем основываются геофизические методы? На изучении решений так называемых обратных задач геофизики. С их помощью мы рассчитываем параметры геофизической среды — плотность горных пород, электрические, магнитные свойства, температуру и другое, то есть то, что нельзя напрямую измерить. А в качестве исходных данных для решения уравнений мы используем параметры геофизических полей, сейсмических, электромагнитных и других, измеренных на дневной поверхности Земли. Однако известно, что решения обратных задач неустойчивы (некорректны), то есть одному и тому же распределению полей могут отвечать различные модели среды. Математики разработали множество так называемых регуляризирующих алгоритмов, устойчивых к малым возмущениям исходных данных задачи. В рамках строгой теории придаться не к чему, однако, как показано выше, матушка-природа думает иначе.

Получается, что математика сама по себе, а природа сама по себе. Где же собака зарыта? Может статься, что математические модели далеки от совершенства? Однако усложнение моделей, приближение их к реальному положению вещей (например, учет трехмерной неоднородности геофизических полей), хоть и увеличивает чувствительность метода, но неизбежно приводит к потере устойчивости решения обратной задачи. Поэтому геофизические методы по-прежнему основываются на простейших предположениях о структуре среды и внешнего поля — так надежнее.

Однако если геофизические прогнозы потерпели фиаско даже на Балтийском кристаллическом щите, простейшем и наиболее благоприятном объекте с точки зрения применения геофизических методов, то что же говорить о геосинклинальных областях, геолого-геофизическое строение которых заведомо не укладывается в рамки одномерных моделей среды?

сравнительно неплохо изучить приповерхностный слой планеты. Однако и прямые измерения в скважинах, и результаты интерпретации геофизических полей до сих пор остаются малоинформативными для изучения динамики очага землетрясений.

Тришкин кафтан

Законы математики, имеющие отношение к реальному миру, не надежны, а надежные математические законы не имеют отношения к реальному миру.

А. Эйнштейн

Возвращаясь к проблеме прогноза землетрясений, вспомним, что прогноз основывается на анализе предвестников, иными словами, на геофизических расчетах. Насколько точны эти расчеты, показало бурение Кольской сверхглубокой скважины в 1982 году. Подробный обзор результатов бурения содержится в статье кандидата технических наук Л.Н.Шадрина «На подступах к мантии» («Природа», № 1, 1983), а интересующие нас научные результаты — в шестой главке этой статьи «Крах гипотез. Проверка расчетов».

Автор констатирует, что ни один геофизический прогноз не подтвердился. Более того, научные результаты бурения преподнесли ряд открытий, фундаментальных по своему значению, но не шибко приятных для геофизиков. Например, на глубине около 7 км отсутствует предсказанный «базальтовый» слой (скорости сейсмических волн не испытывают резкого скачка на предполагавшейся поверхности Конрада, а плавно увеличиваются с глубиной). Второе открытие — неизменность угла наклона древних пород от 45 до 60 градусов во всем разрезе скважины, от поверхности до глубины 11 км. «Это вступило в противоречие с данными ранее проведенных сейсмических исследований, — пишет

Сейсмическая симфония Бетховена

Не музыка входит в число математических дисциплин, наоборот, естественные науки являются частью музыки, поскольку в их основе лежат пропорции, а пропорции — это порождение звучащего тела.

Ж.-Ф. Рамо

Глубокую мысль А.Эйнштейна, приведенную выше, иллюстрируют и дальнейшие рассуждения о «математике очага». Итак, вернемся к проблеме краткосрочного прогноза, который тесно связан с изучением очага готовящегося землетрясения. Здесь мы вступаем в принципиально новую область исследований — в процесс, развивающийся в реальном времени, процесс нелинейный, необратимый, происходящий в открытой диссипативной среде, которая чрезвычайно чувствительна к малым внешним воздействиям.

Если древним породам Балтийского щита приписать структуру до-мажорной гаммы, то по сложности математического описания динамику одних только сейсмических и электромагнитных волн, возникающих в «момент взрыва» очага землетрясения, можно уподобить симфонии Бетховена. Импедансы (волновое сопротивление) геофизической среды в окрестности Кольской сверхглубокой скважины, которые служат исходными функциями для определения электропроводности (следовательно, и температуры) горных пород, можно рассчитать за одну минуту — столько же времени потребуется для неспешного исполнения указанной выше гаммы в расходящемся движении. Для расчетов же динамики амплитудно-фазовых соотношений в упругих и электромагнитных волнах действующего очага понадобится время, сравнимое со временем существования Вселенной, то есть около 15 миллиардов лет!

Спешу утешить читателя: столь долго гонять ЭВМ нет необходимости, ибо результаты подобного «космического» расчета, основанного на детерминистском подходе, вряд ли можно использовать в прогностических целях. Так же, как и расчет отражений акустических волн при исполнении Пятой симфонии Бетховена ничего не прибавит к божественной красоте этого великого произведения.

Помогут ли нам бифуркации?

Опасайтесь ненужных нововведений, особенно если они логически обоснованы.

Уинстон Черчилль

Здесь нужны иные подходы. В самом деле, что понимать под «очагом» землетрясения? По нынешним представлениям, для мелкофокусных, наиболее разрушительных землетрясений очаг ассоциируется с образованием микротрещин. Они зарождаются под влиянием зашкаливающих тектонических напряжений в горных породах и стремительно перерастают в трещины. Процесс становится лавинообразным и сопровождается излучением колоссальной энергии в виде разрушительных сейсмических волн. Итак, мы имеем дело с регулярной структурой — земной твердью, которая вдруг начала гулять и перешла в хаотический режим.

«Где лежит граница между регулярной, но сложно организованной структурой и хаосом? — спрашивает профессор Физического факультета МГУ А.Ю.Лоскутов. — Критерием может служить устойчивость возникающих образований по отношению к малым возмущениям. Если такая устойчивость отсутствует, детерминированное описание (при помощи уравнений математической физики. — М.С.) теряет смысл и необходимо использовать статистические методы». Переход от регулярной структуры к хаотической происходит не постепенно, а только скачком. Исследованием свойств хаотических режимов, насту-

пающих вслед за разрушением регулярных структур, упорно занимаются синергетика и нелинейная динамика.

Однако еще задолго до появления самого термина «синергетика», предложенного Германом Хакеном в начале 70-х годов прошлого века для обозначения самоорганизации в живых и неорганических структурах, в гидродинамике (а именно в теории подобия) использовали целый набор безразмерных параметров, определяющих переход течения жидкости или газа из одного режима в другой. Например, критическое значение числа Маха, равное единице, характеризует переход от дозвукового течения к сверхзвуковому, а строго определенные значения числа Рейнольдса — переход от устойчивого ламинарного течения к хаотическому турбулентному. Но соответствующая теория подобия для сейсмического излучения не разработана.

Возвращаясь к вопросу о предсказании землетрясений, следует заметить, что математический аппарат теории динамического хаоса, который может приблизить нас к предсказанию поведения хаотических систем, в нашем случае — взрывных геологических процессов, пока находится в зачаточном состоянии. Естественно предположить, что в «момент X» (начало лавинообразного процесса) малые возмущения начальных условий в очаге землетрясения нарастают экспоненциально, поэтому предсказать поведение системы не представляется возможным. Развитие событий может быть описано лишь вероятностным образом. Точное предсказание катастрофических землетрясений опять скрывается в тумане неопределенностей.

Еще не все потеряно? Потеряем в процессе!

Прогноз есть построение устойчивого целого на основе множества неустойчивых компонент.

Академик В.Н.Страхов

Означает ли сказанное выше, что пора прекращать работы по прогнозу? Почему-то вдруг приходят в голову полные оптимизма резолюции Постоянной центральной сейсмической комиссии Императорской академии наук более чем столетней давности. «Сейсмология, самая юная из всех отраслей человеческого знания, за последнее время быстрыми шагами двинулась вперед... поставлен также на научную основу вопрос о предсказании землетрясений»...

Прошло детство, отрочество, юность, наступила зрелость и даже перзрелость. И вот в книге, упомянутой в начале статьи, не без удивления читаем: «В исследованиях проблемы краткосрочного прогноза землетрясений в настоящее время отсутствует необходимая общая методология... адекватно не сформулированы необходимые (хотя еще и не достаточные!) условия». Но далее авторы как бы берут реванш и уверенно формулируют пять необходимых и два достаточных условия краткосрочного прогноза. Оказывается, что на выполнение всего комплекса работ потребуется 10—15 млрд. рублей в течение 10—15 лет! Федеральная программа составлена весьма убедительно, но прошло уже пять лет, а никаких практических шагов для ее реализации пока не сделано.

Справедливости ради надо сказать, что в арсенале сейсмологов имеется пока еще не задействованная козырная карта — комплексирование «мерцающих» прогностических признаков. Как видно из определения Страхова (см. эпиграф), это первое и необходимое условие прогноза. Напомню, что комплексирование предполагает совместное изучение самых разных предвестников землетрясений — физических, биологических и других. На самом деле бесплодные разговоры о комплексировании ведутся у нас годами. Теперь можно с удовлетворением кон-

статировать, что Российская академия наук бережно сохраняет славные традиции Императорской академии наук, главная из которых — процесс, а не результат. И сегодня геофизики лишь укрепляют эти традиции. Так, в недавней частной беседе один из наших ведущих сейсмологов поделился с коллегами, что в своей будущей книге он отодвигает время появления методик краткосрочного прогноза землетрясений на 30 лет вперед. Откуда взялась эта цифра, когда научных обоснований вроде бы и нет? Если написать не 30, а 20 лет, то чем черт не шутит, может, еще и ответить придется. 40—50 лет это многовато, люди и так ждать устали. А 30 лет, учитывая наш отнюдь не юный возраст, — в самый раз!

Менее всего хотелось бы обвинять в плачевной ситуации с краткосрочным прогнозом ученых-сейсмологов. И дело даже не в унижительно убогом финансировании отечественной науки, ибо японские и американские сейсмические проекты не страдают от отсутствия денег, но ощутимых результатов все равно нет, и вряд ли они в скором будущем появятся. Дело в чем-то другом, в каких-то скрытых дефектах методов «пассивной» (наблюдательной) геофизики, которые при исследовании «взрывной тектоники» неизбежно заводят в тупик.

Как обмануть природу?

Мир есть конструкция, в построении которой мы все можем принимать участие.

И.Р.Пригожин

Надо искать другие пути. У природы есть в запасе множество сценариев развития сейсмических событий, чтобы обмануть геофизиков (разыгрывается-то один, и мы не знаем заранее какой!) Так почему бы и человеку в целях самосохранения не изыскать возможность управлять закономерностями непокорной природы?

Представим на миг, что землетрясения вдруг прекратились. Все человечество ликует и радуется, кроме сейсмологов, которые лишились работы. Однако радость эта преждевременна, поскольку нарушено динамическое равновесие литосферы, которое обеспечивают землетрясения. А это грозит страшными и непредсказуемыми последствиями для всего человечества. Земная кора может просто лопнуть, да так, что все мы провалимся в царство Аида.

Напрашивается мысль об искусственном регулировании сейсмических процессов. Пусть мощность сейсмического излучения в масштабах всей планеты сохранится и пусть трясет, но только не там, где живут и работают люди. И волки сыты, и овцы целы. Если все же землетрясения и случаются, то их интенсивность должна быть заблаговременно уменьшена благодаря разгрузке тектонических напряжений. И это отнюдь не фантастические бредни.

На Гармском и Бишкекском полигонах Института физики Земли РАН еще 30 лет назад было доказано, что воздействие импульсов тока магнитогидродинамического генератора (МГД-генератора) на геологическую среду вызывает ответную сейсмическую разгрузку земной коры (см. «Химия и жизнь», 2005, № 11). Напомню, что МГД-генератор — это машина, которая умеет преобразовывать химическую энергию порохового заряда (иди продуктов его сгорания) в электрическую энергию. Во время пуска МГД-генератор создает мощный короткий импульс длительностью несколько секунд, который разряжается в земную кору, достигая глубин в несколько десятков километров. Очень слабые токи воздействуют на созревающий очаг землетрясения и порождают серию слабых землетрясений. По сути, мы их провоцируем. Но оказалось, что излучаемая ими сейсмическая энергия, уже на-



копленная ранее геологической средой, в сотни тысяч и миллионы раз превосходит энергию самого МГД-генератора! Оставшаяся сейсмическая энергия в потенциальном очаге землетрясений просто не дотягивает до критических значений, при которых возникают катастрофические события. В результате изменяется пространственно-временная картина сейсмической активности

Если это действительно так, то можно надеяться, что регулярный запуск МГД-генератора снизит сейсмическую опасность, при этом радиус «отжига» катастрофических землетрясений составляет порядка 500 км. Несколько десятков МГД-генераторов, расположенных в пределах мирового сейсмического пояса от Камчатки до Альпийских гор, включая Курилы, Сахалин, Японские острова, Памир и Кавказ, могли бы защитить густонаселенные области планеты от разрушительных землетрясений.

Одиннадцать лет назад академик Е.П.Велихов предложил программу широкомасштабного эксперимента «Разработка технологий уменьшения сейсмической опасности при помощи мощного импульсного МГД-генератора». Эксперимент, планируемый на Камчатке, должен был дать ответы на принципиальные вопросы, например: действительно ли землетрясения, инициированные импульсом тока, приводят к разрядке тектонических напряжений? Эксперимент мог оказаться чрезвычайно продуктивным для построения прогноза землетрясений по Страхову, для выявления параметров созревающих сейсмических очагов, таких, как координаты, глубина, вероятный фокальный механизм и тип подвижки, магнитуда, степень зрелости очага.

Исследователи предполагали выбрать два очага, экспериментальный и контрольный в сходных геолого-геофизических условиях. На первый планировали воздействовать при помощи МГД-генератора и, возбуждая умеренную сейсмичность, попытаться спровоцировать разрядку накопившихся в нем напряжений. Второй очаг служил бы контролем. Только лишь постановкой указанного эксперимента можно было бы озадачить целое Сколково. В случае успеха, то есть создания гибких технологий отжига катастрофических землетрясений, затраты на работы окупились бы сторицей. Ибо нет цели благородней, чем спасение людей. Однако эксперимент не состоялся — увяз в трясине бюрократических отписок.

Если посмотреть шире, то речь идет о новой научной парадигме, которая объединяет высокие технологии, «проблемные» для существования человека явления природы, включая самого человека, и необычные способы решения этих проблем, выходящие за рамки традиционного научного метода. Смысл новой парадигмы — в искусстве изменять в нужном для человека направлении закономерности природы, по старинке считающиеся неизменяемыми, и управлять ими. Кстати, пример такого конструктивного подхода уже демонстрирует генетика.





Художник К.Ставрова

Кислота и красота

Р.Акасов

Красота, как известно, требует жертв. И каждый год в мире ей в жертву приносят тысячи петушиных гребней и бычьих глаз. Нет, это не тайный религиозный обряд. Это всего лишь первая стадия получения гиалуроновой кислоты — философского камня многих фармацевтических компаний, превращающих в золото желание людей молодо и красиво выглядеть. Около 15 граммов этого вещества содержится в среднестатистическом гражданине, в тканях его глаза, в коже и в суставной жидкости. Гиалуроновая кислота — часть нашего богатого внутреннего мира, по крайней мере, такого, каким видит его биохимик.

Стекловидный источник

Открытие гиалуроновой кислоты нельзя назвать случайным, но все же без вмешательства случая тут не обошлось. В 1930 году молодой немецкий биохимик Карл Мейер начал работать в университете Беркли, в лаборатории Герберта Эванса — того самого, кто впервые выделил гормон роста и витамин Е. На протяжении двух лет Мейер занимался гормонами передней доли гипофиза, а в 1932 году уехал в Европу на научную конференцию. Неожиданно пришла новость, что он уволен: начальник почему-то посчитал, что Мейер останется в Германии, и закрыл его ставку.

Но оставаться в Германии Мейеру со-

всем не хотелось — были уже заметны первые признаки будущей бури, а Мейер слишком хорошо помнил бурю прошлую: в 1917 году, в самом конце Первой мировой войны, он был призван в немецкую армию и год провел в окопах. Поэтому Мейер возвращается в Штаты, а в 1933 году друзья устраивают его ассистентом профессора на кафедру офтальмологии Колумбийского университета. В таких условиях выбирать поле для деятельности не приходится — его новая лаборатория занимается изучением лизоцима, и Мейер волею-неволею подключается к этим исследованиям.

Лизоцим, открытый знаменитым Александром Флемингом в те годы был очень популярен — еще бы, ведь до открытия антибиотиков это было чуть ли не единственное средство против бактериальных инфекций. К офтальмологии этот фермент имел самое прямое отношение: Флеминг получал его из слез, поэтому изучать лизоцим логично было в тканях глаза. Вообще, механизм действия лизоцима был относительно понятен уже в те годы: фермент разрушает полисахариды, из которых состоит оболочка многих бактерий, в результате чего те благополучно погибают. Причем было известно, что в стекловидном теле глаза тоже находится какой-то полимер, очень похожий на полисахариды бактерий. Его и попытался выделить Мейер.

Из сотни бычьих глаз, использованных в эксперименте, он со своим ассистентом Джоном Палмером получили 0,25 граммов вещества и определили его состав: уоновая кислота, аминоксахар и, как предположили исследователи, пятиуглеродные сахара — пентозы. Позже выяснилось, что с последним предположением Мейер ошибся, впрочем, это было не очень важно. К лизоциму полученное вещество оказалось вполне устойчиво, а название получило согласно принятой в биохимии традиции — по источнику выделения, от греческого слова *thialos* — стекло.

Открытие Мейера не вызвало резонанса в мире. И хотя гиалуроновую кислоту позже нашли и в синовиальной жидкости, наполняющей суставы, и в пупо-

вине, и в коже, интерес к ней до определенного времени был скорее академическим. Но сам факт выделения гиалуроновой кислоты положил начало целой области биохимии, которой Карл Мейер остался верен до конца своей жизни.

Когда в 1967 году его выбрали в Национальную академию наук, он так высказался о своей работе: «Оценивая свою научную карьеру, я часто задавался вопросом: стоило ли так упорно придерживаться технически трудной и очевидно неперспективной области, в то время как мои коллеги и друзья занялись более престижными и многообещающими исследованиями? Причин моего постоянства несколько, среди них и моя нелюбовь к проторенным тропам. Кроме того, я чувствовал себя преданным своей теме — биологическим функциям мукополисахаридов в соединительной ткани, их роли в дифференцировке клеток и в наследственных болезнях». Забегая вперед: Мейер вновь оказался не прав, когда не верил в перспективность своих работ. Спустя всего несколько лет популярность гиалуроновой кислоты в самом буквальном смысле стала расти на глазах — благодаря успехам офтальмологов и развитию микрохирургии для лечения глазных болезней.

Что же представляет собой гиалуроновая кислота на самом деле? Это длинная неразветвленная молекула, в которой чередуются остатки D-глюкуроновой кислоты и N-ацетилглюкозамина. Не вдаваясь в подробности, отметим, что оба эти вещества — это модифицированные молекулы глюкозы. Молекула гиалуроновой кислоты может содержать более 30 000 остатков каждого из этих веществ. Кроме того, в организме эта цепочка всегда связана с некоторым количеством белка. Интересно, что подобная структура универсальна и встречается у самых разных представителей животного мира и даже у некоторых бактерий.

Гиалуроновая кислота относится к классу гликозаминогликанов. Старое название этой группы веществ — мукополисахариды, от латинского слова *tucus* — слизь. Как несложно догадаться, такое название они получили за способность связывать большое количество воды. Например, наша гиалуроновая кислота уже в концентрации 10—20 граммов на литр представляет собой же-



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

леобразную вязкую субстанцию, поэтому она идеально подходит для «смазки» трущихся деталей в организме — например, тех же суставов.

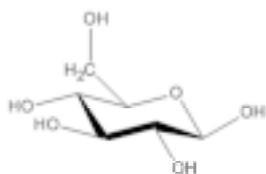
Протез глаза и гладкая кожа

Начало применению гиалуроната в медицине положил венгерский ученый Андре Балаш. С 1947 года он работал в Стокгольме и занимался внеклеточными полисахаридами. Особенно его интересовала гиалуроновая кислота: он исследовал ее вязкость в зависимости от pH и ионной силы раствора, ее расщепление под действием ультрафиолета, а также изучал, как гиалуроновая кислота действует на живые клетки.

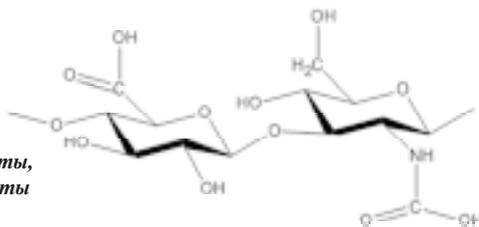
Кстати, подтвердить некоторые результаты работ венгерского ученого можно, что называется, и в домашних условиях, хотя делать это настоятельно не рекомендуется. Гиалуроновая кислота содержится в коже и участвует в регенерации тканей. Если на кожу попадает слишком много ультрафиолета, развивается воспаление — «солнечный ожог». При этом синтез гиалуроната прекращается, а скорость его распада увеличивается. Жгучее солнце лета 2010 года многих успело познакомить с этой особенностью химии гиалуроновой кислоты.

Балаш сосредоточил свои усилия на изучении стекловидного тела. Он пытался использовать гиалуроновую кислоту для его протезирования, но столкнулся с главной проблемой: недостаточная чистота препарата вызывала иммунный ответ и воспаление. Ведь сырьем для получения вещества служили природные источники — пупочные канатики и петушиные гребешки. А гиалуроновая кислота в них связана с белками, на которые и реагировала иммунная система протезируемого. Лишь к 1970 году Андре Балаш — уже профессор — смог разработать технологию высокоочищенного гиалуроната. И как только такой препарат был получен, стало ясно, что одним протезированием стекловидного тела его применение не ограничится.

Так, выяснилось, что гиалуроновую кислоту можно использовать при операциях на глазах, поскольку очень густой и



Выше — глюкоза, основа многих природных полимеров. Ниже — димер гиалуроновой кислоты, состоящий из остатка D-глюкуроновой кислоты (слева) и остатка N-ацетилглюкозамина (справа). Такой димер повторяется в цепочке гиалуроновой кислоты до 30 000 раз



вязкий раствор этой кислоты защищает нежные ткани глаза от пересыхания и повреждений хирургическими инструментами. Первый коммерческий продукт, представляющий собой гиалуронат в концентрации 10 мг/мл, получил название «Healon».

Представители фирмы, с которой сотрудничал Балаш, сперва не верили, что их препарату найдется применение в офтальмологии. Их больше привлекало его возможное использование для лечения суставов. Поэтому еще в 1970 году высокоочищенную гиалуроновую кислоту пытались вводить в суставы беговых лошадей, страдающих артрозом. При этой болезни хрящевая ткань сустава размягчается, становится тонкой и неоднородной. Это уменьшает подвижность сустава, вызывает боль и воспаление, а в перспективе — повреждение костей. Введение гиалуроновой кислоты должно было снизить трение и уменьшить нагрузку на хрящи.

Эффект от процедуры обнадеживал — симптомы болезни уменьшались. Разумеется, медики попытались применить подобный подход и к лечению людей, однако в этом случае все пошло не так гладко. Если одни исследования показали эффективность внутрисуставных инъекций гиалуроната, то другие не обнаружили ощутимой разницы между ним и плацебо. Кроме того, врачи выяснили, что на разные группы людей это лечение влияет по-разному: например, лучше всего инъекции гиалуроновой кислоты действуют на суставы пожилых людей, причем на мужчин лучше, чем на женщин. Из-за таких неоднозначных и местами противоречивых результатов новый метод лечения долгое время не мог войти в медицинскую практику, но сейчас это одна из признанных методик, и многие клиники предлагают ее своим пациентам. Некий парадокс заключается в том, что инъекции гиалуроновой кислоты эффективнее всего на ранних стадиях болезни, но на этом этапе мало кто решится на такую процедуру. Это долго (3—5 инъекций в течение недели), недешево, иногда болезненно и не всегда результативно. Поэтому на практике к этому методу чаще прибегают, когда боли уже сильные и на горизонте маячит перспектива операции.

В последнее время весьма популярным стало применение гиалуроновой кислоты в косметике — для борьбы с морщинами, а также для коррекции формы губ или подбородка. В норме наша кожа ровная и гладкая — за счет того, что она удерживает некоторый объем воды. Эта влага называется свободной, хотя на самом деле она, конечно, связана с гигроскопическими молекулами в коже, в том числе и с гиалуроновой кислотой. Свободная она потому, что находится в некотором равновесии с окружающей

средой. Если в кожу проникает больше воды (например, после долгого купания), то ткани набухают, расширяются и образуют складки. Подобный эффект на подушечках своих пальцев наблюдал, наверное, каждый. Но основной путь попадания воды в кожу — изнутри, диффузией через стенки сосудов. Обратный процесс — обезвоживание кожи — идет путем испарения через ее верхний слой, эпидермис. В норме между этими двумя процессами сохраняется равновесие.

Однако с возрастом кровеносная система не так хорошо питает кожу (как следствие, воды поступает меньше), а обновление клеток замедляется (эпидермис хуже защищает от испарения). Для такой кожи характерен дефицит влаги, признак этого — печально известные морщины. Чтобы компенсировать возрастные изменения, косметологи вводят дополнительную гиалуроновую кислоту под кожу с помощью инъекций. Однако, судя по всему, уровень гиалуроновой кислоты в коже примерно одинаков с младенческого возраста до глубокой старости. Значит, дополнительное количество гиалуроната организм воспримет с недоумением и начнет ликвидацию излишков. Поэтому эффект от процедуры не слишком долговечен — чистая гиалуроновая кислота будет разложена максимум за 10 суток. Чтобы продлить эффект хотя бы на год, кислоту модифицируют — в основном за счет соединения разных цепей кислоты химическими «мостиками». Это затрудняет работу расщепляющим ферментам, но зато и делает имплантат менее биологически совместимым — при этом растет риск негативной реакции организма.

С другой стороны, разложение гиалуроната в живой ткани (медики называют это биодеградацией) — не всегда плохо. Более того, это даже замечательно, если речь идет, например, о том, чтобы поместить в гиалуронат лекарственное вещество. При таком способе введения лекарства не бывает пиковых концентраций, «бьющих» по почкам и печени, а само вещество действует долго и непрерывно, высвобождаясь по мере разрушения своего гиалуронового окружения.

Еще одна очень перспективная область — применение гиалуроновой кислоты для заживления ран. Связано это даже не с тем, что ее препарат со временем растворяется — биодegradируемые материалы сегодня не редкость. Важнее необычное влияние кислоты на клетки: она не только способствует их росту, но и усиливает миграцию. Наиболее ярко это свойство гиалуроновой кислоты проявляется во время эмбрионального развития: у плода заживление ран происходит без образования рубцов. Используя гели из гиалуроновой кислоты, врачи пытаются бороться со шрама-

ми — например, вызванными сильными ожогами. Первую такую попытку предприняли еще в 1968 году, но и сейчас это направление активно изучают.

Гиалуроновая кислота входит также в состав многих косметических гелей и мазей. Может ли она помочь коже, действуя не изнутри, а снаружи? С одной стороны, проникнуть под слой эпидермиса длинным цепочкам гиалуроната многим легче, чем верблюду пролезть сквозь угольное ушко (хотя есть сведения, что радиоактивные «метки» гиалуроновой кислоты при нанесении извне удавалось обнаружить внутри организма). Очевидно, эффект гиалуроната в составе мазей состоит в том, что он образует молекулярную сетку, задерживая другие компоненты препарата и облегчая их проникновение внутрь. Кроме того, гиалуроновая кислота даже на поверхности связывает воду и этим уменьшает ее испарение из внутренних слоев.

Разумеется, сводить все процессы, происходящие в коже, к одной лишь гиалуроновой кислоте было бы ошибкой. Велика роль и коллагена, и различных белков — все это вместе работает в большом и сложном механизме. Однако в целом потребление гиалуроновой кислоты косметологией растет год от года.

Бактерии вместо петушков

Учитывая, насколько востребована сегодня гиалуроновая кислота, страшно представить, скольким петушкам пришлось бы пожертвовать своими гребешками для удовлетворения мирового спроса. К счастью, еще в 1937 году ученые смогли выделить гиалуронат из капсул стрептококков. Поэтому, как только сложился устойчивый спрос на продукт, биотехнологические компании стали разрабатывать и внедрять микробиологические схемы синтеза.

В 1997 году на рынке появился первый препарат гиалуроновой кислоты бактериального происхождения. Источником стал один из штаммов бактерии *Streptococcus zooepidemicus*. Эти микроорганизмы обитают в верхних отделах дыхательных путей и желудочно-кишечного тракта многих млекопитающих и в норме никак им не вредят. Однако иногда — например, в результате повреждения слизистой — бактерии могут проникать внутрь и вызывать воспаление, порой достаточно опасное. Капсулы из гиалуроната служат им щитом от воздействия среды, поэтому лечение часто трудное и длительное. Естественно, применение таких бактерий в промышленности значительно усложняет технологический процесс, заставляя тщательно следить за безопасностью производства. Кроме того, *S. zooepidemicus* умеют не только синтезировать гиалуроновую кислоту, но и разрушать ее с помощью ферментов ги-

алуронатлиаз. Для больного это означает, что токсины стафилококка будут активнее распространяться по тканям, так как ферменты бактерий будут растворять его собственную гиалуроновую кислоту. Технологию это тоже добавит головной боли, ведь полученный в ферментере продукт придется очищать не только тщательно, но и быстро.

Справиться с этими трудностями, конечно, можно. Для устранения первой проблемы подбирают непатогенные бактерии — например, *Streptococcus thermophilus*, которые обычно применяют в молочной промышленности для производства йогуртов и сыров. А чтобы преодолеть вторую проблему, используют методы генной инженерии. Так, ген, отвечающий за синтез гиалуроновой кислоты, пересадили в любимую биотехнологами картофельную палочку *Bacillus subtilis*. Поскольку ферментов, разрушающих гиалуронат, у картофельной палочки отродясь не было, на выходе она дает только целевой продукт и ничего лишнего. Последний способ — самый «молодой», сообщения о нем появились лишь несколько лет назад. Но потенциально это, пожалуй, один из лучших вариантов.

Впрочем, об окончательной победе микробиологического способа получения пока говорить рано. Свойства гиалуроновой кислоты сильно зависят от длины ее цепочки. Масса одной молекулы может колебаться в широких пределах — примерно от 1 000 до 10 000 000 дальтон. Организму человека соответствуют более длинные молекулы. Так, средняя молекулярная масса полимера, содержащегося в синовиальной жидкости человека, составляет примерно 3 000 000 Да. Микробным синтезом удается получить в основном более короткие цепи.

Для косметических целей и для создания биоразлагаемых материалов это не очень важно, но для той же микрохирургии глаза необходима максимальная длина молекул. В этом случае приходится мириться с недостатками природного сырья: длительностью экстракции, дороговизной, возможностью аллергической реакции, риском птичьих инфекций. Для косметики, наоборот, важно исключить побочные эффекты — иначе в один прекрасный день можно разориться, выплачивая огромные компенсации недовольным клиентам. Поэтому здесь микробный синтез, дающий менее аллергенный

продукт, уверенно вытесняет традиционный способ.

Стоимость одного килограмма гиалуроновой кислоты в зависимости от области ее приложения колеблется от 2000 до 60 000 долларов. Это высокая цена по сравнению с другими подобными продуктами схожего происхождения. В России нет биотехнологического производства гиалуроновой кислоты, а то количество, которое извлекают из гребней кур, не обеспечивает даже внутренний спрос.

Исследования гиалуроновой кислоты продолжаются. Один из вопросов, не дающих покоя ученым, — ее влияние на рост и развитие клеток, а также на их миграцию. И это важно не только для заживления ран. Гиалуроновая кислота необходима для правильного эмбрионального развития. Ее концентрации повышены и в мозгу молодых крыс по сравнению с крысами старыми. Но при этом, вполне вероятно, без нее не обходится и рост некоторых опухолей. Сейчас разрабатывают препараты, задача которых — ингибировать ферменты, синтезирующие гиалуроновую кислоту. Такие препараты могут оказаться эффективным средством против развития рака, хотя бы в некоторых случаях.



Московский Дом Книги СЕТЬ МАГАЗИНОВ

Крис Терни

Кости, скалы и звезды. Наука о том, когда что произошло
М.: Альпина нон-фикшн, 2011

Каков возраст нашей планеты? Когда и зачем были построены египетские пирамиды? Подделка ли Туринская плащаница? Отчего вымерли динозавры? Сколько на самом деле было ледниковых периодов? На примере самых интригующих загадок истории британский ученый Крис Терни показывает, как письменные источники, радиоуглеродный анализ, ДНК, пыльца растений, древесные кольца — все, что используют в новейших технологиях датирования — помогает археологам и геологам «заставить время заговорить». Эта увлекательная книга содержит и серьезное предостережение: если мы хотим достойно встретить будущее, особенно важно понимать прошлое.



А.Холанд

Молекулы и модели. Молекулярная структура соединений элементов главных групп.
М.: Красанд, УРСС, 2011

Монография посвящена анализу простых и сложных теоретических моделей (от лююисовой валентности и ионной модели до аномального эффекта и эффекта Яна-Теллера), которые используют в стереохимии, а также анализу особен-



ностей и закономерностям молекулярного строения соединений, которые образуют элементы главных групп Периодической системы (всего около 300 молекул). Рассмотрение моделей проводится с использованием математического аппарата, доступного читателю, получившему естественнонаучную подготовку в вузах классического университетского или технического профиля. Книга будет полезна как молодым ученым, начинающим свою научную карьеру, так и опытным исследователям, желающим получить систематизированную информацию по структуре молекул.

К.Деффейс, С.Деффейс

Удивительные наноструктуры
М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011

В красочном издании собраны точные и удивительно красивые изображения разнообразных объектов наномира. Некоторые из них кажутся очень простыми, другие же, напротив, весьма сложны. Предлагаемые структуры позволяют читателю оценить неожиданные возможности «наоархитектуры» и уловить взаимосвязь между особенностями строения и известными физико-химическими свойствами веществ. Более того, читатель сам убедится, насколько условны представления о простоте или сложности, особенно когда речь идет о биологических соединениях или о кристаллических решетках с необычными свойствами симметрии. Все иллюстрации снабжены пояснениями.



Эти книги можно приобрести в Московском доме книги.

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

Интернет-магазин: www.mdk-arbat.ru

Высокотехнологичный библейский ладан

Кандидат
физико-математических наук
С.В.Стовбун,
доктор химических наук
А.И.Михайлов

Про все, что хорошо пахнет, говорят «благоухает как ладан». А собственно, что такое ладан?

Чистый ладан — это смола ладанного дерева (рода босвеллия), которое встречается на Аравийском полуострове, в Восточной Африке и Индии. Ладанное дерево растет в горах при определенной влажности и температуре, вырастить его где-либо в иных местах не удастся, к тому же численность этих видов сокращается из-за добычи ароматной смолы. Из литературы по ароматотерапии известно, что эфирные масла ладана довольно активно действуют на человеческий организм. Они снимают боль, заживляют раны, стимулируют иммунитет и даже лечат депрессию. Пишут, что ладан также помогает при бронхиальной астме, хроническом бронхите, фарингите, инфекции мочевых путей и прочих заболеваниях.

В Библии описан один из первых в истории рецептов благовонного курения на основе ладана: «И сказал Господь Моисею: возьми себе благовонных веществ: стакти, ониха, халвана душистого и чистого ливана, всего поровну, и сделай из них искусством составляющего масти курительной состав, стертый, чистый, святой, и истолки его мелко, и полагай его пред ковчегом откровения в скинии собрания, где Я буду открываться тебе; это

будет святыня великая для вас...» (Исход, 30, 34–36).

Итак, на самом деле библейский ладан — не чистая смола ладанного дерева, а смесь разных веществ, впрочем, как и тот ладан, который воскуряют в современных церквях (только там, как правило, чистый ладан смешивают с другими компонентами). А в библейском их было четыре.

Ливан — ладан в современном понимании. Стакти — это греческое название, обозначающее капли смолы, которые сами текут из дерева без всякого надреза. По мнению большинства толкователей, стакти — это смола стираксового дерева (растет в Восточной и Юго-Восточной Азии, Центральной и Южной Америке). Бензойные смолы, производимые некоторыми видами стиракса, издревле использовали в парфюмерии, в медицине и в ритуальных целях. Халван, или гальбанум, — сок, который добывают из стеблей высоких растений семейства зонтичных *Ferula gummosa* и *Ferula rubricaulis*, растущих главным образом в Иране и других странах Ближнего Востока. Густой сок медленно вытекает из трещин в старых стеблях, но в коммерческих целях смолу добывают, делая надрезы около основания стебля. Гальбанум использовался как фимиам в обрядах многих религий. Он упоминается и в Ветхом Завете, и в египетских папирусах. Диоскорид и другие врачи древности описывают гальбанум как растение, обладающее болеутоляющим, спазмолитическим и мочегонным действием. Наконец, последний компонент, оних (опуща), — довольно загадочный, поскольку в переводе с греческого означает «ноготь». Есть несколько толкований, что же по этим подразумевалось, и нам пришлось

На фотографии сверху — частицы библейского ладана, видимые на предметном стекле при экспозиции 300 сек, масштабный отрезок — 10 мкм

провести свое серьезное исследование. Ониха («оперкулум» по-латыни) — это крышечка, закрывающая устье раковины одного вида морских улиток, которые водятся в Красном море. При сжигании эти пластинки дают довольно резкий запах, похожий на мускус и амбру.

Почему именно эти четыре компонента? Есть ли в этом какой-то физико-химический смысл? Оказывается, есть. Возможно, каждое вещество из этой смеси обладает достаточно сильным биологически активным действием, но именно все компоненты, приготовленные особым образом, превращаются при воскуривании в суперактивный очень мелкий аэрозоль.

В Институте химической физики мы провели интересный эксперимент. Собрали все компоненты библейского ладана — ладан, стиракс, гальбанум, ониху, причем исключительно из ареалов их исторического происхождения (Аман, Сомали, Иран, Йемен) — тех же самых, что и в библейские времена. Взяли все в равных пропорциях, как написано в Библии, затем тщательно растерли и смешали — получился библейский ладан.

Методика эксперимента заключалась в следующем. Образец ладана диаметром примерно 3 мм, лежащий на дне стакана, возгоняли с помощью спиртовки (см. схему). Ладан испарялся и, пройдя через узкое отверстие сверху стакана, оседал на предметном стекле оптического микроскопа. На нем и смотрели размеры образующихся частиц, а чтобы контрастность была больше, на предметное стекло нанесли прозрачную полимерную пленку. Таким же

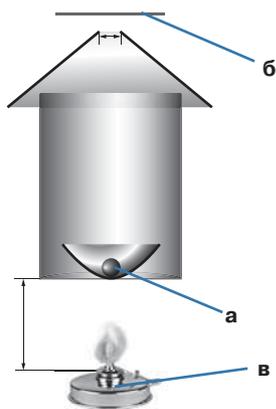


Схема эксперимента: шарик библейского ладана диаметром 3 мм (а), предметное стекло (б), спиртовая горелка (в)

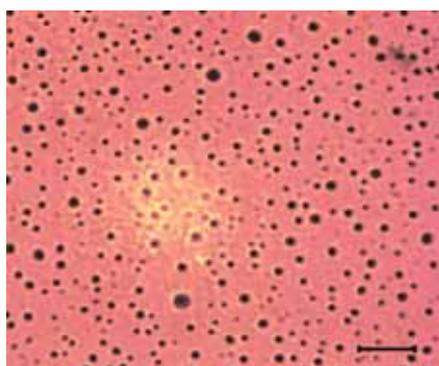
образом возгоняли отдельно по очереди все четыре компонента ладана.

Удивительное дело: из библейского ладана (время измерения до 30 минут) получаются очень маленькие частицы аэрозоля (диаметр меньше 1 мкм) и весьма однородные по размеру — до экспозиции 15 минут почти все частицы с дисперсией 2% имеют один размер (см. рис. на с. 26).

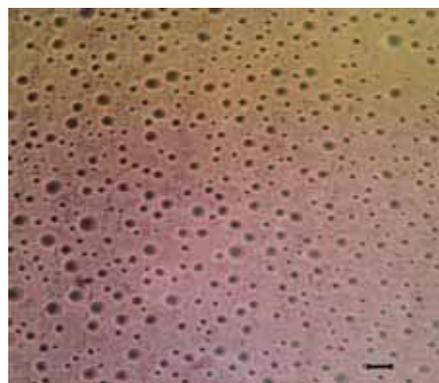
Возгонка отдельных компонентов библейского ладана дает другие частицы. Стиракс образует частицы размером 10 мкм, гальбанум — 30 мкм, а она — меньше 1 мкм (рис. 3). Чистый ладан не оставляет видимых «следов», то есть не изменяет оптическую плотность предметного стекла. Скорее всего, поскольку в чистом ладане много низкокипящих эфиров, он просто испаряется.

Судя по микрофотографиям, можно предположить, что они, частицы которого меньше 1 мкм, выполняет функцию носителя для биологически активных веществ чистого ладана, стиракса и гальбанума. Последние два, вероятно, также выполняют еще роль связующих. Надо отметить, что вообще аэрозоль такой высокой дисперсности нагреванием получить довольно сложно. Если размельчить и попробовать возгонять аналогичным способом другие материалы похожей физико-химической консистенции (мел, речную ракушку, янтарь, сосновую смолу), то частицы размером меньше 1 мкм получить не удастся. Это подтверждает уникальность и высокую технологичность библейской прописи.

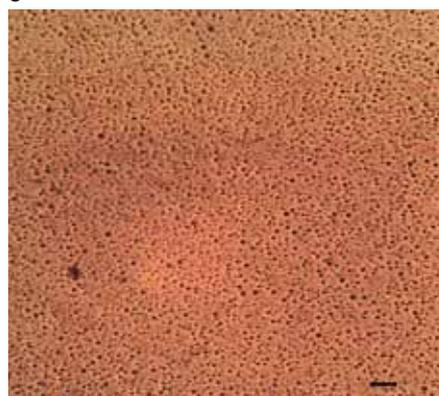
Теперь самое важное. Аэродинамические расчеты показывают, что если размер микрочастиц меньше 1 мкм, то с потоком воздуха они попадают в альвеолы легких и оттуда, по-видимому, в кровотока. Более крупные частицы в легкие не попадают, поскольку срываются с аэродинамических линий в зоне бифуркаций (то есть разветвления) и



а



б



в

Микрофотографии испарений стиракса (а), гальбанума (б), онаха (в). Экспозиция 300 сек, масштабные отрезки: а, б — 100 мкм, в — 10 мкм

сужения трахей и микротрахей — и налипают на их поверхность. Эффективность ингаляции такими частицами резко снижается, поскольку в альвеолы легких они не попадают.

А что же происходит в легких с частицами меньше одного микрона? Известно, что частицы размером несколько микрон и меньше могут проникать внутрь клетки с помощью специального механизма — пиноцитоза. Есть уже наглядные доказательства — последние исследования на крысах показали (см. ноябрьскую онлайн-публикацию на сайте журнала «Nature Biotechnology»), что частицы с диаметром менее 34 нм и некарионным поверхностным зарядом быстро переносятся из легких в расположенные рядом лимфоузлы и кровь.



ВЕСТИ ИЗ ЛАБОРАТОРИЙ

Наглядные, поскольку за перемещением этих частиц следили по излучению в ИК-области.

Поэтому нет сомнений, что библейский ладан и его биологически активные компоненты, проникая в легкие, а оттуда в кровь, должны оказывать активное действие на организм. Отдельные его компоненты, кроме онаха, тоже биологически активны (как и описано в учебниках по ароматотерапии), но они действуют на организм только через обонятельные рецепторы, поскольку образуют аэрозоль большего размера.

Чтобы проверить это предположение о физиологическом действии на весь организм, мы провели две серии экспериментов на беспородных крысах с интервалом один месяц. У крыс моделировали летальную инфекцию (перитонит), которую вызывали с помощью стандартной методики. Одну группу животных при этом выдерживали в испарениях библейского ладана в течение 15 минут, а контрольную — нет. Такое время — ведь в среднем именно столько воздействует на человека дым ладана во время церковной службы. К 11-м суткам в контрольных группах эксперимента умерли все десять животных, а в группах, которые подышали библейским ладаном, выжило в первом эксперименте четыре, а во втором — пять животных. Поскольку обе серии экспериментов были совершенно независимы, то можно считать, что именно дым библейского ладана оказал сильное антибактериальное и иммуномодулирующее действие на животных.

Таким образом, вполне возможно, что ритуальные возкурения библейского ладана не только способствовали созданию настроения, но и улучшали здоровье верующих. Очень важно, что необходимое условие для получения частиц размером меньше 1 мкм — точное выполнение библейской прописи. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что она не случайна, а высокотехнологична. И мы недооцениваем знания наших предков в библейские времена, переданные нам в оригинальных текстах.

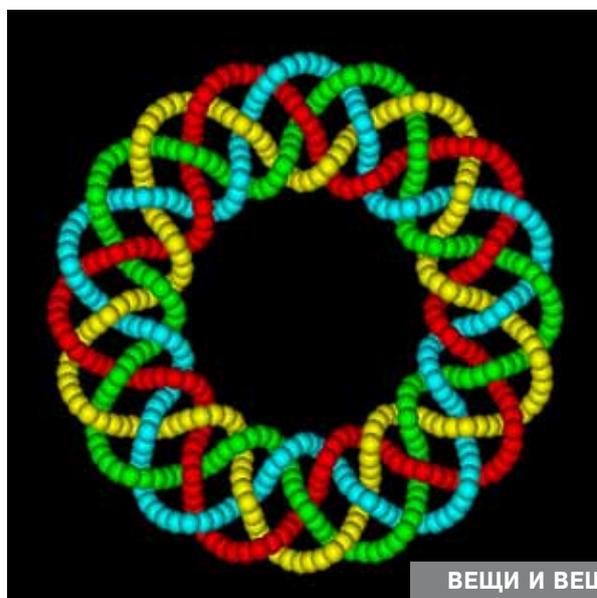
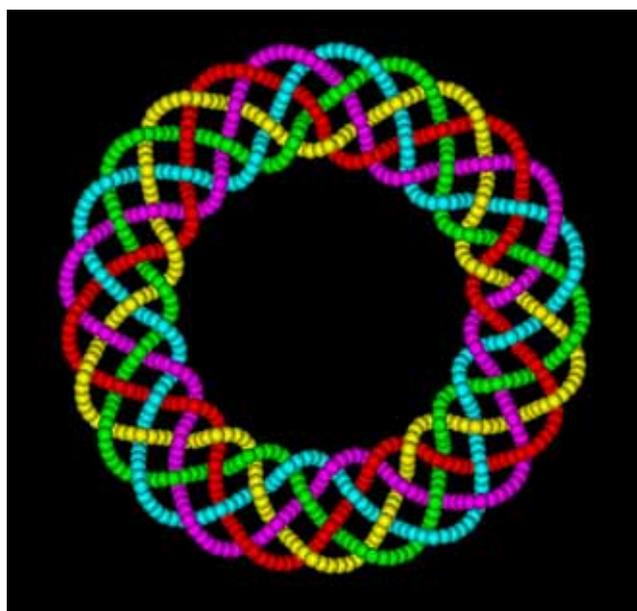
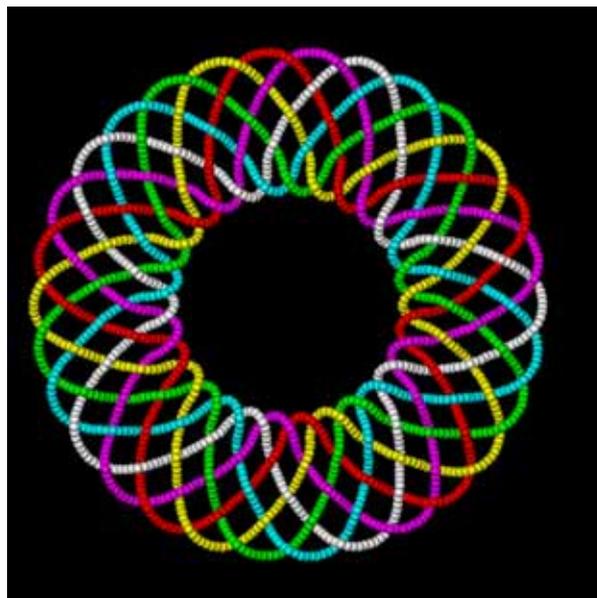


Карбиновые макраме

Доктор химических наук
М.Ю. Корнилов

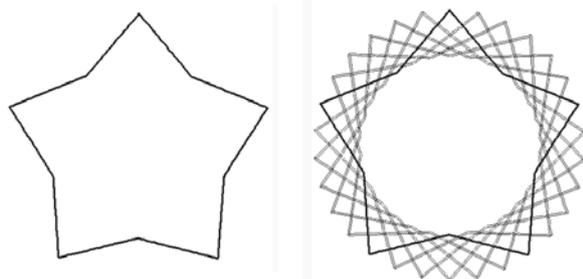
Предлагаем читателю полюбоваться новым чисто углеродным изделием, которые мы назвали «карбиновым макраме» (рис. 1).

Подобно веревочному, химическое макраме сплетено из карбиновых ниток — цепочек углеродных атомов, связанных двойными связями $=C=C=C=C=$.



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

1
Карбиновые макраме из четырех, пяти и шести ниток



2
*Карбиновая звезда и пакет из шести таких звезд.
На наклонной проекции показана волнообразная форма лучей звезды*

Исходная структура каждого плетеного изделия состоит из нескольких концентрических звезд, лучи которых имеют особую волнообразную форму (рис. 2). Зачем? Чтобы карбиновые нитки обвивали друг друга, нигде не соприкасались и не пересекались, когда начинается оптимизация геометрии. Только тогда получается плавное переплетение ниток и симметричная форма макраме. Мо-

дели собраны и оптимизированы с помощью химического конструктора HyperChem.

Этой заметкой мы заканчиваем экскурсию по «компьютерным» углеродным макромолекулам. Пользуемся возможностью напомнить, что существование углеродных нанотрубок и некоторые их свойства были предсказаны автором этого цикла, а первая публикация была в нашем журнале (1985, № 8).



Полезные ссылки

Нефтехимия в России



<http://www.petrochemistry.ru/index.php>

Часть проекта www.newchemistry.ru, о котором мы уже писали. Организована примерно так же: новостной раздел, информация о предприятиях и их продукции, объявления о купле, продаже и трудоустройстве, оценки экспертов, маркетинговые обзоры. Есть замечательный справочный отдел, где можно скачать ГОСТы по нефтепродуктам и химпродуктам. Там же — профессионально составленные справочники по множеству потенциально полезных тем: масла, топлива, термопласты, добавки, химические и производственные процессы... Имеются полезные разделы «Основы химии» и «Каталог химических ресурсов». В словаре терминов почему-то не работают гиперссылки, но это, очевидно, временно. В разделе «События отрасли» — информация о выставках. Имеется работающий форум.

Журнал «Природа»



ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ РАН

<http://www.ras.ru/publishing/nature.aspx>

Бесплатная сетевая версия одного из старейших и любимейших журналов о естественных науках. Статьи для «Природы» пишут ученые, и не все эти статьи одинаково просты для понимания. Но они гораздо проще, чем научные статьи на ту же тему, а информация в них всегда актуальна и достоверна. Страничка журнала расположена на сайте Российской академии наук и отличается крайней простотой: никаких мигающих баннеров, зато и никаких дополнительных сервисов, только номера журнала в формате pdf, с 2002 по последние месяцы 2010 года. К сожалению, нет возможности скачивать отдельные статьи или просматривать оглавления. С другой стороны, четыре — шесть мегабайтов — не такой уж «тяжелый» файл, а в журнале наверняка окажутся и другие интересные статьи.

Публикации Американского химического общества



<http://pubs.acs.org/>

Американское химическое общество (кстати, его собственный сайт, <http://portal.acs.org/>, тоже будет интересен всем, кто любит химию и читает по-английски) открывает свободный доступ к оглавлениям журналов. Кроме оглавлений (с полными именами и местами работы авторов статей, что может быть полезно для поиска) бесплатно можно посмотреть иллюстрации в низком разрешении. Чтобы скачать статью, необходимо оформить подписку или заплатить за временный допуск. Часть статей вывешивается в режиме ASAP (As Soon As Publishable), то есть до публикации на бумаге. Помимо обычного оглавления в каждом номере собраны отдельно наиболее читаемые и наиболее цитируемые статьи. На том же сайте — свежие химические новости: и о новейших открытиях, и о событиях в бизнесе, и о том, как американский президент награждал медалями выдающихся химиков.



Английский язык из первых рук

eFl.ru

Главная Статьи

<http://www.efl.ru/>

Каждый, кто занимался переводами, знает: в некоторых ситуациях не помогает ни хороший словарь, ни продвинутая программа-переводчик. Только у живого коллеги-переводчика можно получить ответ на вопрос, допустимо ли перевести «I'm already seeing someone» как «Я уже встречаюсь с одним человеком», имея в виду романтические отношения. Такую возможность дает форум на сайте «Английский язык из первых рук». (Несмотря на название, там есть также разделы, посвященные немецкому и французскому.) На форуме обсуждаются тонкости изучения и преподавания языков, распространенные тесты и экзамены, образование за рубежом. Тут можно узнать, где скачать записи речи детей — носителей языка (детей понимать труднее), улучшают ли ваш иностранный язык дружба по переписке и виртуальная любовь, какой электронный словарь самый хороший... И самое полезное — как перевести трудное английское выражение на русский, и наоборот.

Украшения своими руками

HandsHand.
RU



<http://handshand.ru/>

Советы по рукоделию на страницах популярных изданий в последнее время встречаются реже, для этого теперь есть специализированные журналы. А также сайты — например, такие, как этот. Здесь собрана отличная коллекция уроков по изготовлению украшений из полимерной глины (и это не такое уж детсадовское занятие: вы знаете, например, что такое техника хидден мэджик или как сделать из пластики имитацию лазурита и бирюзы?), по декупажу (даже тех, кто понимает это слово, удивит использование картинок, распечатанных на принтере). Менее хорошо представлены обычные вязание и плетение из бисера. Здесь же — инструменты, фурнитура, различные технические приемы, возможность задать вопрос (в том числе без авторизации, по нику Живого Журнала или другого ресурса, предоставляющего OpenID)... Что удивительно, пишут и комментируют не только дамы, но и мужчины.



Художник Н. Колпакова

Что такое жизнь: возвращаясь к Шредингеру

Л. Хатуль

Научные тексты бывают нескольких видов. Сообщение об исследовании: исследовали что-то, нашли то-то. Маленькое, пушистое, с хвостиком. Под словом «исследовали» можно понимать и чистое наблюдение, и эксперимент, и их сочетания, и даже теоретическое исследование — попробовали вот такой метод расчета, и вот что получилось. А также все, между теорией и экспериментом промежуточное, — например, всяческие моделирования: от модели на той же или почти той же материальной базе до компьютерного моделирования, которое явно ближе к теоретическому исследованию.

Другой вид научного текста — сообщение о достигнутом понимании: об идее, о гипотезе, о теории. Часто в одной публикации автор повествует и об исследовании, и о достигнутом понимании. В каждой области сложилось свое представление о приличном сочетании исследования и понимания. Измерение электрического сопротивления нового металлического сплава, скорее всего, будет воспринято как лабораторная работа, по нынешним временам — диплом. А для публикации в серьезном журнале, вероятно, потребуются внятно объяснить, чем этот сплав так интересен и как полученные импреком данные продвигают, развивают, расширяют и способствуют. Если это, конечно, не сверхпроводимость при 293 К и 100 кПа. Но этими двумя вариантами корпус научных текстов не исчерпывается.

Существуют еще обзоры, которые вроде бы вообще не содержат новой информации. Хотя иногда сам факт включения результата, полученного N., в картину явления X. может оказаться «новой информацией» — если ранее никто не сообразил, что этот результат, оказывается, имеет отношение к этому явлению, да еще такое непосредственное, кто бы мог подумать! Иногда само объединение и представление уже известных данных можно квалифицировать как некоторую новизну. Есть же такая область — науковедение. Кстати, когда-то начальница патентного отдела моего родного предприятия попыталась помешать публикации одного из моих обзоров, который содержал ссылки только на ранее опубликованные и открытые источники. С мотивировкой, что обзор создает такую содержательную картину состояния отрасли, что должен публиковаться с грифом секретности. Заметим, что это вообще было не ее дело, «первый отдел» публикацию разрешил, но каков нюх!

Если речь идет о каком-либо относительно узком вопросе, скажем о тех же электрических свойствах металлов, то примерно понятно, что может иметь к этому отношение. Если же речь идет о вопросах более общих, то и привлекаться к рассмотрению могут данные из более разнообразных областей и источников. Например, к вопросу о том, «что такое жизнь», в силу его всеобщности, близкой к экстремальной, может быть привлечено почти все. Ибо сам этот вопрос лежит лишь на одну ступень ниже глобального и поэтому бессмысленного — в рамках науки — вопроса «что такое все».

Для полноты рассмотрения отметим, что именно поэтому глобальные вопросы привлекают непрофессионалов. Де-

ловитые жулики чистят кошельки сограждан, пугая то электромагнитной опасностью, то силовыми линиями, торчащими из стен. Бесхитростные и трудолюбивые безумцы размещают в Интернете «теории всего», до десятого знака предсказывая радиус атомного ядра и расстояние до Сатурна. Менее бесхитростные создают предприятия, получают бюджетное финансирование и радостно делят его с соучредителями, обеспечившими это самое финансирование. Как гласит американская поговорка (которую приводит в одном из своих сборников цитат и афоризмов К.Душенко, www.dushenko.ru) — «Если речь идет непонятно о чем, значит, она идет о деньгах».

Отсюда вывод: когда нам предлагают нечто глобальное, полезно поинтересоваться, замечен ли автор не в столь глобальном, но конкретном и работающем. Благо тот же Интернет позволяет это высанить за десять минут (если мы сами не забыли школьные физику и химию). В данном случае — когда речь идет о Генрихе Романовиче Иваницком — все в порядке: конкретного и работающего у него и его сотрудников предостаточно. Вы можете установить это сами, а можете и поверить нам на слово.

Обратимся к его статье «XXI век: что такое жизнь с точки зрения физики» («Успехи физических наук», 2010, № 4). Название статьи не случайно: оно напоминает о знаменитой статье Эрвина Шредингера «Что такое жизнь с точки зрения физики», опубликованной впервые в 1943 году, когда само существование объекта статьи — жизни — было под угрозой. Наверное, эта статья повлияла на развитие науки в целом не меньше, чем уравнение Шредингера. (Эту оценку подтверждает и Google — 20 и 16 тысяч ссылок соответственно, хотя Яндекс считает иначе — 6 и 34 тысячи.) Произошло это, в частности, потому, что публикация привлекла к этой проблеме внимание довольно широкого круга ученых — очень уж авторитетен был автор.

Полезно знать, что в советское время эту статью переводили и публиковали с таким примечанием: «Там, где Шредингер выступает как философ, он допускает ряд серьезных ошибок. Советский читатель, хорошо знающий основные положения диалекти-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

ческого материализма, сразу заметит их. Эпилог, который не представляет научной ценности, в настоящем издании опущен». Такие или подобные дополнения или, правильнее, «отполнения» попадались советскому читателю часто. А еще чаще урезание производилось без комментариев.

Итак, сначала Генрих Романович рассказывает о достижениях молекулярной биологии и говорит, что наметилась новая парадигма в биологии — построение биологии «от генома». В перспективе будет построена, пишет он, теория живого на основе генома. То есть, зная геном, можно будет — не с помощью пробирок и кувезов, а в компьютере — сказать, что получится. Будет ли оно маленькое, пушистое, с хвостиком или десятиметровое динозаврообразное в бластероупорной чешуе. Далее, в той же перспективе будет расписана и разложена по полочкам и прогибающимся стеллажам миллионлетий эволюция, то есть мы сможем сказать, кто от кого и каким способом произошел. И наконец-то точно узнать, что раньше — и не курица, и не яйцо, а вовсе динозавр. Который тоже был яйцекладущим, так что широко известная шутка проблемы не решает.

Далее автор приводит десять признаков, которые предлагались в качестве «признаков живого». Вот они:

1. Живое имеет упорядоченную иерархическую структуру.
2. Живое — открытые системы, они получают энергию из среды.
3. Живое реагирует на внешнее воздействие.
4. Живое запоминает информацию.
5. Живое изменяется и усложняется.
6. Живое размножается.
7. Живое саморегулируется и регенерирует, чинит повреждения.
8. Живое осуществляет обмен веществ для размножения и экспансии.

Данная статья написана в результате заинтересованного чтения статьи Г.Р.Иваницкого «XXI век: что такое жизнь с точки зрения физики» («Успехи физических наук», 2010, № 4) и является не столько ее изложением, сколько обсуждением. Был в древности такой жанр — маргиналии, «заметки на полях»... Рекомендуются чтение оригинальной статьи <http://ufn.ru/ru/articles/2010/4/a/>

9. Живое умеет направленно двигаться.
10. Живое неравновесно.

Вместе со списком Генрих Романович приводит и контрпримеры по каждому пункту. И ни один из этих признаков по отдельности «признаком живого» не оказывается, так как в некоторых случаях и явно неживое ведет себя так же. Далее автор указывает на бактериальный вирус, бактериофаг — это такое ни живое, ни мертвое — и говорит, что мы находимся перед классической проблемой распознавания. Решить ее, как — уже не ему, а нам — кажется, можно было бы в данном случае по крайней мере четырьмя способами.

Первый — построить явно заданную разделяющую функцию, которая зависит от перечисленных десяти признаков и значение которой указывает на принадлежность к живым или неживым. Функция должна зависеть от значений признаков, а ее значение — указывать, с чем мы имеем дело. Например: если (длина объекта меньше 2,20) и (сумма длины, ширины и высоты менее 1,50) и не (он пачкается) и не (он плохо пахнет), то он допустим для провоза в метро. Автор почему-то не пытается это сделать, хотя на книгу М.М.Бонгарда (посвященную именно этому и в свое время заложившую основы метода) ссылается. Учитывая не слишком большое количество признаков и не слишком большое количество потенциальных объектов, задача на первый взгляд не представляется сложной, ответ мог бы выглядеть примерно так: «Признак А и признак В, и признак С или признак D... и так далее». (Примечание для гуманитариев: в списке признаков могут быть и необязательные, на что и указывает оператор «или». Заметим, что если пойти по самому простому пути, то есть счесть, что необходимы все признаки, то этим проблема немедленно и закрывается. Но автор ищет иного решения.) Логическая функция эффективна, если считать признаки дискретными — или признак есть, или его нет. Если некоторые признаки непрерывны, то есть свойства характеризуются числами (интенсивностями процесса, скоростями изменения), то функция может включать и алгебраические операции.

Второй не менее очевидный, а нынче даже более популярный путь — переложить задачу на железные, то есть кремниевые плечи машин. Использовать так называемый перцептрон — программу, которая сама строит некий аналог разделяющей функции. Точнее сказать, она подбирает коэффициенты в системе функций, аргументами которых являются значения признаков и уже вычисленные значе-

ния функций, а значением последней функции — ответ на вопрос, живое или неживое. Этот метод более мощен, так как включает в себя первый, как частный случай, но зато менее «прозрачен», менее умопостигаем. Программы этого класса широко используются в самых разных областях: и при игре на бирже, и при расшифровке спутниковых фотографий, и во множестве других ситуаций.

Третий метод, хотя изобретен математиками, физиками воспринимается как нечто не вполне строгое: метод нечетких функций или нечетких множеств. Грубо говоря, вводится понятие «степени»: в какой степени «это» живое, а в какой — нет. Мы отступаем от детского черно-белого принципа (любит — не любит, добрый — злой, хороший — плохой), усложняем модель и за счет этого делаем ее потенциально более сильной. Но психологически это воспринимается как уход от ответа, видимо, поэтому автор не пользуется и этим способом.

Четвертый метод — расщепление или уточнение имеющихся признаков. Например, можно было бы потребовать, чтобы вирус и бактериофаг размножались сами, без применения клетки-хозяина, но тогда мы сразу получили бы ответ, что они — не живое. Но тогда в неживое попадут и невирусные эндогенные симбионты, а также паразиты, которые не могут размножаться вне чужих клеток, например малярийный плазмодий. Можно было бы поступить немного тоньше, потребовав, чтобы они размножались, не уничтожая другой объект (так размножаемся, например, мы с вами), — тогда бы они попали в «неживое». Но существуют умеренные (temperate) бактериофаги и вирусы, которые размножаются, не уничтожая другой объект. Одни фаги у нас получатся живыми, другие нет? А ведь есть такие, которые практикуют обе стратегии попеременно...

Г.Р.Иваницкий идет другим, достойным настоящего ученого-открывателя путем — приступает к поиску новых признаков или их комбинаций. Но подбирается он к ним исподволь.

Сначала он рассматривает то, что называет «десятью парадоксами», объединяя их (не вполне понятно почему) подзаголовком «игра живой и неживой материи». Подборка эта совершенно замечательна, и ознакомиться с ней весьма полезно — и для образования, и для удовольствия, независимо от ее роли в самой статье.

1. Парадокс Платона и Сократа. Платон говорит: «Следующее высказывание Сократа будет ложным». Сократ отвечает: «То, что сказал Пла-

тон, — истина». Порочный круг этих двух высказываний очевиден. Однако если появится третий участник, который будет утверждать, что Платон чаще говорит неправду, чем Сократ, то симметрия высказываний нарушается и состояние устойчивого замкнутого круга противоречий превращается в движение по статистическому распутыванию противоречия. Если допустить, что оба персонажа могут и говорить правду, и врать, причем вероятности вранья неодинаковы, то возврат в исходную точку порочного круга не происходит и противоречия постепенно могут быть распутаны. Автор полагает, что разрешение этого парадокса может быть достигнуто при введении понятия «неопределенности», то есть переходе к троичной логике. И подталкивает нас к мысли, что граница между живым и неживым не вполне четка. Но тогда статью здесь можно было кончить, ибо переходом к троичной логике решается и проблема живого и неживого, именно от биологов приходится слышать сентенцию «живое, неживое и вирусы».

Два технических замечания: высказывания Платона и Сократа не симметричны, одно из них сделано раньше и тем самым приобретает значение для нашего мнения об истинности другого. А упоминаемая в связи с этим парадоксом теорема Гёделя о неполноте (непротиворечивость теории не может быть доказана средствами этой теории) относится только к формализованным системам, то есть только к математике. Ни к какой естественной ситуации она не может относиться, если не показано предварительно, что данная естественная ситуация может быть формализована.

2. Парадокс Зенона. Утверждается, что быстроногий Ахиллес никогда не догонит черепаху, если в начале движения черепаха находится впереди на некотором расстоянии от Ахиллеса. В классическом варианте «парадокс» состоит в том, что если заменить интегрирование некорректным суммированием, то между черепахой и Ахиллесом всегда будет оставаться некоторое отличное от нуля расстояние. Наверное, автор это знает, зачем же ему тогда потребовался древний грек? Автор утверждает: то, что не может быть проверено экспериментом, не может претендовать на научность. И что именно это — решение того, что считается парадоксом Зенона. Ибо малые интервалы соответствуют высоким частотам, те — большим энергиям, которые угрожают и черепахе, и несостоявшегося чемпиона, так что эксперимент не получится. Рассуждение изящное, но оно со-

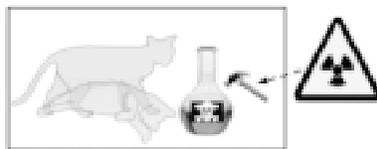
вершено излишне. Хотя бы потому, что в научности математики никто не сомневается, а ведь большинство ее положений не может быть проверено экспериментально. В конце рассуждения автор перечисляет ряд недетерминированных ситуаций, возвращаясь к утверждению о неполной детерминированности нашего мира — утверждению по сегодняшним воззрениям верному. Но не имеющему отношения к парадоксам 1 и 2.

3. Парадокс демона Максвелла, который отделяет быстро движущиеся микрочастицы от медленных и тем самым создает неравновесное состояние без затраты энергии, уже полтора века интересует исследователей. Были рассмотрены ограничения, не позволяющие демону, независимо от его устройства, создавать упорядоченность в мире случайных траекторий без притока дополнительной энергии, проанализированы возрастание энтропии в системе, влияние принципа неопределенности, невозможность регистрировать направленные удары в условиях температурного равновесия и другие особенности ситуации. Автор задает вопрос: а не является ли рассмотрение каких-то особенностей движения частиц еще одним способом разрешения парадокса? Ответ здесь прост: наверное, можно найти такие частицы и такие среды, что парадокс разрешится. Но с точки зрения физики это не ответ на вопрос — на этих частицах и в этих средах парадокс не возникает вовсе. Разрешение парадокса лежит в сфере физики, и оно известно: демон не работает бесплатно.

Заметим, что наличие в живых организмах запаса энергии, как бы велик относительно потребностей на упорядочивание структуры он ни был (автор приводит пример — вся упорядоченность человека обеспечивается окислением 900 г глюкозы), не решает проблемы в принципе. Хотя и делает ее менее значимой с точки зрения теплотехники. Именно в этом месте автор впервые упоминает про «способность запоминать», которая отличает биосистему от куска горной породы.

4. Кот Шредингера. В 1935 году Эрвин Шредингер хотел продемонстрировать неполноту при переходе от субатомных систем к макроскопическим системам, то есть показать, что квантовая механика не до конца описывает реальность. Суть его мысленного эксперимента состояла в том, что в закрытый ящик помещен кот. В ящике имеется механизм, содержащий емкость с ядовитым газом. Параметры эксперимента подобраны так, что детектор, входящий в меха-

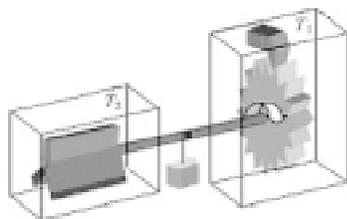
низм, реагирует на прилет квантовой частицы, приводя в действие некоторый механизм, разбивающий емкость с ядовитым газом, и кот умирает. Согласно квантовой механике, если ящик закрыт, то равновероятные состояния находятся в суперпозиции и являются смешанными. Следовательно, кот, сидящий в ящике, и жив, и мертв одновременно. Если ящик открыть, то экспериментатор увидит только какое-нибудь одно конкретное состояние — «детектор сработал, кот мертв» или «детектор не сработал, кот жив». Вопрос ставится так: когда система перестает существовать как



смешение двух состояний и выбирается одно конкретное, то есть система становится необратимой?

Ответ лежит в несколько иной плоскости: кот, по крайней мере обычный, не является квантовым объектом. К нему нельзя применять утверждения типа «отчасти жив, а отчасти мертв» (хотя врачи «скорой помощи» скорее согласились бы не с нами, а именно со Шредингером).

5. Храповик и собачка Ричарда Фейнмана. Пусть в сосуде находится газ и вертушка-крыльчатка, жестко посаженная на ось. От ударов молекул газа вертушка будет покачиваться. Шестеренка храповика может поворачиваться только в одну сторону, поскольку обратному движению препятствует храповик, состоящий из собачки и пружинки (см. «Химию и

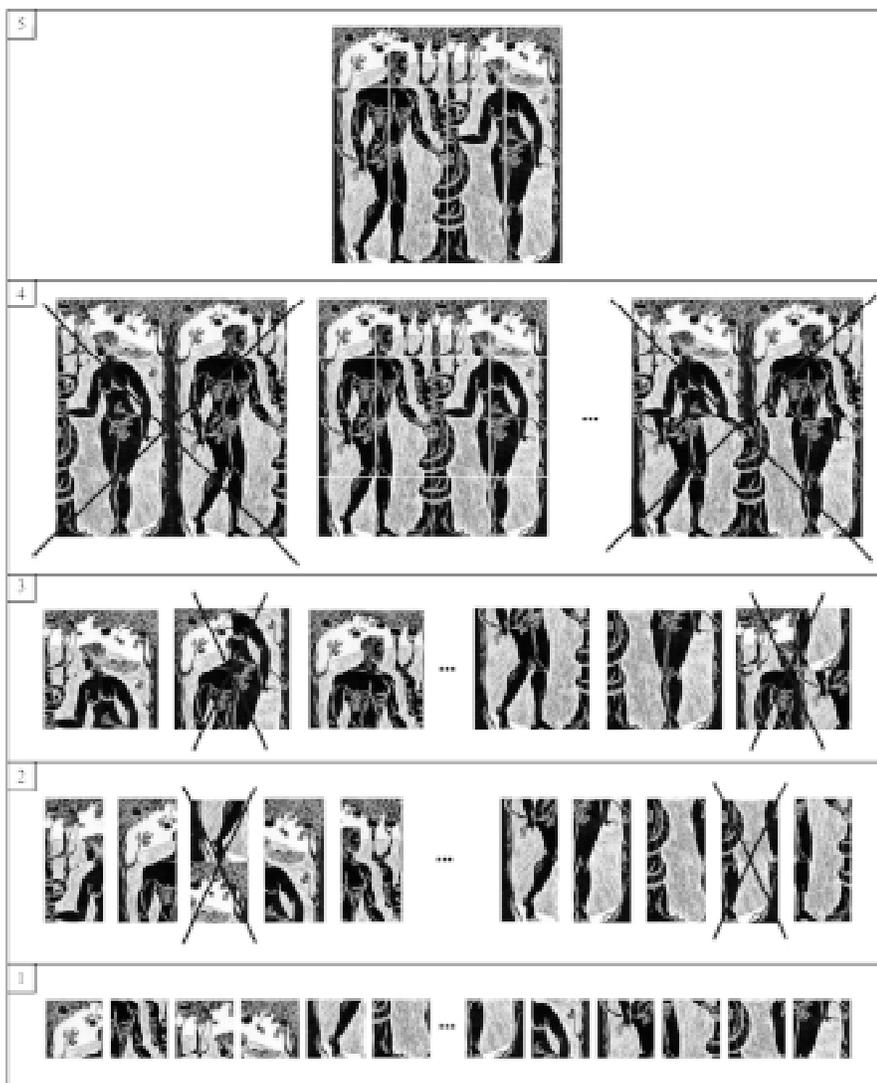


жизнь», 2010, № 2). Собачка пресекает попытки вертушки поворачиваться в обратную сторону. Если шестеренка будет медленно поворачиваться в одну сторону под действием ударов молекул газа, то система вроде бы сможет совершать работу. На самом деле, как показывает анализ, это невозможно. Рассматривался и вариант, когда крыльчатка и храповик находятся в разных сосудах, но и в этом случае система не может совершать работу, если температуры газов в сосудах одинаковы. Однако храповик с собачкой имеет одно важное для дальнейшего отличие от демона Максвелла: у него есть память, он знает, куда возвращается, то есть знает, куда вращался мгновение назад. В данном случае это не имеет значения, но автор произносит слово «память», чтобы оно запало читателю в душу. Позже вопрос о памяти всплывет и окажется важным.

6. Парадокс дефицита времени. Парадокс состоит примерно в следующем. Биологические системы, например ДНК, очень сложны структурно и весьма сложно функционируют. Могли ли они возникнуть случайно? Могли, если перебор вариантов осуществляется быстро. Если сборка и проверка варианта осуществляется за время, стремящееся к нулю, то количество перебранных вариантов стремится к бесконечности. Однако при самых мягких, самых гуманных предположениях на время проб для синтеза ДНК из атомов не хватит времени существования Вселенной. Однако зачем же собирать ДНК из атомов? Нас не удивляет существование компьютера, который тоже было бы нелегко собрать из атомов (некоторые промоутеры наноскачка в мегазавтра этого не понимают). Просто мы знаем, что компьютер собирают не из атомов, а из устройств, те — из узлов, узлы из деталей и так далее. В компьютере пока что нет ни одной детали, собранной из атомов. Вот и ДНК, и человек, и любой биологический объект собирался не из атомов, а из блоков, от маленьких к большим. И времени хватало.

7. Парадокс гомохирального строения. Аминокислоты, которые входят в состав функциональных белков всех





Решение парадокса дефицита времени предоставляет блочно-иерархический отбор. Элементарные фрагменты (уровень 1) образуют множество комбинаций, но те, что не отвечают условиям внешней среды, отбраковываются на следующих уровнях (перечеркнуты). То же происходит и на следующих уровнях: вместо перебора бесчисленного множества вариантов идет отбор удачных комбинаций

организмов — L-аминокислоты, РНК и ДНК, при формировании остова используют только D-сахара. Возможен был, как представляется, и обратный вариант, но реализовался именно этот. Можно допустить, что в результате каких-то случайных причин возник асимметричный мир живого, а далее эта асимметрия поддерживалась и усиливалась за счет репликации кода и размножения, что и привело к гомохиральности живого в целом. Но каков был первичный механизм нарушения? При обычном химическом синтезе всегда получается (или в одном реакционном сосуде, или в последовательности экспериментов) равновероятное распределение. Эта ситуация анализируется давно, и в настоящее время считается, что в условиях нелинейных реакций в сильнонеравновесных системах нарушение симметрии происходит при очень слабом воздействии. Таковыми могли оказаться внешние физические

воздействия, например оптические (свет поляризован) или магнитные (при взаимодействии тока с магнитным полем тоже имеет место несимметрия).

8. Парадокс конфликта части и целого. Генетический код един для всех живых организмов. Он периодически реплицируется в клетках (в цепях ДНК или РНК, в хромосомах соматических клеток, митохондриях клеток) и проявляется при формировании тканей и органов и в облике организма в целом. У всей биосферы на нашей планете язык генетического кода один и тот же. Но «интересы» двух уровней организации живого — генного и организменного — совпадают не полностью. Организм хотел бы заниматься биофизикой, читать «Химию и жизнь» или просто валяться на солнышке, а гены хотели бы получить как можно больше собственных копий, и все мы знаем, как они добиваются своего. Организм хотел бы жить как можно дольше, а гену это его желание

безразлично, коль скоро копии сняты, или даже желательно, чтобы старые копии убрались и освободили место для более поздних. Ниже это рассуждение автору пригодится, когда он покажет, что разные уровни живого могут взаимодействовать и вполне эффективно.

9. Санкт-Петербургский парадокс. Вероятностная двоичная игра — это дискретный процесс, функция распределения выигрышей в котором возрастает (уменьшается) скачками лишь в счетном множестве точек окончаний раундов игры и остается постоянной между ними во временном интервале продолжительности самого раунда игры. В переводе на простой язык — мы делаем ставку и кидаем монетку. Выпадение решки и орла равновероятно, и если ставки постоянны, то в среднем мы не выиграем и не проиграем. А если ставки управляемы и зависят от исхода предыдущего броска? Дополнительная информация относительно предыстории о предыдущем раунде несущественна для предсказания результатов последующего раунда, так как время корреляции или память определяются продолжительностью самого раунда, например временем вращения летящей монетки. Пока летит монетка, игрок не имеет возможности влиять на процесс игры. Если иметь «память» хотя бы на один раунд, то, возможно, должна существовать стратегия, приводящая к выигрышу путем увеличения времени корреляции. Так ли это?

Оказывается, при определенной стратегии выигрыш возможен. Стратегия известна: при выигрыше ставка должна увеличиваться, например удваиваться, а при проигрыше оставаться прежней. Однако выигрыш растет очень медленно, и нужна большая первоначальная сумма. Разумеется, казино знают о такой стратегии и легко борются с очередными первооткрывателями безошибочного способа выиграть, ограничивая ставки или просто выпроваживая за дверь применяющих подобную стратегию. Но в природе вышибал нет, а времени у эволюции было предостаточно. Поэтому, пользуясь памятью о предыдущем ходе — памятью о предыдущих состояниях, она могла и выиграть.

Кстати, вот автор и вернулся к понятию памяти — и неспроста.

10. Буриданов осел — парадокс, названный по имени Жана Буридана (французского философа XIV века). Однако этот парадокс использовался еще во времена Аристотеля, к работам которого Буридан писал комментарии. Суть парадокса состоит в том, что осел, которому предоставлены два одинаковых угощения, не может логически сделать выбор, поскольку логика абсолютного детермини-

низма не дает оснований предпочесть одну охапку сена другой. Следовательно, осел, стоящий на равном расстоянии от двух одинаковых кучек сена, умрет голодной смертью. В переносном смысле — это выбор между двумя равнозначными возможностями. Мы понимаем, что осел в вузе не учился, классиков философии не конспектировал и поэтому не умрет. Автор резонно напоминает, что имеет место хаотическая компонента, которая и спасет бедное животное.

Какова картина в целом? Парадокс Платона и Сократа относится к математической логике, к формализованной области. Парадокс Зенона — это не парадокс, а нежелание корректно интегрировать. Демон Максвелла, кот Шредингера и храповик Фейнмана — не парадоксы в рамках своих областей, а вне рамок их применять не надо. Вне рамок каждый из нас сам по себе вполне потянет на парадокс! Парадокс буриданова осла и парадокс дефицита времени автор развенчивает сам, парадокс гомохирального строения — это не парадокс, а просто «так получилось» на Земле, в другом месте, может быть, получится и наоборот — аминокислоты D, а сахара L. Вот если окажется, что и в других местах, то есть на планетах других звезд, тоже L-аминокислоты и D-сахара, то это приведет нас прямо в объятия Станислава Лема с его романом «Голос неба». Парадокс конфликта части и целого как-то не похож на парадокс, здесь понятие парадокса выглядит наиболее искусственным, но что с того? Читать-то все равно интересно. Санкт-Петербургский парадокс, или возможность выигрывать в рулетку при неограниченной стартовой сумме и неограниченном времени, также не является парадоксом, хотя и производит на человека, знающего теорию информации лишь на школьном уровне, сильное впечатление (проверял на моих студентах). Выигрыш достигается за счет определенной схемы изменения ставок, при этом ставки делаются зависимыми от предыстории, то есть за счет памяти. Это и есть, по мнению автора, главное свойство живого — использование памяти для оптимизации и выживания.

На этом рассмотрение парадоксов автор заканчивает, и читатель остается в смешанных чувствах — с одной стороны, восторг от чтения, с другой — легкое непонимание: какое отношение имеет все это к проблеме живого/неживого? Формально — довольно малое, но, как пишет автор, «граница живого и неживого подвижна и проходит через наше восприятие окружающего мира». Видимо, эти парадоксы должны нам как-то помочь разобраться с нашим мировосприятием, отрешиться от чрезмерно упрощенного, формально-логического подхода, из-за

которого подвергнулся неоправданному риску несчастный ослик.

Далее автор рассматривает математическую модель взаимодействия двух подпопуляций — быстро эволюционирующей и быстро размножающейся, но без обучения и мышления (бактерии, вирусы, насекомые), и той, другой, к которой принадлежим мы и у которой все наоборот: медленно и с обучением (преподаватель во мне горестно вздыхает — с очень уж медленным обучением!). Оказывается, что при некоторых условиях системы из двух таких подсистем могут существовать долго и стабильно в колебательном режиме. Уже это говорит о том, что обычный подход к рассмотрению проблемы «живое/неживое», по-видимому, слишком упрощен. Более того, автор усматривает существование таких «систем из подсистем» на разных уровнях, в том числе и на атомном, и на уровне «молекулярных машин». Весьма увлекательное чтение!

Длинный перечень признаков живого, которые предлагались как главные, решающие, но на поверку оказываются свойственными в каких-то случаях и явно неживому, наводит на мысль, что одним признаком здесь не обойтись. Помните, «двуногое без перьев и с широким ногтем» — нынче это воспринимается как шутка, а когда-то было определением, достойным Платона и Сократа. Примерно это утверждает в итоге и автор, приводя в качестве новых признаков живого вот такие: водно-углеродная основа, гомохиральность, единый генетический код, единый механизм репликации, единый метаболический процесс. Сформулировав эти признаки, автор дает и определение: жизнь — это единая система (биосфера), для которой характерны память, способность к направленной подвижности, самовоспроизведению, обмену веществ, регулируемому потоку энергии и к размножению. Заметим, что это определение в значительной мере является комбинацией признаков, перечисленных в самом начале статьи. Причем относительная значимость этих признаков, их «вес», остается неясной. Что здесь принципиально важно, а что нет? От чего можно отказаться? Прилетели мы на планету X

звезды Y, видим — ползет нечто Z; как мы будем решать, живое оно или нет? Компьютерная модель жизни, удовлетворяющая этому определению, но не имеющая водно-углеродной основы и гомохиральности, — живое? Вопросы, вопросы, вопросы... даже один дурак может, как известно, задать их очень много.

В заключение, как говорят студенты, «имно» (IMHO — in my humble opinion, «по моему скромному мнению»). Возможно, что наше острое желание дать определение живому — это просто психология, такое вот следствие страха смерти. Да и поиски жизни во Вселенной — из той же великой психологической человеческой оперы. Все это «человеческое, слишком человеческое» — впрочем, что с того? Многие прекрасные вещи, многие прекраснейшие явления мира — «слишком человеческие». Где же кончатся «несколько камней» и начинается «куча»? Вопрос намного более простой, чем вопрос, живое ли бактериофаг, но такой же бессмысленный. Пока не поставлена задача — что с этим (камнями или кучей) делать. Если бросать, то, наверное, камни, если грузить — то, о ужас, куча... Так же и с жизнью — пока не поставлена задача, вопрос не имеет смысла. Вот если окажется, что живое должно голосовать в ООН, а неживое можно закатывать в асфальт, вот тогда и разберемся. А пока что живое и неживое операционально не дифференцируются — взрослые люди травят друг друга химическим оружием и по сей день разрабатывают бактериологическое, а их дети берут с собой в кровать и любят плюшевых зайцев и резиновых горностаюшек.



Пингвины шумною толпой

Помпони
Квадрат

Ученые переживают за пингвинов

В сентябре 2010 года в американском городе Бостоне состоялась VII Международная конференция пингвинологов (по-английски *penguin biologists*). Замечательна она тем, что впервые прошла в Северном полушарии, куда сами пингвины ни ногой. Сейчас на Земле существуют 18 видов этих птиц, они живут не только в Антарктике и на субантарктических островах, но и много севернее: в Южной Америке, на юге Африки, в Австралии и Новой Зеландии, один вид поселился даже на Галапагосских островах, у самого экватора, но в другое полушарие — ни-ни.

Основной темой конференции стало сокращение численности пингвинов, каковым обстоятельством ученые весьма озабочены. В последнее время люди винят во всем изменения климата, и ситуация с пингвинами не стала исключением. Из-за глобального потепления тают льды, на которых эти птицы встречаются, выводят птенцов и спасаются от хищников. А подо льдом живут водоросли, которыми кормится криль, будучи сам основой пищевой цепи. Вот и получается, что безо льда у нас на юге безрыбье и беспингвинье.

Потепление затронуло даже галапагосских пингвинов, которые льда в глаза не видели. Оно изменяет путь холодных течений, разносящих по морям косяки сардин и анчоусов, они теперь проходят далеко от пингвинных мест. В этой ситуации вероятность того, что галапагосские пингвины исчезнут уже в XXI веке, составляет 30%, под угрозой пингвины Намибии и Южной Африки, а правительство Перу объявило исчезающим видом пингвинов Гумбольта.

Но пищевую базу пингвинов подрывает не только климат. На любимую ими рыбу претендуют люди, причем за последние десятилетия они стали вылавливать в несколько раз больше. В результате пингвины недоедают, болеют, реже скрещиваются. Тысячи птиц погибают в рыболовных сетях. Еще тысячи убивает нефтяное загрязнение у берегов Южной Америки и Южной Африки: незаконные сбросы с судов и утечки с затонувших кораблей. А еще человек расселил по всему миру опасных животных. Раньше в Новой Зеландии из млекопитающих жили только летучие мыши, а теперь туда завезли ласок, и они пожирают местных пингвинов. В Австралии и Аргентине хищничают лисы, на Галапагосах — одичавшие кошки.

Пока одни люди переживают за исчезающих птиц, другие ловят рыбу и загрязняют окружающую среду. И очень трудно себе представить, что ради пингвинов они прекратят эти прибыльные занятия. А уж глобальное потепление остановить и подавно не в их власти. С моей точки зрения, люди сделали для пингвинов максимум возможного — не съели. Они ведь съедобные, пингвины-то, и яйца их вполне ничего.



На общем грустном фоне достаточно прочным выглядит положение королевских пингвинов *Aptenodytes patagonicus*, численность которых даже возрастает, что особенно ощущается в оседлый период их жизни.

Королевские пингвины — жители субантарктических островов. Чтобы отложить яйца, вывести птенцов и самим перелететь, они образуют колонии, в которых может быть до 300 000 пар, не считая птенцов, а на одном квадратном метре топчется по две-три птицы. Королевские пингвины не строят гнезд, они вынашивают яйца на собственных лапах, прикрыв особой пушной складкой, и там же нянчат малыша. (Период откладки яиц у них растянут с ноября по март.) Сначала родители ходят на рыбалку по очереди, а потом, когда птенец подрастет настолько, что может самостоятельно поддерживать нужную температуру тела, его оставляют в колонии одного. Не одного, конечно, а в несметной толпе ему подобных. При таком образе жизни пингвины сталкиваются с серьезнейшей проблемой: по возвращении с рыбалки им нужно в этом скопище быстро найти свою половину или птенца, а птенцу узнать родителей. В отсутствие гнезда встречи назначают в так называемой зоне рандеву — том месте, где птенца в последний раз кормили. А найти это место непросто. Ландшафт вокруг однообразный, видимых ориентиров мало. Пингвины на суше близоруки, да и что можно разглядеть в плотной толпе, в которой все одного роста? Морские птицы, живущие колониями, кружат над местностью и обзорают ее с высоты, а пингвин даже подпрыгнуть не в состоянии, и влезть ему не на что. Можно, конечно, крикнуть, но ведь вокруг все орут. Колония королевских пингвинов — самый настоящий птичий базар, и шум от него человеку слышен за километр. Однако на этом шумном и тесном базаре пингвины умудряются углядеть искомое место и дозваться там, кого нужно.

Это тем более удивительно, что общий беспорядок усугубляют бродящие вокруг пингвинологи. Они пересчитывают птиц в колонии, изучают их повадки, записывают голоса и селятся раскрыть королевские секреты, причем методы, которые они для этого используют, в хорошем обществе отнюдь не приняты.

Ученые подслушивают и подманивают

Итак, пингвин, вернувшись с рыбалки, приходит в то место, где ожидает найти свое семейство, и начинает звать. Удивительно даже не то, что этот зов узнают среди множества подобных, а то, что его вообще умудряются услышать. Когда ты



*В такой позе сигнал
хорошо слышен*



ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Французские биоакустики доказали это, экспериментируя с королевскими пингвинами. Сначала они записали сигналы разных птиц, а потом модифицировали их. В первом случае передавали сигнал с постоянной амплитудой, во втором — убрали все частоты, кроме основной (см. рисунок). Затем исследователь со своими записями протискивался в гущу подрастающих птенцов (две-три головы на квадратный метр, помните?), чтобы оказаться в 12 метрах от потенциального слушателя, и проигрывал ему родительские сигналы, наблюдая, как поведет себя пингвиненок.

Птенцы узнавали сигнал в любом виде: услышав его, они, прежде тихие и задумчивые, поворачивали голову, потом отзывались и шли на голос. Но если на природный сигнал они откликнулись в среднем после пятого повтора, то на модифицированные лишь с девятого-десятого.

Даже неизменную запись приходилось повторять много раз, чтобы птенцы ее услышали. Когда им дали послушать один слог, на него среагировали только 3 пингвиненка из 16 (один пошел на голос, а двое откликнулись), на два слога — уже 14, после четырех—восемью слогов все птенцы топали к источнику звука. Тут надо сказать, что опыт прекращали после 12-го слога или если птенец подходил к экспериментатору на два метра и, разочарованный, оставался без родителей и без рыбы. (Когда люди, высунувшись из окна, зовут домой своих ребят, играющих во дворе, дети ведут себя примерно так же, как пингвинята. Редко кто сразу побежит домой, еще несколько откликнутся, не двигаясь с места, а большинство даже головы не повернет с первого-то раза. Интересно почему?)

Исследователи заключили, что птенцу, чтобы узнать родителя, достаточно одного слога, причем без частотной модуляции, а многочисленные повторы, изменение амплитуды и двухголосная система помогают пингвинам быть услышанными в многотысячной толпе орущих птиц и определить место, откуда исходит сигнал.

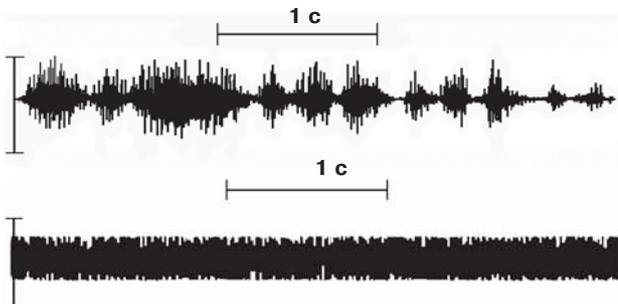
Кстати, о повторении сигналов. На островах бывает ветрено, и, когда скорость ветра возрастает, птички крики слышно хуже. Так вот, в ветреную погоду королевские пингвины увеличивают количество слогов в одном сигнале, чтобы быть уверенными, что сигналы приняты и поняты.

А еще, чтобы лучше слышать, пингвины принимают специальные позы, причем отнюдь не прикладывают крыло к уху. Колония делится на зоны. В одной насиживают яйца, в другой еще идет ухаживание. Вторгнувшись в эти интимные сферы, люди выяснили, что в зоне насиживания сигнал распространяется и воспринимается лучше, чем в зоне ухаживания. Ученые предположили, что этому способствует характерная поза королевских пингвинов, которую они часто принимают, грея своим телом яйцо или крошечного птенца. В это время они часто наклоняются и стоят согнувшись, а их голова находится на высоте 45 см над землей. Мы-то думали, что они склоняются к яйцу, но оказалось, что именно на этой высоте звук в колонии распространяется лучше всего. На высоте 90 см, а такой рост королевского пингвина, его тоже неплохо слышно, но в 10 см от земли он быстро глохнет.

саячи птиц шуршат перьями и переступают лапами, тишины быть не может, а они еще и перекликаются. Биоакустики Парижского университета под руководством профессора Тьерри Обена измерили уровень шума в колонии королевских пингвинов — 75 дБ! (Санитарная норма для жилых помещений в дневное время — 40 дБ.) Эта исследовательская группа больше десяти лет постигает секреты пингвиной звуковой коммуникации и немало в том преуспела. Биоакустики записывают птичьи крики, расширяют их, модифицируют и в измененном виде дают послушать пингвинам.

Изучению подверглись два вида, не строящие гнезда, королевские и императорские пингвины, а также четыре гнездовых вида: Адели, генту, Макарони и маленькие голубые пингвины. У всех видов звуковые сигналы представляют собой серию сходных компонентов (слогов), разделенных паузами, стереотипных и неповторимых у каждого пингвина. Это значит, что у каждого пингвина слоги всегда одинаковые и их нельзя спутать со слогами другого пингвина.

Сигналы пингвинов широкополосны, от 250 до 5000 Гц, но у каждого сигнала есть основная частота, которую и опознают слушатели. Пингвинам, которые не строят гнезд, искать сложнее, чем гнездовым, и структура их сигналов адекватна трудности стоящей перед птицами задачи. У императорских и королевских пингвинов, и только у них, песнь двухголосна, то есть имеет не одну, а две основные частоты (в пингвином пении присутствуют две ноты, иногда одновременно, иногда попеременно). Вторая характерная черта сигнала этих пингвинов — модуляция, то есть изменение амплитуды сигнала (громкости). За время звучания одного слога она меняется несколько раз. По мнению исследователей, двухголосье и изменение амплитуды облегчают узнавание сигнала в общем гаме.



Амплитуда пингвиного сигнала (в децибелах): сверху — естественная, внизу — модифицированная постоянная

Широкополосное вещание, модуляция и повтор звуковых сигналов, а также специальные позы для их прослушивания позволяют королевским пингвинам услышать обращенный к ним зов даже в том случае, когда он на шесть децибелов тише окружающего гама. Эта способность выделять знакомый голос среди многих других названа «эффектом коктейльной вечеринки».

Более того, пингины слышат на таком расстоянии, на котором ничего разобрать невозможно. Согласно данным сотрудников профессора Тьерри Обена, с 13 метров отдельные слоги сигнала уже неразличимы, однако в естественных условиях птицы ухитряются отличить знакомую песню на расстоянии 16 м. Исследователи от этого в восхищении и, судя по всему, будут подслушивать дальше.

Ученые похищают и подсматривают

Какими бы удивительными свойствами ни обладали пингвины крики, есть расстояние, оптимальное для устойчивого приема: 8,8 м. Потому и существуют в колониях зоны рандеву. Сначала пингины находят эти зоны, а уже потом начинают звать птенцов. (Как это похоже на человеческое: «Я сейчас приду, а ты стой здесь и никуда не уходи!») Увы, стоять здесь получается далеко не всегда. То пойдет сильный дождь и превратит условленное место в большую лужу, то хищная птица спугнет, то морской слон набежит, а все от него врассыпную.

Когда страсти улягутся, птенцы оказываются в нескольких десятках метров от заветного места, и от способности пингвиненка определиться на плоском пляже, лишенном ориентиров и забитом другими пингвинами, зависит его жизнь. За тем, как поведет себя птенец в подобной ситуации, сможет ли он вернуться обратно и какие ориентиры он при этом использует, наблюдали специалисты Центра функциональной и эволюционной экологии Национального центра научных исследований (Монпелье, Франция) и Школы биомедицинских, биомолекулярных и химических наук (Кроули, Австралия). Исследование было выполнено в жанре шпионского детектива. Чтобы согнать птенцов с исходной точки, ученые не стали напускать на них морского слона, они их просто похитили.

Итак, место действия — песчаный пляж с колонией пингвинов, растянувшейся с юга на север на целый километр. В колонии три большие группы десятидневных птенцов, которые по нескольку дней ожидали своих родителей. В этом возрасте птенцы уже ростом со взрослого пингвина, но еще покрыты бурым детским пухом. В случае тревоги они не отходят от точки рандеву далее 10—40 м. Облюбовав пингвиненка и записав его координаты, ученые сажали его в непрозрачный мешок и тащили в круглый вольер, устроенный примерно в 100 м к югу от птичьих яслей. Чтобы запутать птенца, мешок несла кружным путем. Вольер имел темный тамбур с двумя дверями. В этом тамбуре пингвина выпускали из мешка и выталкивали в вольер, крутанув три раза вокруг своей оси. (Классическое похищение с повязкой на глазах!) Вольер диаметром 3 м обнесен заборчиком из частой сетки высотой 90 см, сквозь которую птенец может разглядеть окружающий мир только в общих чертах. Через 15 минут сетку опускали до высоты 70 см, так что можно было уже смотреть поверх нее, но колония с этого места все равно не видна. (Ее можно увидеть, только отойдя метров на сорок от вольера.) Еще через четверть часа птенца выпускали, предварительно снабдив очень легким ошейником с GPS и пометив цветной лентой на груди и на спине, и предоставляли ему возвращаться в родные ясли.

Уже в первые 15 минут эксперимента птенцы, как правило, перебирались в северную, ближайшую к яслям половину вольера и стояли, глядя в нужном направлении. Когда сетку опускали, открывая обзор, многие птенцы начинали биться об нее, пытались повалить, так что эксперимент приходилось прерывать досрочно. Пингины покидали вольер и примерно через 14 минут выходили на точку, находящуюся в радиусе 8,8 м от места рандеву, то есть в зоне действия звукового сигнала.

Тогда наблюдатели подкрадывались к птенцам и дергали за специальный полуметровый шнур, привешенный к ошейнику, и таким образом снимали GPS, не хватая птицу.

Интересно, что птенцы никогда не возвращались в родные ясли прямым путем, при этом их маршрут не повторял траекторию похищения и не зависел от того, из каких именно яслей был изъят малыш. Возможно, дело в том, что пингвинята, оказавшись одни, стремятся по возможности прибиться к группе отдыхающих или линяющих взрослых птиц, которых множество вокруг колонии, и добираются домой, переходя от группы к группе, потому что так безопаснее.

Пингинов похищали не только днем, но и ночью. В этом случае эксперименты проходили по сокращенной программе, только с высоким барьером. В темноте сквозь густую сетку практически ничего не видно, однако в том случае, когда ветер дул со стороны колонии, птенцы проводили больше времени в северной части вольера.

Ночью пингвинята ориентируются явно хуже, чем днем. Вернуться домой удалось только 39 птенцам из 63, причем на поиски они потратили 27 мин. Экспериментаторам тоже доставалось: им приходилось красться за пингвинами на расстоянии 15 м с GPS в руках. Ночью птицы более осторожны, если сдергивать с них ошейник с прибором, они испугаются, поэтому его и не надевали, а за птицами следили с безопасной дистанции. Если птенцы безрезультатно плутали в течение часа, возвращать их в ясли должны были опять-таки наблюдатели. Чтобы пометить птенцов и определенные места в колонии, использовали специальную отражательную ленту.

К каким же выводам пришли похитители пингинов? Во-первых, они убедились, что птенцы умеют находить обратный путь из незнакомого места, куда были доставлены пассивно. Во-вторых, оказавшись в этом месте, они не стремятся исследовать остров, а стараются вернуться домой, то есть выбирают самое безопасное поведение. (Увы, не так поступают детеныши *Homo sapiens*. Я знал одну семью, у которой была собака. Она регулярно подкапывалась под дачный забор, чтобы иметь свободный ход с участка. Ее ходами с удовольствием пользовался двухлетний ребенок, который, в отличие от собаки, не умел самостоятельно возвращаться. Его родители все лето были заняты заделкой подзаборных ходов, а также поиском и возвращением своего отпрыска.)

Поскольку днем птенцы отыскивают дорогу гораздо успешнее, чем ночью, это значит, что они пользуются в основном зрительными ориентирами, скорее всего элементами пейзажа. По солнцу и звездам они не ориентируются, степень облачности никак не влияла на время их возвращения. Некоторые птенцы преспокойно добирались домой при сплошной облачности, другие же блуждали при луне и ярких звездах.

Если вокруг ничего не видно, то королевские пингины используют другую информацию, например запахи и звуки, приносимые ветром. О том, какой шум издает колония, мы уже говорили. Что же касается запахов, то, судя по размеру обонятельных долей, пингины могут их чувствовать, но экспериментально эту способность почти не исследовали. Интересно, что ночью ветер помогает птицам выбрать правильное направление, но не влияет на время, затраченное на возвращение домой, то есть для точной наводки на местность он не годится. Ученые собираются проверить свои предположения, выпуская птиц из вольера с заткнутыми ноздрями и ушами. Кроме того, им интересно, как способность находить место рандеву меняется с возрастом. С одной стороны, она должна развиваться в самом раннем детстве, с другой — на ее развитие нужно какое-то время. Во всяком случае, в возрасте десяти месяцев, когда пингины еще не линяли и в море не ходили, они уже прекрасно ориентируются, и эту способность ученые без внимания не оставят.





Я – переводчик?

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

И.А.Леенсон

Вопросительный знак в названии вместо восклицательного поставлен не случайно. Я не профессиональный переводчик, а химик, хотя и перевел, наверное, не одну сотню печатных листов. Работаю на химфаке МГУ, причем сейчас нужно пояснять, что это университет им. М.В.Ломоносова, поскольку имеется много «московских государственных университетов» – инженерной экологии, печати, пищевых производств, путей сообщения, природообустройства... В вузе учил немецкий, на кандидатских экзаменах сдавал английский. Еще студентом, работая на кафедре, я понял, что английский для химика конца XX века намного важнее. Пришлось подучить. В аспирантуру не попал («завалили», как и положено, на истории КПСС), но вступительный экзамен в аспирантуру по английскому сдал на «отлично» —

как и кандидатский, через пять лет. Тем не менее очень повезло: оставили лаборантом в МГУ, где посчастливилось работать в одном здании и часто общаться с будущим знаменитым академиком и директором института, а тогда кандидатом наук Владимиром Скулачевым (спустя сорок лет общение продолжилось в Летних лингвистических школах с его внуком Антоном Скулачевым, ныне студентом РГГУ).

Как учил английский? Что-то осталось со школы — самой рядовой; теперь понимаю, что установка в то время была «только грамматика, никакого разговорного языка» (общение с иностранцами крайне не рекомендовалось). Но нужно было набираться новой для меня лексики. Потому что знал только немецкую химическую лексику, а в химических статьях по моей специальности в иностранных журналах не было никаких «*der Sauerstoff ist ein farbloses und geruchloses Gas*», а только «*oxygen is a colorless gas without odor*» (однако случались и варианты, например *colourless and odourless gas*, в зависимости от того, по какую сторону океана живет автор статьи).

Чтобы совместить полезное (изучать английский) с приятным (читать что-то интересное), я стал брать свежие номера «Scientific American» у В.П.Скулачева. Было это в конце 60-х и в конце «оттепели». Не знаю, где он доставал оригиналы; в СССР официально можно было получить только перепечатку на плохой бумаге и с плохим цветом. А главное, в наших перепечатках «честно» указывалось, что «в журнале не печатается ряд страниц» – цензура вырезала все политически неблагонадежное, например статьи о гонке вооружений; из «подлинников» же можно было узнать, например, много ли у нашей армии ракет с разделяющимися головными частями (MIRV) и массу других полезных сведений.

Читая интересные для меня статьи на разные темы (не только по химии), я выписывал новые слова и старался их выучить. Лучше всего это получалось по дороге на работу пешком — 3,5 км. И не скучно было идти по одному и тому же маршруту, и слова довольно легко запоминались. Чтобы проверить эффективность такого метода, я строил график: по оси X — порядковый номер проработанной статьи, по оси Y — относительное число новых слов в данной статье (я его получал, деля число новых слов на число стандартных строк в статье). Несмотря на «прыжки» графика, он со временем начал проявлять явные признаки медленного, хотя и не линейного стремления к нулю! До нуля дело, конечно, не дошло — как это и полагается экспоненте. Но я до сих пор помню и некоторые «ненужные» слова (типа pituitary gland), и подлинный восторг от статьи Меррифилда про изобретенный им способ автоматического синтеза пептидов или от статьи о дыхании человека под водой... водой, насыщенной кислородом!

Очень полезными для меня были статьи преподавателя английского языка в АН СССР А.Л.Пумпянского «Английский для химиков» – они печатались в журнале «Химия и жизнь» (1969, № 1,2). Он писал, что химик, плохо знающий язык, переведет с английского статью по своей специальности лучше, чем филолог, блестяще знающий английский, но не имеющий опыта работы с химическими текстами. Помню, как в одной из статей он написал что-то вроде «Попросите коллегу, который считает, что знает английский, перевести предложение «to this end we have reconsidered the point in question» и, после того, как он затруднится это сделать, скажите ему...».

Работая до защиты пять лет лаборантом и получая чистыми в месяц 79 рублей 24 копейки (зато всегда новенькими купюрами), я подумывал о том, как применить честно полученные знания для заработка: зарплаты хватало только на минимальные потребности. Коллега Гена Ковалев сказал мне, что любая «левая» работа, будь то разгрузка вагонов или написание рефератов, по его опыту, дает заработок порядка двух рублей в час. На эти деньги я мог три раза хорошо победать: комплексный диетический обед в столовой МГУ стоил 65 копеек. Работа же лаборантом приносила в час в пять раз меньше. Овчинка стоила выделки! Ничтоже сумняшеся, я направился прямо в ВЦП (Всесоюзный центр переводов), который располагался в «красных домах» на улице Кржижановского, недалеко от станции метро «Профсоюзная». Тем более что жил я тогда не очень далеко и мог дойти до ВЦП пешком, экономя «пяточки» на проезд. Но не я один был таким умником — оказалось, что на места внештатных переводчиков существует конкуренция, и немалая. Так что, спросив меня, кто я и что я, мне дали от ворот поворот. Но я был настойчив и получил, наконец, «пробный текст». Через полчаса я его сдал, заполнил коротенькую анкету и, услышав «Вам позвонят», отправился восвояси.

Ждать звонка пришлось долго. Примерно через год (а может быть, и больше), когда я уже забыл о существовании ВЦП, мне вдруг позвонили и предложили приехать за переводом. Когда мне его вручили, я пришел в ужас: текст был про угольную промышленность, оборудование для добычи угля и т. п. Но отказываться было никак нельзя. Дело было летом, и, как мне намекали, в «мертвый сезон» у них просто не осталось

переводчиков. Вот по своей картотеке они до меня и добрались. Взял текст и в ближайшие выходные поехал в Ленинку, где в одном из залов на полках стояло огромное количество самых разнообразных словарей — я даже не подозревал об их существовании! Посмотрев Англо-русский словарь по угольной промышленности 1950 года издания и несколько словарей по смежным специальностям, я выписал переводы нужных терминов, дома написал перевод (тогда еще ручкой на бумаге), отредактировал его и показал жене-филологу, которая сделала ряд стилистических поправок. Затем я перепечатал перевод на нашей старенькой «Олимпиа», которая досталась нам в наследство от троюродного деда, купившего ее в Эстонии в 1940 году (чек на эстонском сохранился).

Перевод понравился. Потому что мне стали давать все новые и новые тексты. Редактор с редким именем Эванджелина Феодосьевна сказала, что ей нравится в моих переводах «гладкий» русский язык. Еще бы — первые два десятка переводов просматривала жена! Со временем мне даже стали доверять редактирование чужих переводов, но эту работу я не любил. Дошло до того, что я начал отказываться от некоторых не интересных для меня статей. Со временем я уже ничего не писал на бумаге и переводил прямо, как говорят музыканты, «с листа». Самыми приятными были переводы текстов, в которых описывалась методика синтеза органических соединений. Это типовые методики, которые мне врезались в память еще со времен студенческого практикума: «В трехгорлую колбу, снабженную капельной воронкой, мешалкой и обратным холодильником, помещают ... г (... моль) вещества X и по каплям при непрерывном перемешивании добавляют ... г (... моль) вещества Y». Можно было класть слева от машинки английский текст, выстраивать в уме очередную фразу и сразу же печатать перевод. Производительность труда резко возрастала. Но все равно она не шла ни в какое сравнение с переводом в наше время, когда к твоим услугам «Lingvo», «Multitran», «Star Dictionary», «Acronymfinder», поисковые системы и автоматическая проверка правописания.

Вернемся в «каменный век» машинописи. Работать над переводами «с листа» нужно было очень сосредоточенно, по возможности в полной тишине, не отвлекаться, потому что исправить опечатки было непросто. Сейчас уже мало кто знает, что такое «корректирующая бумага», на одну сторону которой нанесена белая сухая клеевая смесь. В случае опечатки нужно было вернуть каретку к неправильной букве, вставить корректирующую полоску и нажать сильно клавишу с «неправильной» буквой. В результате эта буква в тексте закрашивалась белым. После этого на том же месте следовало напечатать «правильную» букву. Тем, кто печатал на машинке, понятно, что такую операцию можно проделать только до вытаскивания листа бумаги из каретки.

Корректирующая бумага была в большом дефиците – как, впрочем, и многое другое (как сказал Никита Садовский, «основной закон социализма заключается в том, что нет ни одного товара, который не становится когда-нибудь дефицитом»). Но я зачем-то хранил эти полоски несколько лет даже после появления у нас первого (матричного) принтера. Это уже была заслуга жены – она получила в качестве гранта от Сороса целых три самых современных тогда компьютера с процессором Intel 386; даже в МГУ были только 286-е. Два из трех компьютеров жена отнесла на свою работу (интересная деталь: на складе, где ей выдавали компьютеры, у одного были украдены провода, причем вор, не умея правильно вытащить разъем, просто отрезал провод).

Немало поучительного мне рассказал другой сотрудник редакции переводов с европейских языков (к сожалению, забыл его имя). Он до этого много лет работал в США, в нашей миссии при ООН. Помню, как он высмеял меня за перевод «Орегонский государственный университет», сказав, что таких там не бывает, а если бы были, то вместо «State

University» писали бы «Federal University». Так что правильный перевод – «Университет штата Орегон». До сих пор жалею, что не списывал «перлы» переводов, которые регулярно появлялись в стенгазете ВЦП. Там было много забавного («как я, так и мои тормоза испытывают большие трудности» и т. п.). Около газеты всегда стояли люди и смеялись.

Из переводов запомнилась американская статья о развитии нефтехимической промышленности в СССР. Уж не знаю, кто и с какой целью заказал ее перевод, но в статье мне встретилось странное на первый взгляд название одного нашего предприятия, которое было записано латиницей по всем правилам транслитерации: что-то вроде «Permskoye proizvodstvennoye ob'edineniye imeni KhKhSh s'ezda KPSS». Для тех, кто никогда не печатал на машинке, этот ребус, наверное, трудно разгадать. На самом деле в докомпьютерную эпоху при печатании римских цифр использовали имеющиеся на машинке литеры, хотя и выглядели они неуклюже: вместо I — 1, вместо II — прописная буква П, вместо III — прописная Ш, вместо V — прописная У... Очевидно, у американского автора была статья (или ее реферат) на русском языке, напечатанный нашей машинисткой на нашей пишущей машинке. Поэтому вместо «XXIII съезд» она напечатала, как тогда было принято, подряд две буквы Х и одну букву Ш, получился требуемый номер съезда. И автор американского реферата, который не только не знал о том, как печатать латинские цифры на машинке с русским шрифтом, но, думаю, не имел понятия и о съездах КПСС и их всемирно-историческом значении, решил, что это русские буквы Х и Ш и транслитерировал их как Kh и Sh.

Со временем ВЦП, видимо, пришел в упадок — число предлагаемых мне переводов стало постепенно снижаться. На память о том времени у меня осталась целая полка купленных англо-русских словарей по различным химическим, физическим и смежным специальностям. А также счет в сберкассе на улице Винокурова, недалеко от ВЦП. Коллега оказался прав: оценка показала, что час работы над переводом (включая поездки в ВЦП) действительно приносил около двух рублей. На автомобиль я, конечно, не заработал (зато выиграл его в результате жеребьевки на факультете в 1990 году, где на одни «Жигули» претендовала масса народа; но это уже совсем другая история, достойная пера Войновича). Тем не менее заработанных денег почти хватило на стенку «Спутник». Ее нам устроили по большому благу; это было в 1975 году. Когда прохожу сейчас мимо магазинов с импортной мебелью, в которые покупатели заходят раз в месяц по большим праздникам, до сих пор удивляюсь отсутствию очереди. Стенка служит нам верой и правдой уже 35 лет, но стоила она бешеных по тем временам денег — 700 рублей...

Переводы были не только познавательными, они доставляли мне удовольствие. Как не порадоваться, когда американский химик в своей автобиографии пишет, что у него был аспирант по имени William Shakespeare. И добавляет: «А ведь на филологическом факультете нашего университета не найти сотрудника, который руководил бы Уильямом Шекспиром!» Так что я не отказывался от любого случая поупражняться в переводе, набраться опыта. Например, вместе с коллегой Володей Батюком я перевел монографию «Криохимия» в издательстве «Мир». Было забавно, что фамилия одного из американских авторов этой книги была Озин, а мой коллега, работающий в области криохимии, имел фамилию Осин. Потом мне очень пригодилась опубликованная там таблица давления паров металлов при разных температурах. При переводе этой книги я допустил ужасную ошибку, на которую мне указала коллега Елена Еремина, имевшая опыт работы с кремнийорганикой: вместо «силулен» (кремниевый аналог карбена) я написал «силен», совершенно забыв, что у греков силены — почти то же самое, что и сатиры, демоны плодородия! Но было поздно, книга уже вышла из печати. Что я испытываю до сих пор, красочно описал профессор химии универ-



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

ситета штата Аризона Р.Т.Сандерсон; авторизованный перевод его статьи я позже опубликовал в «Химии и жизни» (1994, № 3). Здесь приведу только небольшую цитату из нее.

«Много лет назад я пришел в ужас, обнаружив, что пропустил метильную группу на молекулярной модели, причем модель была сфотографирована и фотография помещена в книге. В течение пятнадцати лет я дрожал от страха в ожидании неизбежной лавины насмешливых и ругательных писем. Но шли годы, и ни одна душа так и не сказала мне об этой ошибке. Так что есть надежда, что эта ошибка вообще никогда не обнаружится, поэтому в последнее время я даже отгаживаюсь на короткие вечерние прогулки в одиночестве».

Были и переводы, за которые лучше было не браться. И во все не из-за трудностей с текстом. Например, я перевел некоторые главы из книги Всемирной организации здравоохранения «Рекомендации по качеству воздуха в Европе». И узнал из нее массу такого, о чем лучше вообще не знать, чтобы спать спокойно. Совсем другое дело — биографические очерки об ученых, интервью с ними, шуточные статьи зарубежных химиков. В одной из них, опубликованной в солидном научном журнале, утверждалось, что автору, известному специалисту в области кремнийорганических соединений, удалось путем сложной переработки нескольких сотен килограммов (!) соединения кремния (тетраметилсилана) выделить несколько миллиграммов вещества, элементный анализ которого показал отсутствие углерода, водорода, кислорода, азота, кремния... И автор сделал вывод, что ему удалось получить в чистом виде атомные *d*-орбитали! Статью сопровождала фотография автора, на которой хорошо было видно игривое выражение его физиономии (подробности — в «Химии и жизни», 2004, № 5).

В советское время (и многие годы после) наши авторы, а также издательства обычно не обращали внимания на такую мелочь, как авторские права. Да и теперь многие продолжают относиться к этому как к пустой формальности. В том, что на Западе к авторским правам отношение иное, меня убедил собственный опыт. Как-то я прочитал, что Эрнест Резерфорд провел в 1908—1911 годах эксперименты по подсчету числа альфа-частиц, выделяемых радием. Из этих опытов можно было вычислить самое точное для того времени значение постоянной Авогадро. Нужную статью в «Nature» я нашел в библиотеке ГАИШ — Астрономического института имени П.К.Штернберга на территории МГУ. Аккуратно переписал от руки несколько абзацев. Их я использовал в своей статье, которую послал в «Journal of Chemical Education» (США). Как же я был разочарован, когда прочитал письмо, написанное мне редактором (мы уже были заочно знакомы: это была не первая моя статья, посланная в журнал). В письме говорилось, что я слишком много цитирую Резерфорда, поэтому мне необходимо получить письменное разрешение на такое цитирование. Редактор предупредил, что теоретически права на публикации вековой давности могли несколько раз переходить от одного правопреемника к другому. А было-то там всего полстранички цитат, причем из разных абзацев оригинальной статьи.

Что делать? Положение казалось безвыходным. Интернета у нас дома тогда еще и в помине не было. Но к счастью, была очень медленно работающая (под DOS) электронная почта от МЦНМО (mcsmc) — Московского центра независимого математического образования, связанная через модем с телефонной линией и работающая со скоростью 14,4 бод (единица названа в честь французского изобретателя Ж.М.Э.Бодо). Помню, на отправку большого файла (в текстовом формате!) могло уйти минут сорок. И вот, разузнав в нашей библиотеке адреса нескольких британских издательств, я разослал во все слезное письмо с жалобой на горькую судьбу: мол, потратил столько сил на статью, а трусливые американцы требуют разрешения. Я не надеялся получить хоть какой-то ответ, но прошло всего два-три дня, и — о счастье! — мне пришло письмо от некоей Линды Николь. Она написала: «О, вы попали в точку — это ко мне! Напишите, сколько слов вы цитируете, из какой статьи, в каком журнале, с какой целью, и я вам пришлю разрешение». Послать все эти сведения было делом буквально нескольких минут. И через неделю я получил по обычной почте короткое письмо, подписанное Linda Nicol, Permissions Controller. Письмо было на бланке Кембриджского университета; если посмотреть его на просвет, на бумаге проступает большой водяной знак университетского герба с четырьмя львами и двумя десятками фигурок, очень похожих на шахматные пешки. А вот что говорилось в подчеркнутых ключевых двух строчках, я понять не мог, как ни старался. Люди, к которым я обращался и которые знали английский лучше, тоже не могли прийти к единому мнению. Одни говорили, что мне разрешили процитировать Резерфорда только один раз, другие — что разрешено процитировать только эту статью, и никакую другую ... что говорили третьи, я уже не помню. Я послал это письмо факсом в США, потратив на это, как сейчас помню, 42 рубля — немалая сумма по тем временам. И в ответ редактор американского журнала ответил: «Спасибо, это как раз то, что нам нужно».

Намного проще поступил Д.К.Неккерс, редактор американского журнала «The Spectrum», который публиковался в Фотохимическом центре университета в городе с веселеньким названием Bowling Green (штат Огайо). На мой запрос он ответил, что я могу спокойно использовать любые материалы из журнала. Так в «Химии и жизни» появилось интервью с Дж.С.Хэммондом (2005, № 10). Любезно предоставили мне право перевода преподаватель из Глазго Алан Гудвин, прислав мне свою статью (см. 2004, № 1), редактор «Journal of Chemical Education» Джон Мур (2005, № 2), другие издатели и авторы.

Были случаи, когда и мои тексты переводили на иностранные языки. В 1996 году я участвовал в составлении задач для Международной химической олимпиады в Москве. Текст двух моих задач был переведен с русского на английский, а уже с английского руководителя 45 команд со всего мира сделали перевод на множество национальных языков, включая китайский и фарси.

Со временем мне стало интересно следить за деятельностью других переводчиков в области науки. И конечно, находить у них ошибки. Я пришел к выводу, что некоторые переводчики, чтобы работа шла быстрее, вообще не заглядывают в словари! Так, мне когда-то принесли ксерокопию опубликованной в 1985 году в США книги «Surely, You Are Joking, Mr. Feynman!». Прочитал ее с большим интересом, хотя в словарь (тогда только бумажный) приходилось заглядывать частенько. И когда через несколько лет мне в руки попался перевод этой книги («Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман!». Пер. Н.А.Зубченко, О.Л.Тиходеевой, М.Шифмана. Москва, Ижевск, 2001), я тоже решил его прочитать. С первых же страниц встретил странные фразы. И тогда положил рядом оригинал и начал читать «параллельные тексты» (как когда-то учил языки Шлиман). Ошибок выловил более сотни. Среди них

были «стандартные», типа «ведь это слишком коротко и слишком сухо!» — вместо «ведь это банально!» (выражение cut-and-dry). Или «я очень устал» — вместо «мне это ужасно надоело» (выражение sick-and-tired). Были смешные: «пошел на собрание» вместо «полетел на конференцию»; «нас встречали прямо у лодки» вместо «пристани» (Фейнман не мог приехать в Японию на лодке!); «парней» вместо «девушек»; «несколько трусиков» вместо «несколько туфель»; «повернула часы лицом к свету» вместо «циферблатом»; «субботний отпуск» — на самом деле это был sabbatical, годовой отпуск на седьмой год работы; «на светлой стороне Солнца» вместо «на дальней от Солнца точке орбиты» (речь шла о Венере!), путали there — туда, и three — три, что приводило к комическим ситуациям. Были ошибки, полностью искажающие смысл: «выкурил его» вместо «разоблачил»; «стекло от часов» вместо «часовое стекло»; «какое количество урана было получено?» вместо «каково содержание урана в образце?»; «ядра из спина вылетали влево» вместо «электроны из ядер вылетали с левой поляризации»; «гвоздь проскальзывал в пружину» вместо «стержень втягивался в катушку»; «капельки иода» вместо «кристаллы иода» (переводчики, очевидно, не могли даже вообразить, что бывает кристаллический иод; «РНК-посланник» вместо «информационная РНК», «неинтеллигентный» вместо «антиинтеллектуал»; «молекулы, выращенные в слаболетучем азоте» вместо «молекулы, в состав которых введен азот-15» (поистине ужасная ошибка!). Но перл перевода — это, конечно, фраза на с. 274 о «равнинах православной церкви!» В таких случаях можно давать задания студентам, изучающим язык: по подобной безумной фразе восстановить английский текст и перевести его заново, на этот раз правильно.

Но и у меня случались ошибки. О «силенах» я уже рассказывал. А вот еще одна. Как-то я опубликовал в «Химии и жизни» перевод американской статьи «Как узнать незнакомый язык» (1980, № 4). Чтобы не спрашивать разрешения на перевод, я просто пересказал статью, добавив «отсебятину». В статье была интересная таблица — как всего по нескольким строчкам распознать любой европейский язык: нужно искать определенные артикли, союзы, слово «химия» и диакритические знаки. После опубликования статьи в редакцию пришло письмо от читателя из Вильнюса, который написал, что слова lahutusteadus в литовском языке нет. С помощью словарей в Ленинке я выяснил, что это — «химия», но по-эстонски! Ошибся американский автор, а я этого не знал (и не проверил).

Говорилось в той статье и о том, как отличить китайский текст от японского. Я нашел в библиотеке китайские и японские химические журналы и сделал ксерокопии страниц, по которым было очевидно, что текст химический (например, были формулы). Кстати, чтобы сделать ксерокопию, тогда нужно было письменное разрешение замдекана, а ксерокс стоял в строго охраняемом помещении с металлической решеткой за дверью. Забавно, что всего на одной странице текста на японском, помимо древних пришедших из Китая иероглифов, а также японских слоговых азбук — катаканы и хираганы, встретились слова, написанные латиницей (формулы, фамилии химиков), греческие буквы (например, для обозначения изомеров), арабские и римские цифры — настоящий Вавилон! Чтобы читатель имел представление, как выглядит текст на арабском, я сделал ксерокс из египетского журнала. К сожалению, химического текста на иврите найти не удалось — поступавший в библиотеку «Israel Journal of Chemistry» был на английском. Тогда я просто принес в редакцию Библию на древнееврейском — буквы ведь те же самые. Но с публикацией случилась заминка: редактор сказал мне, что Горлит (цензурный орган) потребовал перевода выбранных для иллюстрации небольших кусочков текста на арабском и древнееврейском! Я удивился: ведь в нескольких строках арабского текста была формула Ru/SiO_2 ; речь, видимо, шла о рутениевом катализаторе, адсорбированном на силикагеле. Но

мудрый редактор сказал мне, что цензор абсолютно прав: а вдруг там написано, что в СССР есть этот катализатор, но советские химики не желают поставлять его дружественному египетскому народу!

Разнообразие символов в японском тексте подвигло меня перевести с английского и опубликовать в «Химии и жизни», с пространными «доморощенными» комментариями, еще одну химико-лингвистическую статью: «Химия на японском» (1997, № 11). Поскольку в японском нет звука «л», японцы в иностранных словах заменяют «л» на слог, содержащий «р». Так, мой коллега по кафедре Мардалейшвили, когда стажировался в Японии, стал «Марударушвиру». Интересно, что названия большинства органических веществ звучат по-японски «с немецким акцентом», а физико-химические термины они произносят как бы по-английски. Объяснение простое: японские органики когда-то учились в основном в Германии, а физхимики — в Англии и в США. Так они и принесли в свой язык звучание соответствующих терминов («мечирене буру» — это немецкий Methylenblau). Перед тем как отправить статью в редакцию, я все же догадался показать ее видному японисту, заместителю директора Института востоковедения Владимиру Михайловичу Алпатову.

Помимо казусов с переводами всяких выражений, я начал обращать внимание на транскрипцию иностранных имен в русскоязычных текстах. Оказалось, что тут масса различий. Так, друг Шерлока Холмса — это доктор Ватсон, а Нобелевскую премию за открытие в 1953 году строения ДНК получил Джим Уотсон, хотя это одна и та же фамилия; Джордж — конечно, Вашингтон, а современный певец — Уошингтон. Но если шотландца зовут Sean, то он вовсе не Сеан, а Шон! Полнейший произвол наблюдается при передаче китайских и японских имен. Набрав достаточно подобных примеров, я решил опубликовать в «Химии и жизни» статью «Кто такие Сеан и Ксионг, или Чем транскрипция отличается от транслитерации» (2008, № 10). Прошло немного времени, и редактор журнала сказала мне, что на эту статью в Интернете уже сотни ссылок и что она вызвала жаркую дискуссию среди японистов, — для меня это было полной неожиданностью. Дискутировали они о том, как правильно транскрибировать японские имена и можно ли пользоваться таблицами, составленными еще в XIX веке (я их приводил в статье), обвиняли меня в том, что я защищаю поливановцев. Стал узнавать, что это означает. Оказалось, что Евгений Дмитриевич Поливанов — автор системы кириллической транслитерации японского языка, известной как «система Поливанова». Я позвонил своему знакомому, пастернаковеду Константину Мийхаловичу Поливанову, чтобы узнать, не родственник ли он Е.Д. Поливанову. Я знал, что К.М. Поливанов происходит из старинной дворянской семьи, один из его предков основал знаменитую московскую «поливановскую гимназию». Оказалось, что японист Евгений Дмитриевич — его двоюродный прадед. И чтобы еще раз подтвердить верность поговорки «мир тесен», можно добавить, что К.М. Поливанов недавно опубликовал двухтомник «Русская литература XX века» вместе с моей женой.

Последний большой проект, в котором мне посчастливилось участвовать, — публикация в издательстве «Наука» переводов лекций и биографий нобелевских лауреатов. Я переводил в основном материалы, относящиеся к химии (и лишь некоторые по физике). Запомнилось несколько случаев. Не поняв одно слово в автобиографии лауреата (за открытие фуллерена) — англичанина Гарольда Крото, который в студенческие годы что-то там разрисовывал в танцевальных залах, я ему написал, но ответа не получил. Тогда я позвонил бывшей ученице своей жены, которая много лет проучилась в США, защитила диссертацию в престижном американском университете, написала и издала там монографию на английском, а сейчас заведует кафедрой европейских языков в од-



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

ном из московских вузов. Она сообщила, что сейчас у нее как раз находится «настоящий англичанин», у которого она и спросит. И через минуту радостно сообщила: «Мы не знаем!» Пришлось перевести одним из возможных вариантов.

Второй случай был счастливее. Переводя биографию лауреата по физике Роберта Лафлина, я встретил выражение «we smashed the violets», причем слово violets имеет два значения: фиалки и (как американский сленг) капуста. Я Лафлину тоже написал (поблагодарив заодно за интересную биографию): «What does it mean — to trample flowers or to cut (chop) cabbage?» Ответ пришел немедленно: «Thanks for the note. This particular passage doesn't mean anything metaphorical. It's quite literal. The house in which I lived had apple trees and violets in the back yard. My sons chased each other around back there, and often ruined the flowers. There wasn't any cabbage. Best, Bob L.» («Спасибо за письмо. В этом отрывке — ничего иносказательного, его следует понимать буквально. На заднем дворе дома, в котором мы тогда жили, росли яблони и фиалки. Мои сыновья гонялись там друг за другом и часто бегали прямо по цветам. Так что никакой капусты. Всего хорошего. Боб Л.»)

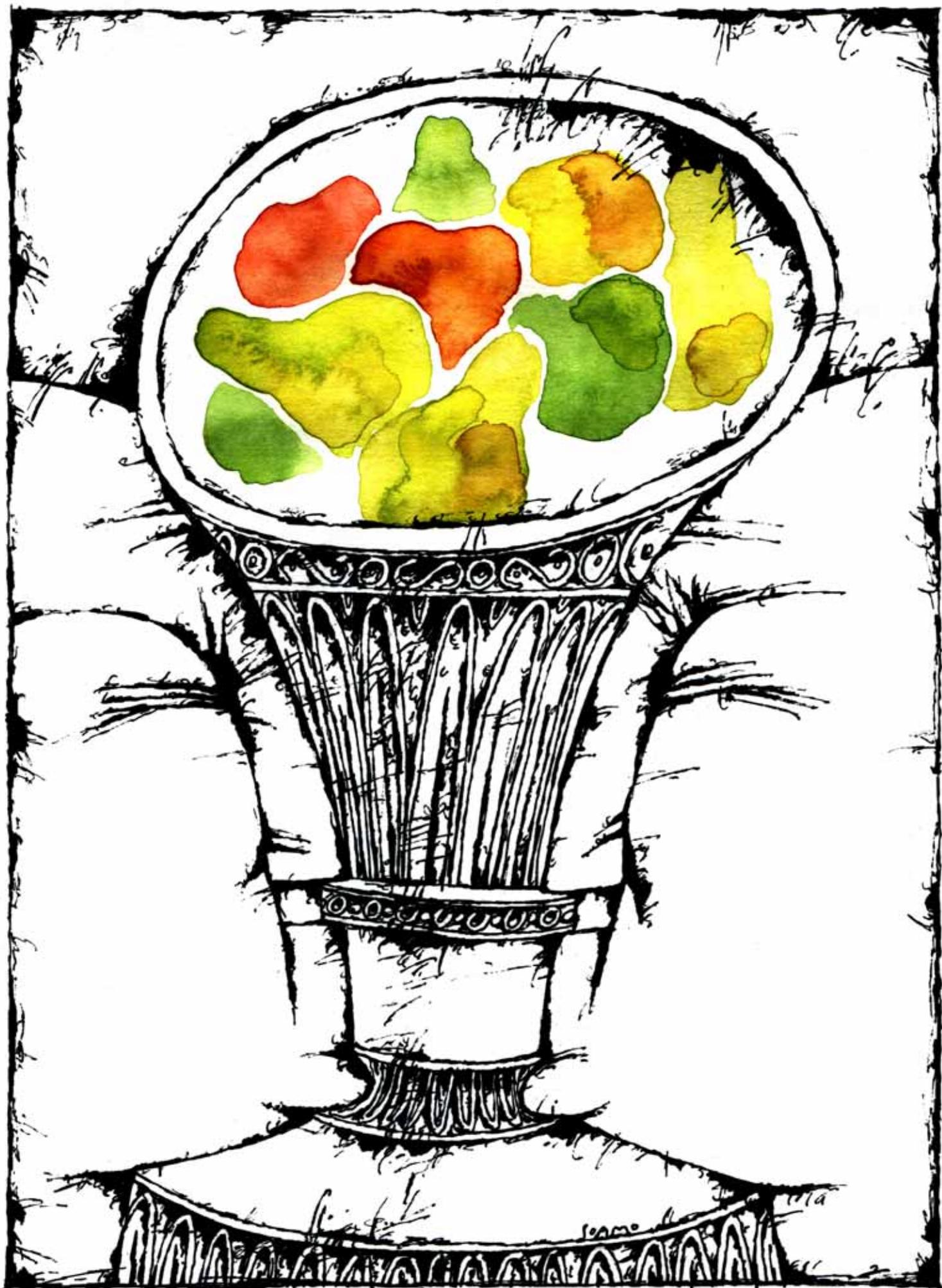
В заключение — еще об одном забавном случае. Когда я узнал, что существуют «онлайнные» переводчики, я решил воспользоваться одним из них. Как говорится, зашел — и сразу вышел. Но при переводе представления лауреата по химии (за 1999 год) Ахмеда Зевайла шведским профессором Бенгтом Норденом я решил послать редактору Анастасии Росточкой, дочери известного отечественного историка химии Д.Н. Трифонова, вместо своего перевода «автоматический». Вот лишь несколько фраз из него.

«Случается когда молекулы, встречаемся — они прилагают слабо к друг другу, или они реагируют неистово? Химическая реакция означает ломку (нарушение) и формирование химических обязательств между атомами. Реакции могут переходить по различным нормам (разрядам). Требуется гвоздь (ноготь), чтобы ржаветь со взрывом динамита! Что случается с молекулой, поскольку это проходит через ее государство (состояние) перехода, метафора для своего рода промежуточного государства (состояния) реакции, в которой обязательства сломаны (нарушены) и сформированы. Было найдено стержню вокруг хорошо-смазанного-жиром обязательства, которое посылает сигнал нерва мозгу. Это осталось туманной землей без человека. Ahmed Зевайл предоставляет Нобелевский Приз по Химии, он был первый, который ясно мог видеть позади теории Аррхениуса. Могу просить, чтобы Вы вызвались, чтобы получить 1999 Нобелевский Приз по Химии от рук Его Величества Король».

В конце я приписал рекламу: «Покупайте автоматический переводчик Promt! Экономьте свое время!»

Настя сделала мне выговор: она зачитала на работе «перевод» вслух и некоторое время все люди в комнате не могли работать от смеха.





Мозг и душа

Так называется книга знаменитого британского нейрофизиолога Криса Фирта, которую в этом году выпустило на русском языке издательство «Corpus» при поддержке Фонда Дмитрия Зимина «Династия». Крис Фирт рассказывает, как работает наш мозг, как мы воспринимаем окружающий мир, почему мы видим то, что видим, и как это соотносится с реальностью. Голова, как известно, «предмет темный и исследованию не подлежит». Но К.Фирту удается убедить читателя в том, что мозг человека способен исследовать сам себя. Предлагаем вниманию читателей одну из глав книги (публикуется в сокращении).



КНИГИ

Наше восприятие мира — это фантазия, совпадающая с реальностью

Всё в окружающем мире, согласно Павлову и Торндайку (Эдвард Торндайк (1874—1949) — американский психолог и педагог, создатель теории обучения. — *Примеч. ред.*), разделяется лишь на две категории: приятное и неприятное. Но мы воспринимаем мир не в таких грубых категориях. Когда я смотрю на сад за своим окном, я вижу такое богатство цветов и форм, что кажется безнадежной затеей пытаться донести это ощущение во всей его полноте до кого-нибудь другого. Но в то же самое время, когда я ощущаю все эти цвета и формы, я также вижу их как объекты, которые могу распознать и назвать: недавно подстриженная трава, примулы, старые кирпичные столбы и, в данный конкретный момент, великолепный зеленый дятел с ярко-красной шапочкой. Эти ощущения и распознавания выходят далеко за пределы простых категорий приятного и неприятного. Как же наш мозг открывает для себя то, что есть в окружающем мире?

Примечательная особенность нашего восприятия материального мира во всей его красоте и во всех подробностях состоит в том, что оно кажется нам таким легким. Но это чувство легкости и мгновенности — иллюзия, создаваемая нашим мозгом. Единственный способ узнать, легко или сложно нашему мозгу воспринимать окружающий мир, это сделать искусственный мозг, способный видеть и распознавать. Чтобы сделать такой мозг, нужно установить, из каких компонентов он должен состоять, и узнать, какие функции должны выполнять эти компоненты.

Информационная революция

Основные компоненты головного мозга были открыты нейрофизиологами в конце XIX века. Тонкую структуру мозга удалось выявить, разглядывая под микроскопом срезы мозговой ткани, по-разному окрашенные. Оказалось, что мозг содержит множество нервных клеток. В коре головного мозга около 10 миллиардов нейронов, в мозжечке — около 70 миллиардов, всего же нейронов в мозгу почти 100 миллиардов. Но помимо нейронов мозг пронизывает очень сложная сеть взаимосвязанных волокон.

Главное открытие в области изучения основных компонентов мозга сделал нейроанатом Сантьяго Рамон-и-Кахаль. Он выяснил, что волокна этой сети растут из нервных клеток и, что особенно важно, в этой сети есть промежутки. Волокно, растущее из одной клетки, подходит очень близко к следующей клетке, но не сливается с ней. Из результатов своих исследований Рамон-и-Кахаль сделал вывод, что основной элемент мозга — нейрон, то есть нервная клетка, со всеми ее волокнами и другими отростками. Факт существования этих промежутков удалось окончательно подтвердить лишь в 1954 году, когда исследователи вооружились электронными микроскопами.

Но что же, собственно, делают эти основные элементы мозга? В середине XIX века Эмиль Дюбуа-Реймон продемонст-

рировал электрическую природу нервных импульсов. А к концу XIX века Давид Феррье и другие исследователи показали, что электрическая стимуляция определенных участков мозга вызывает специфические движения и ощущения. Электрические импульсы, распространяющиеся по волокнам нейронов, переносят сигналы из одного участка мозга в другой, активируя там другие нейроны или подавляя их активность. Как могут подобные процессы лежать в основе работы устройства, способного воспринимать объекты окружающего мира?

Серьезный шаг в направлении решения этой проблемы сделали даже не нейрофизиологи, а инженеры-проектировщики телефонных линий. Телефонные линии похожи на нейроны: и по тем, и по другим распространяются электрические импульсы. В телефонной линии электрические импульсы активируют динамик на другом конце провода точно так же, как импульсы моторных нейронов могут активировать мышцы, к которым ведут отростки этих нейронов. Но мы знаем, что телефонные линии нужны не для передачи энергии, а для передачи сообщений в форме речи или в форме точек и тире азбуки Морзе.

Инженеры корпорации «Bell Telephone Laboratories» искали наиболее эффективный способ передачи телефонных сообщений. В ходе их исследований возникла идея, что телефонные провода в действительности служат для передачи информации. Эту идею сформулировал Ральф Хартли в 1928 году. Весь смысл передачи сообщения состоит в том, чтобы после его получения мы знали больше, чем до него. Теория информации, которую разработал Клод Шеннон в 1948 году, дает нам метод, позволяющий измерять, насколько увеличились наши знания после получения определенного сообщения.

До начала игры в крикет мы еще не знаем, кому достанется первая подача, пока арбитр не бросит монетку. Перед бросанием монетки есть две возможности: или первая подача будет у англичан, или у австралийцев. После бросания монетки от этих двух возможностей останется одна определенность: теперь мы знаем, что первая подача у англичан. Подобное увеличение знаний, когда из двух возможностей выбирается что-то одно, называют одним битом информации. Когда мы бросаем игральную кость, а не монетку, у нас есть шесть возможностей, и мы получаем больше информации, потому что одно определенное сообщение выбирается из шести возможных. Количество информации, которую мы получаем в данном случае, составляет 2,58 бит.

Здесь стоит напомнить, что биты соответствуют двоичным цифрам. Число 2,58 (логарифм шести по основанию два) есть среднее число вопросов, предполагающих ответ «да» или «нет», которые требуется задать, чтобы узнать, какое число выпало при бросании кости. Вначале я спрашиваю: «Оно больше трех?» Если ответ «да», то это четыре, пять или шесть. Затем я спрашиваю: «Оно больше четырех?» Если ответ «нет», то это четыре, и я узнал ответ за два вопроса. Если ответ «да», то это или пять, или шесть, и тогда мне нужно задать еще один вопрос. Чтобы узнать одно число из шести, мне всегда потребуется задать от двух до трех вопросов.

Пользуясь этим определением, мы можем измерить, сколько информации передается по телефонной линии и с какой скоростью (измеряемой в битах в секунду, или бодах) она передается. При скорости в 300 бод по линии передается около 60 знаков в секунду, так как каждый знак (например, буква или цифра) несет в среднем около 5 бит информации.

При этом, разумеется, одни знаки несут меньше информации, чем другие. Например, буквы, которые встречаются часто, такие, как E в английском, несут меньше информации, чем редкие буквы, такие, как Z. Про подобные знаки говорят, что они избыточны. Может быть, наши коммуникации с помощью языка стали бы намного эффективнее, если бы мы избавились от избыточных знаков и стали реже использовать такие знаки, как буква E?

На деле подобные усовершенствования ничего не дают, потому что реальный мир несовершенен: рукописные тексты всегда содержат опечатки и двусмысленности, наборщики делают опечатки, телефонные линии полны помех. Вообще, один из самых фундаментальных законов природы состоит в том, что, как бы мы ни старались, часть наших трудов всегда пропадает впустую. Тепло, выделяемое электрической лампочкой, трение в подшипниках колеса, шум на телефонной линии, а также, вероятно, и ошибки людей-операторов невозможно полностью устранить. К тому времени, как сообщение достигнет другого конца линии, некоторые его фрагменты потеряются, а некоторые посторонние звуки окажутся добавлены.

Для идеальных сообщений, в которых нет избыточных знаков, подобный шум губителен. Если же сообщение содержит избыточные биты информации, то ошибки можно отследить и восстановить исходное сообщение. Например, можно послать одно и то же сообщение дважды. Второе сообщение совершенно избыточно, но, если между двумя полученными сообщениями есть разница, мы поймем, что произошли какие-то ошибки. Мы, конечно, по-прежнему не будем знать, какой вариант правильный. Но если мы пошлем то же сообщение в третий раз, то можем отследить случаи, где два из полученных трех сообщений совпадают, и, исходя из этого, выбрать правильный вариант.

Я помню времена, когда у нас не было не только компьютеров, но и электронных калькуляторов. Сложные математические расчеты приходилось выполнять вручную, и при этом почти неизбежно возникали ошибки. Стандартная процедура отслеживания таких ошибок состояла в том, чтобы повторять выполняемые расчеты трижды. Если в двух случаях из трех получался один и тот же ответ, он, скорее всего, и был правильным, потому что маловероятно, чтобы в обоих расчетах была допущена одна и та же ошибка.

Наш мозг сталкивается с той же самой проблемой. Сообщения об окружающем мире, поступающие от наших глаз и ушей, содержат шум и полны ошибок, поэтому наш мозг не может уверенно сказать, где «правда», а где «ошибка». Чтобы избежать этого, наш мозг всю пользуется избыточностью поступающей информации. Когда мы разговариваем с другим человеком, то обычно не только слушаем, что он говорит, но и внимательно смотрим за движением его губ. Сопоставляя эти две разновидности информации, наш мозг получает лучшее представление об исходном сообщении. Обычно мы не осознаем, что нам помогают в этом движения губ, но когда мы смотрим озвученный иностранный фильм (или фильм на нашем родном языке, в котором плохо смонтирована фонограмма), то сразу чувствуем, что что-то не так, потому что движения губ не соответствуют звукам.

Применение теории информации позволило сделать телефонные линии более эффективным средством передачи сообщений. Но роль, которую сыграла теория информации, отнюдь не ограничивается увеличением прибыли телефонных компаний. Определение информации через простые физические состояния (такие, как положения «вкл» и «выкл» электронного переключателя) означало, что теперь информацию

можно хранить на физических носителях, то есть на цифровых запоминающих устройствах. Долгое время для хранения информации использовались книги, написанные и читаемые людьми. Новые запоминающие устройства позволяли записывать и считывать информацию машинам, от которых не требовалось понимания смысла записываемых и считываемых знаков. И конечно, эти новые запоминающие устройства можно было наполнять новым содержанием.

Уже в 1943 году Уоррен Маккаллок и Уолтер Питтс выдвинули новую нейронную доктрину, согласно которой нейрон — это элементарная функциональная единица мозга, служащая для обработки информации. Маккаллок и Питтс также предположили, что из обширных сетей простых электронных «нейронов» можно сконструировать искусственный мозг. Первые компьютеры были сделаны не по образцу нейронных сетей, однако, подобно искусственным нейронным сетям, они представляли собой устройства, способные хранить, передавать и видоизменять информацию в соответствии с определенными правилами. Когда в сороковых годах были сконструированы первые такие компьютеры, их сразу стали называть «электронные мозги». Такие машины можно было научить делать то, что делает наш мозг.

На что же способны хитроумные устройства?

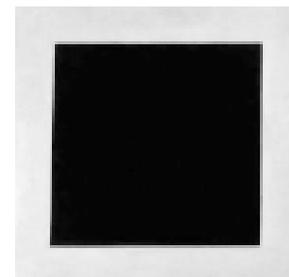
В 1956 году наука о создании устройств, способных делать разные хитроумные вещи, получила название «искусственный интеллект». Исследовательская программа этой науки, как и любой другой, предполагала, что начать нужно с решения самых легких проблем. Восприятие окружающего мира казалось сравнительно простым делом. Почти все люди умеют с легкостью читать рукописный текст и узнавать лица, и поначалу казалось, что создать машину, способную делать и то и другое, должно быть тоже не особенно сложно. Игра в шахматы — напротив, очень сложное дело. Создание машин, умеющих играть в шахматы, лучше было отложить на потом.

Прошло пятьдесят лет, и в 1997 году суперкомпьютер «Дип Блю», сконструированный корпорацией IBM, выиграл в шахматы у Гарри Каспарова, которого многие считают одним из величайших шахматистов всех времен. Компьютер победил во многом благодаря своей способности проводить сложные математические расчеты. Он мог анализировать 200 миллионов ходов в секунду. Люди так в шахматы не играют. Проблема научить машину восприятию, напротив, оказалась очень сложной.

Оказывается, даже моей способностью видеть, что сад у меня за окном полон разных объектов, очень сложно наделить машину. Тому есть много причин. Например, видимые объекты перекрывают друг друга, а некоторые из них еще и движутся. Откуда я знаю, что это за коричневое пятно — часть забора, или дерева, или птицы?

Развитие теории информации и цифровых компьютеров показало, что наше восприятие — дело очень сложное. Но наш мозг с ним справляется. Означает ли это, что цифровой компьютер не может служить хорошей моделью мозга? Или нам нужно найти какие-то новые способы обработки информации и научить им компьютеры?

Наши исходные знания влияют на наше восприятие. Для некоторых наблюдателей это не просто черный квадрат, а «Черный квадрат» Казимира Малевича (1915), образец отвлеченного абстрактного искусства русских супрематистов. Если нам известно, что это значительное произведение искусства, это меняет наше восприятие объекта, хотя объем содержащейся в нем информации при этом остается тем же



Проблема с теорией информации

Создание теории информации было очень важным достижением. Оно позволило нам понять, как физическое явление, электрический импульс, может стать психическим явлением — нервным сигналом (сообщением). Но с первоначальной формулировкой была связана одна принципиальная проблема. Предполагалось, что объем информации в любом сообщении или, в более общем случае, в любом раздражителе полностью определяется этим раздражителем. Прекрасная концепция, но из нее следуют некоторые парадоксальные вещи.

Вспомним, что каждая буква в сообщении несет тем больше информации, чем она необычнее. Поэтому буква Q обычно несет много информации, а идущая за ней буква U не несет никакой информации. Тот же подход можно применить и к изображениям. Любое изображение состоит не из букв, а из элементов изображения (или пикселей), которые могут быть разного цвета. Рассмотрим простое изображение черного квадрата на белом фоне. Какие элементы этого изображения наиболее информативны? Когда наш взгляд движется по однотонно окрашенному участку, он не видит ничего необычного, потому что при этом не происходит никаких изменений. Но вот наш взгляд достигает границы, где проходит контур квадрата, и происходит неожиданное изменение цвета. Следовательно, в соответствии с теорией информации, наиболее информативны должны быть именно контуры изображения. О том же говорит нам интуиция. Если заменить объект его контурами, иными словами, оставить только информативные границы, мы по-прежнему сможем распознать этот объект.

Но из этой формулировки следует парадокс. Согласно этому определению самым информативным изображением будет такое, в котором мы никак не сможем угадать следующий элемент, на который, двигаясь, упадет наш взгляд. То есть это изображение, целиком состоящее из точек, окрашенных случайным образом. Такие изображения мы видим, когда у нас что-то не так с телевизором и на его экране возникает рябь. Как справедливо отмечает профессор английского языка, когда я показываю ей иллюстрации, сгенерированные компьютером, это самые скучные изображения, которые ей доводилось видеть.

Проблема концепции, которую дает нам теория информации, состоит в том, что в ней никак не учитывается субъект, смотрящий на изображение. В рамках этой концепции все смотрящие равны, и их восприятие раздражителя должно быть одинаковым. Но мы-то знаем, что все смотрящие разные. Они отличаются разным прошлым опытом и разными ожиданиями. Эти отличия сказываются на нашем восприятии. Рассмотрим черный квадрат на рисунке. Для некоторых смотрящих это не просто черный квадрат. Это «Черный квадрат» Казимира Малевича, выставленный им в 1915 году, первый образец отвлеченного, абстрактного искусства русских супрематистов. В данном случае знание того, что это значительное произведение искусства, меняет наше восприятие объекта, несмотря на то что объем содержащейся в нем информации при этом не меняется. Этот простейший пример показывает, как наши исходные знания влияют на наше восприятие.

Преподобный Томас Байес

Как же тогда мы можем видоизменить теорию информации, чтобы она учитывала различия в опыте и ожиданиях наблюдателей? Нам нужно сохранить нашу идею, что информативность сообщения (или изображения) определяется его новизной и неожиданностью. Но теперь ее нужно дополнить новой идеей, что сообщение может для одного человека быть неожиданнее, чем для другого. Объективно новое и неожиданное сообщение можно определить как сообщение, меняющее наше представление о мире и, следовательно, наше поведение.



КНИГИ

Сегодня вечером я собирался пойти на семинар по нейроэстетике, но его отменили. Вместо этого я могу пойти в бар. Там я встречаю профессора английского языка. На нее это сообщение никак не повлияло. Она никогда не ходит на нейробиологические семинары.

Мы можем также сказать, что информативность сообщения определяется степенью, в которой оно меняет наши убеждения об окружающем мире. Чтобы узнать, какой объем информации содержится в сообщении, передаваемом получателю, нужно узнать, каковы были убеждения получателя до поступления этого сообщения. Тогда мы сможем увидеть, насколько эти убеждения изменились после того, как сообщение было получено. Но можем ли мы определить такие априорные убеждения и происходящие в них изменения?

Решение этой проблемы нашел человек, который будет, наверное, самым необычным из всех ученых, попавших на страницы этой книги. Преподобный Томас Байес (1702—1761) был пресвитерианским священником и за всю свою жизнь не опубликовал ни одной научной работы, хотя и стал в 1742 году членом Лондонского королевского общества. Только через два года после его смерти его классическая работа была наконец опубликована в «Философских трудах Королевского общества». После этого она больше ста лет пребывала в забвении. Только в двадцатых годах XX века слава Байеса начала расти. <...> В последние десять лет Томас Байес стал суперзвездой. В сети есть множество сайтов, где объясняется теорема Байеса и сообщается: «Главное, что Байес крут, а кто не знает Байеса, тот не крут». А если вы не верите тому, что говорят в Интернете, то, быть может, вас убедит «Нью-Йорк таймс» за 20 января 2004 года? «В научной среде байесовская революция вот-вот станет преобладающей точкой зрения, что десять лет назад казалось немыслимым», — говорит Брэдди Карлин, профессор здравоохранения из университета Миннесоты.

Из-за чего же возник весь этот ажиотаж?

Вот как формулируется теорема Байеса:

$$p(A|X) = p(X|A)p(A) / p(X).$$

Возьмем некоторое явление (A), о котором мы хотим узнать, и наблюдение (X), которое дает нам какие-то сведения об A. Теорема Байеса говорит нам, насколько увеличится наше знание об A в свете новых сведений X. Нам незачем вникать в детали этого уравнения. Главное, что это уравнение дает нам именно ту математическую формулу убеждений, которую мы искали. Убеждению в данном случае соответствует математическое понятие вероятности. Вероятность позволяет измерить, в какой степени я убежден в чем-то. Если я в чем-то совершенно уверен (например, в том, что утром взойдет солнце), вероятность равна единице. В форме уравнения это можно выразить так: $p(\text{взойдет солнце}) = 1$. А если я совершенно уверен, что что-то никогда не случится, вероятность равна нулю: $p(\text{Крис Фрит выиграл конкурс «Евровидение»}) = 0$. Большинство наших убеждений не так тверды и занимают промежуточное положение между нулем и единицей: $p(\text{поезд, на котором я еду на работу, опоздает}) = 0,5$. И эти промежуточные убеждения постоянно изменяются по мере того, как мы получаем новые сведения. Прежде чем ехать на работу, я уточню

ситуацию с движением поездов лондонского метро в Интернете, и эти новые сведения изменяют мое убеждение о вероятности опоздания поезда (хотя и ненамного...).

Теорема Байеса показывает, насколько именно изменится мое убеждение относительно A в свете новых сведений X . В приведенном выше уравнении $p(A)$ — мое первоначальное, или априорное, убеждение об A до поступления новых сведений X , $p(X|A)$ — вероятность получения сведений X в случае, если A действительно будет иметь место, а $p(A|X)$ — мое последующее, или апостериорное, убеждение об A с учетом новых сведений X . Все это станет понятнее на конкретном примере из области здравоохранения, где теорема Байеса находит свое применение.

Рассмотрим проблему рака груди. Обратимся к частному случаю, связанному с эффективностью массовых обследований. Мы знаем (это наше априорное убеждение), что к сорока годам у 1% женщин развивается рак груди ($p(A) = 0,01$). Кроме того, у нас есть хороший метод выявления рака груди — маммография (этот метод дает нам новые сведения). Результат маммографии будет положительным у 80% женщин с раком груди ($p(X|A) = 0,8$) и лишь у 9,6% женщин без рака груди ($p(X|\sim A) = 0,096$). Таковы вероятности получения наших сведений в случае, если наше убеждение истинно. Судя по этим цифрам, кажется очевидным, что регулярные обследования на предмет наличия рака груди — вещь хорошая. Итак, если мы обследуем всех женщин, то какова среди тех, у кого обследование даст положительный результат, доля тех, у кого действительно будет рак груди, то есть каково будет значение $p(A|X)$?

Учитывая, что этот метод кажется хорошим, каково будет ваше убеждение относительно женщины, для которой только что получен положительный результат маммографического обследования на рак груди? Большинство людей сказали бы, что у нее, скорее всего, рак груди. Но применение теоремы Байеса показывает, что это мнение ошибочно. Мы можем легко убедиться в этом, если на время забудем о вероятностях. Вместо этого давайте рассмотрим 10 000 женщин в возрасте сорока лет и старше.

Еще до обследования эти 10 000 женщин можно мысленно разделить на две группы:

группа 1: 100 женщин с раком груди;

группа 2: 9900 женщин без рака груди.

Группа 1 — это тот 1% женщин, у которых развился рак: $p(A)$.

После обследования женщин можно разделить на четыре группы:

группа А: 80 женщин с раком груди и положительной маммографией;

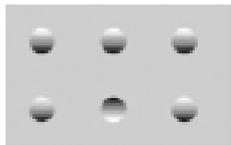
группа Б: 20 женщин с раком груди, но с отрицательной маммографией.

Группа А — это те 80% женщин с раком груди, у которых его выявляет маммография: $p(X|A)$.

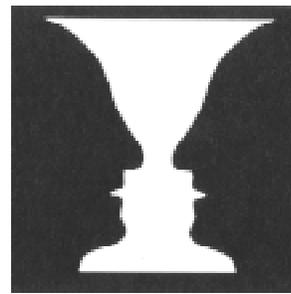
Группа В: 950 женщин без рака груди, но с положительной маммографией;

группа Г: 8950 женщин без рака груди и с отрицательной маммографией.

Группа В — это те 9,6% женщин, у которых нет рака груди, но результат маммографии положительный: $p(X|\sim A)$.



Нам кажется, что на рисунке изображены выпуклые и вогнутые костяшки домино, хотя страница совершенно плоская. Если вы перевернете рисунок вверх ногами, выпуклые пятнышки станут вогнутыми, а вогнутые выпуклыми. Если же вы повернете рисунок боком, пятнышки перестанут выглядеть вогнутыми и выпуклыми и покажутся отверстиями, через которые мы смотрим на сложную затененную поверхность. Таково правило интерпретации света и тени, жестко прописанное в нашем мозгу



Что происходит, когда у нас нет априорных оснований предпочесть одну трактовку изображения другой? Тогда наше восприятие самопроизвольно переключается с одного возможного образа на другой и обратно. На рисунке слева мы видим то жену, то тещу — подбородок молодой женщины становится носом старухи. А на рисунке справа — то чашу, то два лица, обращенные друг к другу

Итак, результат обследования оказался положительным у 950 женщин, у которых нет рака груди, и только у 80 женщин, у которых есть рак груди. Чтобы ответить на вопрос «Какова доля женщин с раком груди среди тех, у кого результат маммографии положительный?», мы разделим число женщин в группе А на суммарное число женщин в группах А и В (то есть на общее число женщин с положительной маммографией). Это даст нам ответ 7,8%. Иными словами, более 90% женщин, у которых маммография дает положительный результат, в действительности не больны раком груди.

Несмотря на то что маммография — хороший метод выявления рака груди, теорема Байеса говорит нам, что получаемые с ее помощью сведения сравнительно малоинформативны. Именно поэтому у многих возникли серьезные сомнения в эффективности этого обследования. Проблема возникает оттого, что мы обследуем сразу всех женщин в возрасте 40 лет и старше. Для женщин этой большой группы априорное ожидание рака весьма невелико. Теорема Байеса показывает, что результаты маммографии будут намного информативнее, если обследовать «группы риска», например женщин, у которых в семье были случаи рака груди.

Идеальный байесовский наблюдатель

Важность теоремы Байеса состоит в том, что она дает нам возможность очень точно измерять степень, в которой новые сведения должны менять наши представления о мире. Теорема Байеса дает нам критерий, позволяющий судить о том, адекватно ли мы используем новые знания. На этом и основана концепция идеального байесовского наблюдателя — воображаемого существа, всегда использующего получаемые сведения наилучшим из возможных способов.

Как мы только что убедились из примера с раком груди, у нас очень плохо выходит использовать получаемые сведения, когда речь идет о редких событиях и больших числах. Но хотя нам и далеко до идеального наблюдателя, у нас есть уже немало свидетельств того, что наш мозг не сбивают с толку ни редкие события, ни большие числа. Наш мозг, когда он обрабатывает данные, поступающие от органов чувств, ведет себя как настоящий идеальный наблюдатель.

Например, одна из задач, которые должен решать наш мозг, состоит в сопоставлении сведений, поступающих от разных органов чувств. Когда мы слушаем речь другого человека, наш мозг сопоставляет сведения, поступающие от глаз (вид движущихся губ) и от ушей (звук голоса). Когда мы берем в руку какой-нибудь предмет, наш мозг сопоставляет сведения, поступающие от глаз (каков этот предмет на вид) и осязательных рецепторов (каков этот предмет на ощупь). Совмещая эти сведения, наш мозг ведет себя как настоящий идеальный байесовский наблюдатель. Он игнорирует неубедительные свидетельства и акценти-

рует убедительные. Разговаривая с профессором английского языка на очень шумной вечеринке, я невольно буду внимательно смотреть на движения ее губ, потому что в такой ситуации сведения, поступающие от глаз, могут оказаться полезнее, чем сведения, поступающие от ушей.

Как байесовский мозг может создавать модели мира?

Но есть и еще один аспект теоремы Байеса, который даже важнее для понимания того, как работает наш мозг. В формуле Байеса два ключевых элемента: $p(A|X)$ и $p(X|A)$. Величина $p(A|X)$ говорит нам, насколько мы должны изменить наше представление об окружающем мире (A) после получения новых сведений (X). Величина $p(X|A)$ говорит нам, каких сведений (X) мы должны ожидать, исходя из нашего убеждения (A). Мы можем взглянуть на эти элементы как на средства, позволяющие нашему мозгу делать предсказания и отслеживать ошибки в них.

Руководствуясь своими представлениями об окружающем мире, наш мозг может предсказывать характер событий, которые будут отслеживать наши глаза, уши и другие органы чувств: $p(X|A)$. Что же происходит, когда такое предсказание оказывается ошибочным? Отслеживать ошибки в подобных предсказаниях особенно важно, потому что наш мозг может использовать их для уточнения и улучшения своих представлений об окружающем мире: $p(A|X)$. После внесения такого уточнения мозг получает новое представление о мире и может снова повторить ту же процедуру, сделав новое предсказание о характере событий, отслеживаемых органами чувств. С каждым повтором этого цикла ошибка в предсказаниях уменьшается. Когда ошибка оказывается достаточно маленькой, наш мозг «знает», что творится вокруг нас. И все это происходит так быстро, что мы даже не осознаём выполнения всей этой сложной процедуры. Нам может казаться, что представления о том, что творится вокруг, даются нам легко, но они требуют неустанный повторения мозгом этих циклов предсказаний и уточнений.

Есть ли в комнате носорог?

Говорить об этих представлениях нашего мозга об окружающем мире можно по-разному. Например, можно говорить о причинах и следствиях. Если я считаю, что в этой комнате сейчас находится носорог, то, возможно, этот носорог и вызывает соответствующие ощущения, получаемые моим мозгом от глаз и ушей. Мозг осуществил поиск возможных причин моих ощущений и пришел к выводу, что наиболее вероятная причина — это присутствие в комнате носорога. Можно также говорить о моделях. Мой мозг может предсказать, какие ощущения вызовет носорог, потому что обладает некоторыми априорными представлениями о носорогах. На основе этих априорных знаний у меня в сознании сложился образ носорога. В моем случае это крайне ограниченная модель. Она включает размер животного, его силу, его необычный рог и мало что другое. Но ограниченность моих знаний не имеет значения, потому что модель — это не исчерпывающий список сведений о моделируемом объекте.

Модель подобна карте, отображающей реальный мир в уменьшенном масштабе. Многие аспекты окружающего мира нельзя найти на карте, но расстояния и направления отражены на картах довольно точно. Пользуясь картой, я могу предсказать, что через 50 ярдов найду поворот налево, и если это карта зоопарка, то, возможно, я даже смогу предсказать, что, скорее всего, увижу там еще одного носорога. Я могу воспользоваться картой, чтобы предсказать, сколько времени займет то или иное путешествие, даже не совершая его. Я могу провести курвиметром по определенному маршруту на карте, моделируя настоящее путешествие, и узнать, какой



КНИГИ

длины будет этот маршрут. Мой мозг содержит много подобных карт и моделей и пользуется ими, чтобы делать предсказания и моделировать действия.

Я вижу, что профессор английского в недоумении. «Но ведь в этой комнате нет носорога», — говорит она. «Вы что, его не видите? — отвечаю я. — Вам просто не хватает достаточно сильного априорного убеждения».

Наше восприятие зависит от априорных убеждений. Это не линейный процесс, вроде тех, в результате которых возникают изображения на фотографии или на экране телевизора. Для нашего мозга восприятие — это цикл. Если бы наше восприятие было линейным, энергия в виде света или звуковых волн достигала бы органов чувств, эти послания из окружающего мира переводились бы на язык нервных сигналов, и мозг интерпретировал бы их как объекты, занимающие определенное положение в пространстве. Именно этот подход и сделал моделирование восприятия на компьютерах первого поколения такой сложной задачей.

Мозг, пользующийся предсказаниями, делает все почти наоборот. Наше восприятие на самом деле начинается изнутри — с априорного убеждения, которое представляет собой модель мира, где объекты занимают определенное положение в пространстве. Пользуясь этой моделью, наш мозг может предсказать, какие сигналы должны поступать в наши глаза и уши. Предсказания сравниваются с реальными сигналами, и при этом, разумеется, обнаруживаются ошибки. Но наш мозг их только приветствует. Эти ошибки учат его восприятию. Наличие таких ошибок говорит ему, что его модель окружающего мира недостаточно хороша. Характер ошибок говорит ему, как сделать модель, которая будет лучше прежней. В итоге цикл повторяется вновь и вновь, до тех пор, пока ошибки не станут пренебрежимо малы. Для этого обычно достаточно всего нескольких таких циклов, на которые мозгу может потребоваться лишь 100 миллисекунд.<...>

Откуда берутся априорные знания?

Но если восприятие — это циклический процесс, начинающийся с априорных знаний, то откуда берутся эти априорные знания? Не возникла ли у нас задача о курице и яйце? Мы не можем ничего воспринимать без знаний, но не можем и ничего узнать без восприятия.

Частично априорные знания — это врожденные знания, записанные у нас в мозгу за миллионы лет эволюции. Например, у многих видов обезьян цветовая чувствительность нейронов сетчатки идеально подходит для высматривания плодов, которые встречаются в их среде обитания. Эволюция встроила в их мозг априорную гипотезу о цвете спелого плода. В нашем мозгу система зрительного восприятия формируется в течение первых нескольких месяцев жизни под действием зрительных ощущений. Некоторые сведения об окружающем мире меняются очень слабо и, в связи с этим, становятся сильными априорными гипотезами. Мы можем видеть тот или иной объект только тогда, когда его поверхность отражает свет, который попадает нам в глаза. От света возникают тени, которые позволяют нам судить о форме объекта.



В течение многих миллионов лет на нашей планете был только один основной источник света — Солнце. А солнечный свет всегда падает сверху. Это значит, что вогнутые объекты будут темнее сверху и светлее снизу, в то время как выпуклые объекты будут светлее сверху и темнее снизу. Это простое правило жестко прописано в нашем мозгу. С его помощью мозг решает, выпуклый или вогнутый тот или иной объект. В этом можно убедиться, посмотрев на рисунок. Показанные на нем половинки костяшек домино на первый взгляд трактуются однозначно: на верхней пять выпуклых пятнышек и одно вогнутое, а на нижней два выпуклых и четыре вогнутых. По крайней мере, так нам кажется — на самом деле страница совершенно плоская. Мы трактуем эти пятнышки как выпуклые и вогнутые потому, что их затенение напоминает тени, возникающие от падающего сверху света. Поэтому если вы перевернете рисунок вверх ногами, выпуклые пятнышки станут вогнутыми, а вогнутые выпуклыми, ведь мы исходим из того, что свет падает сверху. Если же вы повернете рисунок боком, пятнышки перестанут выглядеть вогнутыми и выпуклыми и покажутся отверстиями, через которые мы смотрим на сложную затененную поверхность. <...>

Как наши действия рассказывают нам о мире

Для мозга между восприятием и действиями существует тесная связь. Наше тело служит нам, чтобы познавать окружающий мир. Мы взаимодействуем с окружающим миром посредством своего тела и смотрим, что из этого выйдет. Этой способности тоже не хватало ранним компьютерам. Они просто смотрели на мир. Они ничего не делали. У них не было тел. Они не делали предсказаний. Восприятие давалось им с трудом в том числе и по этой причине.

Даже самые простые движения помогают нам отделять один воспринимаемый объект от другого. Когда я смотрю на свой сад, то вижу забор, за которым стоит дерево. Откуда я знаю, какие коричневые пятна относятся к забору, а какие к дереву? Если согласно моей модели мира забор стоит перед деревом, то я могу предсказать, что ощущения, связанные с забором и с деревом, будут меняться по-разному, когда я двигаю головой. Так как забор расположен ближе ко мне, чем дерево, фрагменты забора движутся у меня перед глазами быстрее, чем фрагменты дерева. Мой мозг может объединить все эти фрагменты дерева благодаря их согласованному движению. Но движусь при этом я, воспринимающий, а не дерево и не забор.

Простые движения помогают нашему восприятию. Однако движения, совершаемые с некоторой целью, которые я буду называть действиями, помогают восприятию еще больше. Если передо мной стоит бокал с вином, я осознаю, какой он формы и какого цвета. Но я не осознаю, что мой мозг уже рассчитал, какое положение должна занять моя рука, чтобы взять этот бокал за ножку, и предчувствует, какие ощущения возникнут при этом в моих пальцах. Эти приготовления и предчувствия происходят даже в том случае, если я не собираюсь брать в руку этот бокал.

Часть мозга отображает окружающий мир в свете наших действий, например действий, нужных, чтобы выйти из комнаты или чтобы взять со стола бутылку. Наш мозг непрерывно и машинально предсказывает, какими движениями будет лучше всего осуществить то или иное действие. Всякий раз, когда мы совершаем какое-либо действие, эти предсказания подтверждаются, и наша модель мира совершенствуется, исходя из ошибок в таких предсказаниях. Опыт обращения с бокалом вина улучшает мое представление о его форме. В будущем мне будет проще понять, какой он формы, посредством такого несовершенного и неоднозначного чувства, как зрение.

Наш мозг познает окружающий мир, создавая модели этого мира. Но мы не осознаем работы этого сложного механизма. Так что же мы вообще осознаем?

Мы воспринимаем не мир, а его модель, создаваемую мозгом

То, что мы воспринимаем, это не те необработанные и неоднозначные сигналы, поступающие из окружающего мира к нашим глазам, ушам и пальцам. Наше восприятие намного богаче — оно совмещает все эти необработанные сигналы с сокровищами нашего опыта. Наше восприятие — это предсказание того, что должно быть в окружающем нас мире. И это предсказание постоянно проверяется действиями.

Но любая система, когда дает сбой, совершает определенные характерные ошибки. По счастью, эти ошибки весьма информативны. Они не только важны для самой системы тем, что она учится на них, они также важны для нас, когда мы наблюдаем за этой системой, чтобы разобраться, как она работает. Они дают нам представление о том, как устроена эта система. Какие ошибки будет совершать система, работающая путем предсказаний? У нее будут возникать проблемы во всякой ситуации, допускающей неоднозначную трактовку, например когда два разных объекта окружающего мира вызывают одно и то же ощущение. Такие проблемы обычно решаемы за счет того, что одна из возможных трактовок намного вероятнее другой. Весьма маловероятно, что в этой комнате сейчас находится носорог. Но в результате система оказывается обманута, когда маловероятная трактовка на деле и есть правильная. Многие зрительные иллюзии, которые так любят психологи, работают именно потому, что обманывают наш мозг подобным образом.

Но что происходит, когда у нас нет априорных оснований предпочесть одну трактовку другой? Тогда наше восприятие самопроизвольно переключается с одного возможного образа на другой и обратно. Так происходит при рассмотривании портрета жены или тещи (см. рисунок). Спонтанные переключения с одного воспринимаемого образа на другой также связаны с тем, что обе трактовки в равной степени правдоподобны. Тот факт, что наш мозг реагирует подобным образом на двусмысленные изображения, лишний раз свидетельствует о том, что наш мозг представляет собой байесовское устройство, познающее окружающий мир путем предсказаний и поиска причин наших ощущений. <...>

Наш мозг строит модели окружающего мира и постоянно видоизменяет эти модели на основании сигналов, достигающих наших органов чувств. Поэтому на самом деле мы воспринимаем не сам мир, а именно его модели, создаваемые нашим мозгом. Эти модели и мир — не одно и то же, но для нас это, по существу, одно и то же. Можно сказать, что наши ощущения — это фантазии, совпадающие с реальностью. <...>





Рысцей по Москве

Путеводители, как правило, довольно однообразны: перечисление объектов и историко-искусствоведческих сведений о них. Встречаются в этом жанре и необычные издания, такие как «неформальные» путеводители по Петербургу Наума Синдаловского. Взгляд Синдаловского на историю и архитектуру города сквозь призму городского фольклора необычайно интересен. Но речь не о нем.

Книга Екатерины Кравцовой «Москва. 100 удивительных мест и фактов, которых нет в путеводителях» уже своим названием заявляет об отличии от «обычных» путеводителей, и это привлекает внимание. Неужели и о Москве кто-то написал так же нестандартно, как Синдаловский о Петербурге?! Увы, не так же. Хотя, конечно, нестандартно.

Удивляться начинаешь с предисловия. Собственно, оно так и называется: «Позволь удивить тебя, читатель». Автор обещает познакомить нас с «Москвой такой привычной и притом — совершенно непоз-

нанной». И полагает, что по прочтении книги мы увидим «новыми глазами все, мимо чего равнодушно проходили раньше». Задача поставлена благородная. Москва, безусловно, давно ждет неформального путеводителя. Но между замыслом и его воплощением нередко существует дистанция огромного размера. Что же в книге не так? Сейчас расскажу. А потом обязательно скажу и о том, что достойно похвалы, а что можно изменить в лучшую сторону.

Итак, начнем с предисловия. В нем нам обещают «легкость изложения» (что есть чистая правда, только в устах самого автора подобная оценка звучит несколько нескромно) и открытие заповедных местечек, «не снискавших высоких мест в рейтингах достопримечательностей». И при всем при том первая же глава начинается словами: «Главная смотровая площадка Москвы, на которую обязательно везут иностранных туристов проворные турфирмы, — это Воробьевы горы». А дальше будут и Арбат, и Гоголевский бульвар, и Вечный огонь у кремлевской стены, и Триумфальная арка на Кутузовском, и многое другое, растиражированное в каждом наборе открыток о Москве.

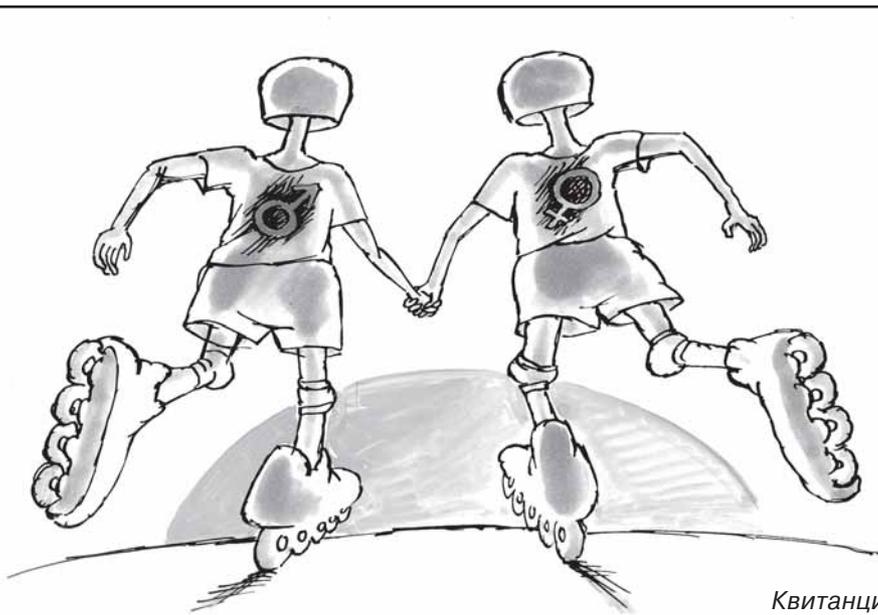
Каждая глава, рассказывающая об одном из экскурсионных объектов, состоит из нескольких частей. Эти части не только имеют свои заголовки, но и набраны зачем-то разным шрифтом. Особенно досаждают затейливый шрифт раздела «Ле-

генды». Читать его затруднительно, а римские цифры совершенно неузнаваемы.

Кстати, многие из легенд на поверку унылы и однообразны: то мистические страшилки, то рекомендации по совершению с памятником манипуляций, приносящих удачу, то намеки на припрятанный где-то поблизости клад. Большую часть этих «легенд» можно без ущерба для смысла повествования удалить, а по-настоящему интересные набрать внятным шрифтом. И заодно вместо бесконечно повторяемого «поговаривают» дать ссылку на источники информации. Пока же в качестве оных фигурируют главным образом мифические старожилы, каковых в центре Москвы уже и не осталось.

Каждая главка сопровождается рекомендацией «Как найти». И это было бы хорошо, если бы рекомендация была толковой. Вот, например, такое наставление: «Станция метро «Ясенево», дальше пешком до Литовского бульвара». От какого выхода? В какую сторону? Сколько идти? Рубрика нуждается в доработке.

Имеется почти в каждой главе и раздел «История». И это, к сожалению, одно из слабых мест книги. История получается какая-то дерганая, фрагментарная, недосказанная. Вот история Воробьевых гор: «В далеком веке XIX совсем еще молодые революционные демократы Герцен и Огарев поднялись на Воробьевы горы, чтобы дать страшную клятву: до конца жизни своей служить трудовому народу. Как ни



Подписка на «Химию и жизнь» — 2011

Подписаться можно также на любой почте: каталоги «Роспечать», индексы 72231 и 72232; «АРЗИ» (Пресса России), индексы 88763 и 88764; «МАП» (Почта России), индексы 99644 и 99645. Кроме того, обращайтесь в агентства «Урал-пресс», uralpress.ur.ru; «Информнаука» (495) 127-91-47, www.infomnauka.com; «Артос-Гал», (495) 981-03-24 и другие.

Квитанцию для подписки в редакции см. на обороте. Стоимость подписки с доставкой по РФ: на полгода — 690 р., на год — 1380 р.

странно, от клятвы ни тот, ни другой не отступились. Правда, счастье трудового народа они понимали по-своему». И это все. Совершенно очевидно, что слова «страшная» и «как ни странно», а также последняя фраза о своеобразном понимании «счастья трудового народа» добавлены для заполнения смысловых пустот. История про клятву на Воробьевых горах всем известна со школы, только подробности забыты. О них-то и надо было бы рассказать.

Или вот история Колонного зала. Она состоит из пышной преамбулы («ни один другой дом столицы не может похвастаться наличием такого обилия известных примечательных фактов о себе»), затем «во-первых» сообщается об архитекторе («такой замечательный мастер, как Матвей Казаков»). А далее идет фраза, которая начинается многообещающим «еще одну изюминку добавляют зданию известные исторические события...», а заканчивается перечислением праздничных концертов советских времен. Да какие же исторические события связаны с этим зданием? Концерт Шульженко, что ли? Но этого мы из книги не узнаем. «Все перечислить невозможно», — так заканчивается рассказ о Колонном зале. Примеры подобных «исторических очерков» можно встретить и дальше.

К некоторым главам прилагается еще и «Анекдот в тему». Товарищи! Анекдоты несмешные! А иные пошловаты. И вообще, анекдот — устный жанр. Он уместен «к слову». При чем тут путеводитель?

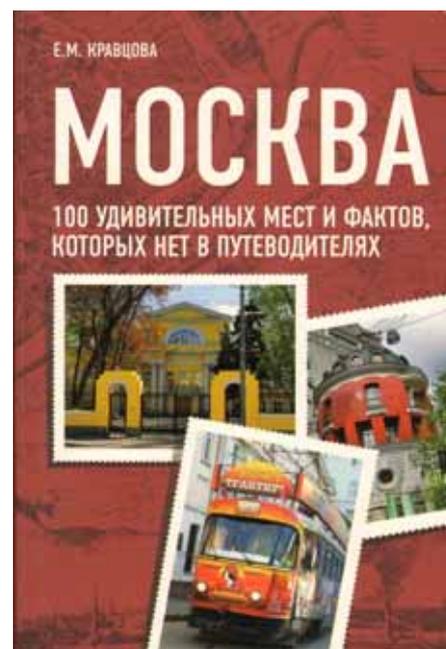
Еще одно яркое впечатление от книги — наличие утверждений, противоречащих общепринятым представлениям. Смутило причисление Ярилы к божествам скандинавской мифологии. Впрочем, я не специалист в этом вопросе. Может быть, «Ярило» и «ярл» — слова одного корня. Но нас в школе учили, что этот персонаж принадлежит к славянскому пантеону, и опровержений этому обнаружить не удалось, по крайней мере, в Интернете.

Да что там скандинавский бог! «Войну и мир» каждый десятиклассник знает. И как же он удивится, прочитав на страницах нашего путеводителя, что первая встреча Наташи Ростовой с Андреем Болконским произошла не в Отрадном, а в доме Ростовых в Москве! («Да, да! Именно из окон этого дома любовались лунной ночью Андреем и Наташа...»). Да и первый бал Наташи «отгремел» якобы не в Петербурге, а в Москве же, причем тоже в доме Ростовых. И государь император, что ли, там бывал?

Доверять рекомендациям Екатерины Кравцовой экскурсантам не стоит также и по части образа действий. То присоветует без опаски предаваться лесным прогулкам: «Но знайте, что в Лосином острове нет ни маньяков, ни снежных человек, ни лесных чуд

дищ!». То щедро разрешит «не спрашивая никого, в земле древней поковыряться», а все найденное подарить жене на 8 марта. Относительно снежного человека и лесных чудищ нельзя не согласиться, а вот за маньяков, да и за обычных наркоманов-грабителей я бы ручаться не стала. Призыв же «поковыряться» на местах археологических раскопок вступает в прямое противоречие с российским законодательством.

Что касается заявленной в предисловии легкости изложения, то она имеется, порой даже чрезмерная. Бойкость перерастает в развязность, когда, например, автор призывает: «Так что на Литовский бульвар стройными рядами шагом марш!». Или вопрошает: «На выс-



Е. М. Кравцова.

Москва.

100 удивительных мест
и фактов, которых нет
в путеводителях.

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" с ____ по ____ 2011 г
Адрес доставки, ФИО:РФ, _____

Дата _____ Сумма платежа: _____ руб. 00 коп. **Плательщик** (подпись) _____

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" с ____ по ____ 2011 г
Адрес доставки, ФИО:РФ _____

Дата _____ Сумма платежа: _____ руб. 00 коп. **Плательщик** (подпись) _____

тавки ходите? Вот и на ограду былинную тоже взгляд киньте, когда мимо по своим делам пробежать будете». Местами повествование перенастраивается на былинный склад речи, когда прилагательные следуют после существительных, а глагол размещается в конце предложения. А то вдруг раздаются умильные восклицания-заклинания: «Здесь хорошо! Здесь просто прекрасно! Несуточно и спокойно». Но они не могут скрыть недостаток содержания. Интересной информации в каждой главе на одну-две фразы. Ровно столько, чтобы, пробегая с приятелем мимо одного из московских домов, небрежно обронить: «А в этом доме, между прочим, жил булгаковский Мастер». Из двухстраничного текста об этом доме можно узнать только, что здесь «Михаил Афанасьевич Булгаков в 1926 году поигрывал в карточки с хозяином дома, Мансуровым, да пописывал при свечах в тесной комнатке с печкой». Кстати, среди хозяев дома не было никакого Мансурова. Выяснить это совсем

не сложно: дом Мастера в Мансуровском переулке давно и хорошо известен москволюбам.

Словом, книга предлагает нам не медленное, основательное путешествие по Москве, а кавалерийский бросок на рысях. Содержания в ней негусто, да и то ставится под сомнение благодаря замеченным ошибкам. И все же кое-что неожиданное и любопытное в книге имеется. Например, про Музей аутсайдеров на Измайловском бульваре. Или про мозаики станции метро «Киевская»: «Кто на стене возле перехода найдет мужчину такого пролетарского, с ноутбуком в руках изображенного, тому приз!» Понятно, ноутбук — это шутка. Однако интересно, что там на самом деле. Надо при случае посмотреть. А вот другой интересный сюжет одной из мозаик в книге не отражен. Я имею в виду изображение хлопкоробов. Казалось бы, какое отношение имеет хлопок к советской Украине, которую воспевают мозаики? Оказывается, в 20-е годы на Украине высаживали хлопчатник. Однако урожаи были бедными, и от идеи отказались.



НАША КНИЖНАЯ ПОЛКА

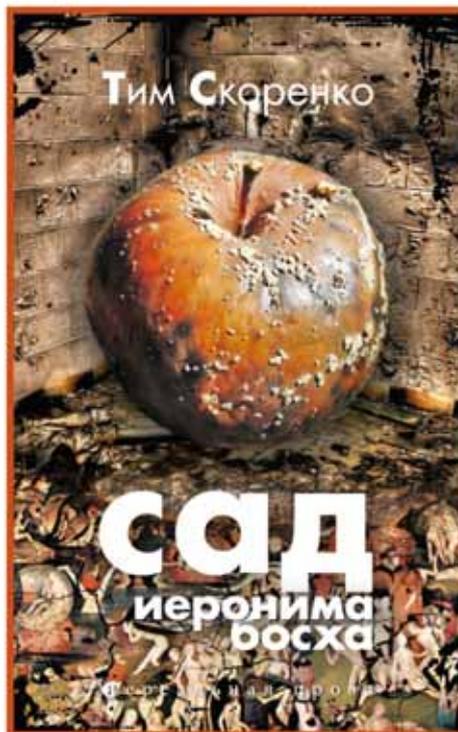
Вернемся к книге Екатерины Крацовой. Автор и издательство определенно поторопились с публикацией. Книги такого жанра готовятся годами. Следовало бы более взыскательно подойти к отбору материала, глубже проработать источники. А для удобства пользователей хорошо бы было нанести все упоминаемые в книге объекты на схематический план Москвы, чтобы легче было обдумывать маршруты прогулок.

Продолжение «Рассказа о питеводителях» читайте в следующем номере.

Е. Лясота

Издательство «Снежный Ком М» представляет новые книги

Драконы и НФ несовместимы? Ещё как совместимы! Не только драконы, но и политические интриги, необычная физика параллельного мира, борьба за власть и Ресурс — всё это есть в новом романе Яны Дубинянской **НФ**



Придет ли Мессия? Как мы его встретим? Каким он будет? Готов ли к этому мир? Свой вариант предлагает Тим Скоренко в скандальном романе

НФ: «Сад Иеронима Босха»

Кто сказал, что научная фантастика умерла? Она лишь затаилась — на время! НФ жива! Но это уже совсем другая НФ. Антология «Бозон Хиггса» включает произведения лучших представителей современной НФ. **НФ**



Подробности на сайте издательства www.skomm.ru

Горчица

Что такое горчица? Горчица — это несколько видов однолетних растений семейства крестоцветных. У них высокий, до полутора метров стебель, мелкие желтые цветки и плоды — стручки с острым носиком. Горчицу выращивают ради семян. Их либо растирают в порошок и используют в качестве пряности, либо отжимают из них масло. Оставшийся после отжима высушенный жмых и есть тот горчичный порошок, который продается в магазинах.

Существуют еще салатные сорта горчицы с крупными, собранными в розетку листьями. Салатную горчицу нужно хорошо поливать, иначе растение быстро выгонит цветоносный стебель, а листья увянут.

Какая бывает горчица? Люди употребляют в пищу три вида горчиц: черную (*Brassica nigra*), сизую, она же сарептская (*B. juncea*), и белую (*Sinapis alba*). Названия они получили из-за цвета семян.

Черную горчицу, она же настоящая и французская, выращивают в основном во Франции и Италии. Французская горчица отличается мягким вкусом. В XVII веке несколько фирм по ее производству открылось в Дижоне, и с тех пор дижонская горчица знаменита на весь мир. Существует множество ее сортов: с чесноком, яблочным пюре, анчоусами или пряными травами.

Сейчас черную горчицу потихоньку вытесняет сарептская (русская). Она более жгучая, но зато и более урожайная, и масла в ней больше, до 47%. В Россию ее завезли из Азии как сорняк, а возделывать начали в XVIII веке. В 1801 году житель Сарепты врач Конрад Нейтц впервые изготовил приправу и масло из семян выведенного им местного сорта. В 1810 году ручное производство горчичного масла поставили на промышленную основу.

До того как в России наладили собственное горчичное производство, эту пряность охотно закупают в Англии. Там культивируют белую горчицу, которую называли также английской или желтой. Ее семена не пахнут, отчего вкус у белой горчицы достаточно резкий и грубоватый. Чтобы его улучшить, английские производители смешивали растертые семена с яблочным соком, сидром или уксусом. В Америке к белой горчице добавляют сахар.

Почему горчица жгучая? Семена французской и сарептской горчицы содержат гликозид синиргин и фермент мирозин. В теплой воде фермент активируется и расщепляет синигрин на сахар, кислую сернокалиевую соль и аллилгорчичное масло, которое и обуславливает специфический запах и вкус столовой горчицы.

Как большинство ферментов, мирозин инактивируется при температуре выше 42°. Поэтому, если хотят получить горчицу «позлее», порошок разводят теплой водой, а если помягче — кипятком.

Как действует горчичник? Горчичник представляет собой обезжиренный горчичный порошок, кое-как закрепленный на бумаге. Когда его замачивают в теплой воде, происходит та же самая реакция с образованием аллилгорчичного масла. Оно вызывает раздражение кожных рецепторов и прилив крови к месту, покрытому горчичником. Из-за этого под горчичником уменьшаются воспалительные процессы и затухает боль. При гипертонических кризах и при стенокардии горчичники кладут на грудь, на область сердца, на затылок. Их широко используют при невралгиях и мышечных болях, накладывая на болевые зоны. Горчичные ножные ванны — хорошее согревающее средство. Маленьким детям, у которых нежная кожа, рекомендуют слабые горчичные компрессы: одна чайная ложка горчичного порошка на стакан теплой воды. Горчица подарила нам еще одно местное раздражающее средство — 2%-ный спиртовой раствор эфирного масла горчицы, называемый горчичным спиртом.

Чем полезно горчичное масло? Горчичное масло холодного отжима содержит множество биологически активных веществ. Их перечень открывают жирорастворимые витамины, прежде всего витамин E, по содержанию которого горчичное масло в несколько раз превосходит подсолнечное, и витамин D, а также витамины A, B₃, B₆, B₄, K, P и F. Кроме них, в горчице имеются полиненасыщенные жирные кислоты и бактерицидные вещества — фитостеролы, хлорофилл, фитонциды, гликозиды, эфирное горчичное масло.

Благодаря такому количеству полезных компонентов горчичное масло как наружное средство помогает при многих заболеваниях, в том числе артритах и полиартритах, ревматизме, радикулите, люмбаго. Оно также всходит в состав многокомпонентной лекарственной мази «Эфкамон».

А если масло прогреть немного, из него уходит горечь, и оно становится годным для кулинарных целей. Горчичное масло ценно не только вкусом, ароматом и витаминами. В отличие от других растительных масел оно очень медленно окисляется, потому долго хранится и не чахнет, когда на нем жарят. Его добавляют в тесто, салаты, каши и супы, используют для тушения овощей и приготовления разнообразных мясных и рыбных блюд. Поскольку горчичное масло обладает мощным бактерицидным действием, оно незаменимо для домашнего консервирования, заготовки с ним не плесневеют. Есть также рецепты маринадов, в которые входят семена горчицы и горчичный порошок.

Почему с горчичным порошком хорошо мыть посуду? Где едят, там и посуду моют. Горчичный порошок для этой цели подходит замечательно, во-первых, потому, что это сильнейшее бактерицидное средство, а во-вторых, потому, что горчица содержит белки-эмульгаторы жиров.

Из-за способности горчицы переводить жиры в эмульсию ее добавляют во многие жирные соусы, в том числе в майонез.

С какими продуктами сочетается горчица? Горчица придает блюду острый вкус, вызывает повышенное выделение желудочного сока и слюны, облегчает расщепление жиров и тем самым улучшает пищеварение. Ею заправляют некоторые салаты, блюда из вареных яиц и мяса, особенно жирные. Сало с горчицей — очень хорошо! Иногда мясо, птицу и рыбу запекают в горчице. Она ароматизирует блюдо и не дает ему высохнуть во время приготовления. При нагревании горчица теряет присущую ей остроту, поэтому вкус у готового блюда получается мягкий.

Молодые листья салатной горчицы используют в качестве гарнира к мясным и рыбным блюдам, иногда ее варят или солят (все-таки она родственница капусты). Зелень листовой горчицы богата аскорбиновой кислотой и рутином (витамином Р), поэтому она укрепляет стенки сосудов и предотвращает отложение на них холестерина в бляшек. Но горчица есть горчица — даже ее листья стимулируют аппетит, о чем следует помнить желающим похудеть.

Как приготовить столовую горчицу? Горчицу готовят из порошка, который бывает первого и второго сортов. Порошок первого сорта более светлый и жирный, и для приготовления столовой горчицы лучше использовать именно его. Чаще всего порошок, растерев, настаивают в кипятке, а затем добавляют уксус, соль, сахар и растительное масло, увы, не горчичное! Но истинные ценители не довольствуются этим примитивным рецептом и сдабривают горчицу другими пряностями, фруктами или даже медом. Древние римляне добавляли к толченым семенам горчицы муст — гущенный сок незрелого винограда. Полученную смесь называли жгучий муст, или муст ардум. Это название сохранилось до наших дней в большинстве европейских языков. (Например, по-английски горчица — mustard.)

Муст сейчас достать трудно, но есть несколько более доступных рецептов.

Горчица с медом. Размешать четыре столовые ложки горчичного порошка с двумя столовыми ложками воды и столовой ложкой уксуса, добавить по каплям столовую ложку растительного масла и две столовые ложки меда.

Горчица с хреном. Смешивают в миске полчаши горчицы порошка с равным количеством воды. В блендере сбивают столовую ложку натертого свежего хрена, чайную ложку соли и чайную ложку сахара, кладут это все в горчицу, смешивают, прогревают до загустения, охлаждают и добавляют еще ложку хрена.

Для приготовления **горчицы с чесноком** на полчаши горчицы порошка понадобится равное количество воды, по столовой ложке сахара и растительного масла, соль и четыре-пять долек чеснока. Чеснок потереть, горчицу заварить кипятком, смешать со всеми ингредиентами и охладить 30—40 мин.

А можно смешать готовую столовую горчицу с равным количеством пюре из печеных или отварных овощей и фруктов: яблок, груш, кабачков, тыквы или айвы.

Знатки утверждают, что горчицу лучше разводить не водой, а молоком — так она лучше сохраняется.

Что такое горчичный соус «равигот»? «Равигот» — французский термин, который обозначает смесь экстрактов или пюре нескольких пряных трав. Горчицу-равигот готовят из порошка французской горчицы, который разводят кипятком до сметанообразного состояния. Отдельно готовят пюре из кервеля, эстрагона, кресс-салата и камнеломки. Травы, взятые в равных количествах, бланшируют одну минуту, промывают холодной водой, отжимают через салфетку и протирают через частое сито. Пюре смешивают с горчицей и добавляют немного давленого чеснока. Хранят горчицу-равигот в плотно закрытой посуде.

Н. Ручкина



ЧТО МЫ ЕДИМ

Художник Е. Станикова





Ага!

- А ты меня любишь?
- Ага!
- А ты со мной будешь?
- Ага!..

Из популярной песенки

— Вы меня слушаете? — настороженно спросила я, прервав свой рассказ.

— Ага, — отозвался доктор, думая о чем-то своем.

Это была та самая последняя капля в чаше моего терпения. Я вскочила с кресла, подхватила сумку и выбежала из кабинета. Грохнула дверью посильнее — так, что табличка «Психолог центра планирования семьи» чуть не сорвалась на пол.

Он ждал в вестибюле. Как обычно, увидев меня, заулыбался и помахал хвостом. Полетела в разные стороны чешуя, зазвенели, раскатываясь по полу, монеты. Краем глаза я успела заметить, как высунувшаяся из-за угла рука венником подгрести пару монеток. Шустра уборщица, с голоду точно не помрет!

— Ну, пойдем?

— Ага! — радостно согласился он, подавая мне пальто.

Я поправила на нем шляпу, взяла его под плавничок, и мы поплыли к дому. Точнее, я пошла, а он поплыл, как и полагалось нормальной рыбе. Хоть и с ногами и даже в шляпе. По дороге мы зашли в магазин, купили соус: сегодня Катька готовила его любимые спагетти.

И никто ничему не удивлялся. Ни тому, что рыба, ни тому, что любит спагетти, ни тому, что носит старомодную шляпу и щегольские кожаные сапожки, ни даже тому, что падающие с него чешуйки превращаются в монетки государственного образца; не помню, какой номер пробы называла Катька, но это золото. Либо я живу в такой стране, где ничем никого не удивишь, либо запас удивления у людей иссяк, когда...

Ладно, расскажу с самого начала. Может, хоть кто-то выслушает и удивится.

Меня зовут Оля. Я блондинка и, как любит прибавлять моя младшая сестра Катька, просто красавица. Мне двадцать четыре года, работаю продавцом фруктов в супермаркете. Мартовским вечером я возвращалась домой позже обычного: день рождения нашего директора, всех накормили-напоили, хочешь — не хочешь, а задержаться пришлось. Так вот, шла я себе спокойненько знакомыми подворотнями, изредка икала, улыбалась сама себе (мне тогда казалось, что улыбающаяся девушка никогда не сойдет за поддатую) и думала о том, сколько с моей зарплатой надо копить на операцию по увеличению груди. Пусть у меня свой третий, но надо же стремиться к совершенству! Тем более что большая красивая грудь — это мощный таран, им можно делать карьеру. Вот бы платье с глубоким декольте, да босоножки на шпильке с брюликами, да перед нашим директором пару раз пройти, покачивая бедрами...



Анна Семироль

ФАНТАСТИКА

Я качнула бедрами крайне неудачно, меня занесло, и я почти упала в лужу. «Почти» — потому что между мной и лужей оказалось что-то живое.

— Простите? — промямлила я, пытаюсь совладать с разъезжающимися ногами. Есть, удалось! Удалось встать на четвереньки. И долго думала, как бы самостоятельно подняться на ноги, но тут мне протянули... плавник.

Я взвизгнула, распрямилась, вытарачилась. В бледном свете фонаря передо мной стояла упитанная зеленая рыбина размером с крупную собаку. На тощих ножках — залпанные весенней грязью сапожки, на голове — изрядно помятая (видимо, мной при падении) фетровая шляпа. Встретившись со мной глазами, рыба смущенно сняла головной убор и завияля хвостом. Что-то зазвенело, покачившись по асфальту. Я заорала и бросилась от галлюцинации наутек. Пока добежала до дома, убедилась, что все это мне привиделось и пить надо аккуратнее.

— Мне приглючилась зеленая рыба с ногами, — пожаловалась я младшей сестре.

— И по этому случаю ты решила прикинуться сиреневой свиньей и нырнуть для маскировки в лужу? — захихикала Катерина, помогая мне выпутаться из перепачканного пальто.

Я обиделась и ушла спать, дав себе обещание не пить отныне ничего крепче кефира...

С утра все вспомнилось как дурацкий сон. Ну, рыба и рыба. А может быть, собака. Там темновато было, так что немудрено и перепутать на нетрезвую голову. В общем, на том и успокоилась, но, как выяснилось через три дня, абсолютно зря.

Зеленая рыба объявилась аккурат в нашем магазине. Среди белого дня. В моем отделе. С букетиком мимозы, зажатым под плавничком. С улыбкой на всю сиявшую зубастую морду.

— Простите? Вы точно ко мне? — пропищала я еле слышно.

— Ага! — радостно подтвердила рыба и завияля хвостом.

Как и при первой нашей встрече, на пол посыпалось что-то металлическое. Я взглянула под ноги: к левой туфле подкатилась сверкающая желтенькая монетка. Нервы сдали окончательно, и я прилегла на контейнеры с апельсинами в спасительный обморок. Наивный организм рассчитывал избавиться от галлюцинации, однако галлюцинация никуда не исчезла. У нее на меня явно были какие-то планы. Когда меня привели в чувство порядком испуганные грузчик и охранник (оба Сергеи), рыба вручила-таки мне свой букет, галантно поклонилась и покинула магазин. Я понюхала цветы и разревелась.

— Ну и что мы ревим? — спросил материализовавшийся рядом директор. — И почему лежим на товаре?

— У нее любовь, — пояснили Сергеи. Грузчик, правда, что-то добавил матерно.

— Ольга, я все понимаю, но встань уж с товара и приданое с пола собери, — смягчился директор и дематериализовался.

Наскоро приведя себя в порядок, я подобрала раскатившиеся рыбы монетки. Двадцать три штуки.

— Разрази меня таранка, если это не золото! — обрадованно заявила дома изучившая монеты Катька. — Это ты где сперла?

— Я не сперла, — насупилась я сурово.

— В тебя кто-то кошельком запустил за проданные гнилые бананы?

— Нет, это подарок.

— Фигасе! У тебя завелся поклонник? — Катькины глаза округлились. Можно подумать, что я страшилище и на меня никто не смотрит. О нет — разве что рыбы.

Краснея и сбиваясь, я поведала сестре подробности рыбьего визита. Катька гнусно хихикала и приговаривала: «Ну ты даешь!», а когда повествование дошло до монеток, моя младшая сестрица выдала фразу, за которой обычно следовали всяческого рода неприятности:

— А это уже интересенько! — И далее ее понесло: — Дурья твоя башка! Рыба кишит этими монетами, как помойный кот блохами! Ты представь себе хоть на секунду, какую сумму ты в руках держишь! Несколько твоих зарплат! Можешь смело плюнуть дирику в лицо и жить припеваючи только на эти двадцать три кругляшка! Надо срочно его, эту рыбу, окрутить! Если заполучить ее в дом, мы сможем позволить себе все! Концепт-кар, унитаз со стразами Сваровски, квартиру в Москве, дачу на Канарах, выводок арапчат с опaxалами. И каждый день — в новом ресторане!

— Он рыба, — прервала я Катькин монолог.

— Да хоть кактус! У него деньжищи! — заорала сестра и поспешно добавила: — Маме с папой пока ничего не говорим. Будем действовать по моему плану.

Так кончилась моя спокойная жизнь. Начались кофточки с глубоким декольте, коротенькие юбки и всяческая рыба символика. Даже нарощенные ногти были разрисованы какими-то водорослями. Мой жутковатый поклонник млеет. Сперва смущался, когда я старательно изображала на лице улыбку. Приносил цветы и мой любимый молочный шоколад. И радостно махал зеленым, как елочная лапа, хвостом, разбрасывая вокруг чешуйки-монеты. Катька завела копилку, которую поставила повыше на свой стеллаж и ревностно охраняла. Особенно от меня.

— У тебя с ним вся жизнь впереди! Че тебе — жалко несколько грамм золотишка для младшей сестренки? Стыдись, дылда!

Я стыдилась...

Через две недели рыба впервые проводил меня до дома. Никто не удивлялся, вопреки моим ожиданиям. Все смотрели только на раскатывающиеся по сторонам монеты. Я и сама сперва старалась смотреть по сторонам, уж очень непривычным, как мне казалось, пугающим был облик моего ухажера. Но постепенно привыкла. Не бросается, не кусает (хоть и острые зубы в три ряда), кроме жизнеутверждающего «Ага!», ничего не говорит, цветы приносит опять же, до дома провожает. Добрый он. И глаза умные.

В мае я решила показать Ага родителям. Сомневаясь, что он вообще понимает, о чем речь, я полчаса рассказывала ему о предстоящей встрече. Свое повествование упрощала как могла, до уровня «к папе-маме топ-топ», «Ага хороший, хороший!». Он улыбался и вилял хвостом. Еще один мой совершенно дурацкий поступок — втолковать рыбе мой адрес.

Но каково было мое удивление, когда в назначенный день в дверь позвонили. Открыла Катька. На пороге стоял Ага в

неизменной шляпе, но при дорогом галстуке и с огромным букетом роз.

— Ой, вы к нам?

— Ага...

Катерина мигом превратилась в самую любезность. Даже тапочки подала. Самого маленького размера, но они пришили Ага впору. Мой кавалер прошествовал в комнату, поклонился отцу и вручил маме букет. Родители сперва остолбенели, но Катька быстро разрулила ситуацию:

— Ма, па, это Олькин молодой человек. Классный, правда?

— Ага... — хором сказали потрясенные родители.

Рыб просиял. Улыбнулся, явив роскошные острые белые зубки, скромненько уселся на подставленный мною стул и сложил плавнички на округлом брюшке. Мама с выражением бескрайнего умиления унеслась вместе с сестрой на кухню готовить чай. Катька принялась ей громко втолковывать, какой замечательный у меня ухажер и как все здорово.

— Ну-с, молодой человек, — тем временем начал папа несколько растерянно, — давайте знакомиться. Я Михаил, отец Ольги.

— Папа, он не понимает, — поспешно вставила я, но рыб мягко накрыл мою ладонь плавником и вдруг заговорил:

— Я прекрасно вас понимаю, хотя по причине недолгого здесь пребывания владею речью не в совершенстве. Рад общению с приятным умным собеседником, Михаил. Вы можете звать меня просто Ага.

(О боже, и с этим существом я общалась на уровне «Ага хороший, милая рыбка, ути-пути, какие замечательные цветы ты мне подарил!»)

— Пользуясь любезным приглашением Ольги, — продолжал Ага, — я хотел бы объяснить причину, по которой я здесь. Мы народец скрытный, живем своей жизнью и стараемся не показываться вам, людям, на глаза, но в силу сложившихся обстоятельств я хочу попросить руки вашей дочери.

— К-каких еще обстоятельств? — Папа нахмурился.

— Я не... — испуганно пискнула я.

— Ага, — умиротворяющим тоном продолжил рыб. — Ольгу винить не в чем. Дело в наших традициях. А по нашей традиции, если на меня упала девушка, я обязан на ней жениться.

— А-а-а-о-о-о! — обрадованно взывала подслушивающая в коридоре Катька.

Ага улыбнулся:

— Я смогу без труда обеспечить Ольгу всем необходимым. В средствах не стеснен.

— Но мы же... Мы же... — взмолилась я, ужаснувшись откровеннейшей перспективе.

— Ага, — кивнул Ага. — Но если вы откажете мне в моей скромной просьбе, я пойму.

— Мне надо подумать, — сказал папа, тем самым подводя итог встречи.

Мы попили чаю, и мой странный ухажер собрался уходить. Я снова стыдилась, но спросила на прощанье:

— Завтра встретишь меня после работы?

— Ага...

Ночью, ворочаясь под одеялом, я мучилась разными вопросами. Главный из них: как это вообще возможно — жить с разумной рыбой?

— Скажи мне, как ты себе это представляешь? — спросила я у Ага во время очередного свидания.

— Ну, честно, никак. Но или будет соблюдена традиция, или... — Он замолчал.

— Или — что? — насторожилась я.

— Или я опозорю свой род. А это плохо. Хуже не бывает, — с грустью ответил рыб.

— И что будет-то?

— У кого-то на праздничном столе будет зеленый королевский карп. Скорее всего, в панировочных сухарях, — упавшим голосом сказал Ага.

В общем, в конце лета мы поженились. Странно, но родители легко дали согласие на брак, а в загсе никто не удивился. Наверное, не так уж мы эпатажно смотрелись на фоне брачующихся геев и лесбиянок. Ага надел кольцо на правый палец и пополнил собой нашу семью.

По вечерам они с папой обсуждали новости политики, готовили с мамой ужин или рассматривали с Катькой ее любимые гламурные журналы. Катерина к концу осени подвязку набила монетками три копилки: она просекла, что Ага щедрый, когда у него хорошее настроение, и задабривала его макаронами (больше всего на свете мой муж обожал спагетти). Наше общение сводилось к редким прогулкам, а также обсуждению моего гардероба и рабочих дел. Ночи Ага предпочитал проводить в ванной, где он тихо спал до утра в теплой воде, поджав ножки. С утра он провожал меня на работу и исчезал по своим делам.

— Почему тебе никто не удивляется? — спросила я его как-то.

— Не знаю. Наверное, я заколдованный, — улыбнулся он. — Меня поцеловать надо...

Этого я не могла. Во-первых, Катька запретила («Если он превратится в обычного мужика, денег больше не будет!»), во-вторых, ну не тянуло меня целовать рыбу! А в-третьих, бог весть, во что он может превратиться на практике.

Вот так мы и жили потихонечку, пока в один прекрасный день не припекло с двух сторон сразу.

Моя свекровь возжелала с нас икринок. Я прикинула перспективу наметать ведро икры и пришла в ужас. Ага смутился и попросил меня проконсультироваться в центре планирования семьи. Тамшний специалист с каменным лицом послал меня к психологу. Я изложила ему всю нашу ситуацию — и вы уже в курсе, чем все закончилось.

А потом мы поругались. Точнее, Ага резко захандрил, и мы поссорились из-за какого-то пустяка.

— Я хочу нормальную семью с нормальным мужем! — выдала я в финале.

— Делай, что хочешь, — прозвучало под занавес, и мы разошлись спать.

Утром на работе я активно принялась строить глазки директору. Эффект получился ошеломляющим. Дирик вызвал меня в кабинет, долго шуршал бумажками: настолько долго и напряженно, что я испугалась, запахнула потуже кофту и натянула форменный фартук на колени.

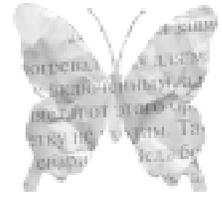
— Э-э-э-э... Оля... Я вот тут смотрел и думал, — заурчал директор тоном мартовского кота. — Такая замечательная, красивая девушка! Почему же раньше я этого не видел? М-м-м, Оля, ты мне нравишься. Я хочу пригласить тебя поужинать.

Ого! Меня! Поужинать! Сан Ремыч (на самом деле Александр Романович) собственной персоной! Получилось! Я почувствовала, что рай где-то близко. Мужчина моих грез, ах! Фартук пополз по коленкам вверх.

— Конечно! Но... я ж замужем, — сказала я тупо.

Директор оставил в покое бумажки и перешел в решительное наступление. То есть подошел ко мне, наступил на ногу. Извинился. Покраснел. Положил на стол очки и стал в три раза обворожительнее. Взял меня за руку.

— Оля. Он — рыба. А ты... Ты — красавица! — выдохнул он. Я капитулировала, не тратя лишнего времени на раздумья.



ФАНТАСТИКА

Но как только мы сели в такси, настроение стало ухудшаться. Неуютно и стыдно.

Всю дорогу до ресторана Сан Ремыч рассказывал о том, какая я хорошая. И продажи у меня выше всяких похвал, и покупатели меня любят, и улыбка моя освещает весь магазин — впрямь экономить на электричестве, а мое присутствие на работе директора просто окрыляет. За бокалом вина выяснилась, что все известные фотомодели ничто в сравнении со мной, что я умна, роскошна, ну и так далее. И все это — не отрывая взгляда от моего третьего размера. Потом подошедший официант сообщил, что прибыло заказанное такси.

У выхода из ресторана мялся Ага. Увидев его, Сан Ремыч вскинул подбородок и взял меня за руку. Настойчиво потянул к машине.

— Подождите, — попросила я.

Подошла к моему странному мужу, присела рядом на корточки. Он снял шляпу и протянул мне сияющую янтарным светом маленькую морскую раковину.

— Вот, привез. А кошки тут наглые, и ресторан рыбный, — сказал Ага тихонько.

— Оля! — требовательно окликнул меня директор.

Я посмотрела на мужчину моих грез, потом на раковинку в своей ладони. Перевела взгляд на покрытые осенней грязью сапожки Ага. Уголки рта — вниз, хвост похож на флажок в безветрие. Встала, расправила плечи.

— Я не поеду. За мной пришел мой муж, — сказала громко и четко.

— Как? Эх, что с блондинки взять! Значит, переведу тебя в отдел свежей рыбы. — Дирик открыл дверь такси, прыгнул внутрь и крикнул из машины: — Дура! Я тебе предлагал будущее.

Машина рванула с места. Я с наслаждением плюнула ей вслед.

— Я в жопу раненная рысь! — процитировала любимую сестрицу.

Звякнула монетка. Ага улыбался.

— Давай купим спагетти и морской капусты, — предложила я и взяла его за палец.

— Ага!.. И вот что. Я тут подумал насчет икринок. Может, нам усыновить небольшой аквариум?..

Сегодня после ужина я его обязательно поцелую. Как бы потом ни орала на меня Катька.



РОСНАУКА

Атомно-силовой портрет ДНК № 6, 2
Британские корни питерских кошек № 7, 2
Вода реагирует на космические лучи № 3, 2
Всё серые, карие, синие глазки № 8, 2
Горение в воде и горение воды № 5, 5
Еще о защите от старения № 7, 2
Жасмоновая кислота и томаты № 7, 3
Жизнь и смерть в луже № 8, 2
Защита для титанового сплава № 1, 2
«Злой» значит «черный» № 4, 2
Интернет-домены как индикатор экономического развития № 3, 3
Как вырастить сорбент № 9, 22
Как колеблется Северный полюс земли № 1, 3
Кто там шумит на дне № 4, 2
Лазер и клонирование № 3, 2
Магнитная удочка для туберкулеза № 1, 2
Магнитным полем по болезни Альцгеймера № 10, 3
Медици подводного мира № 5, 5
Наноопасность в пруду № 10, 2
Онкологический риск № 2, 3
Пожиратели фенола № 8, 3
Полиэтиленовый хрящ № 1, 2
Потепление согреет северян № 9, 23
Радон подает сигнал № 2, 2
Рожденные после Чернобыля № 9, 22
Суеверия русского флота № 4, 3
Термометр для кластера № 1, 3
Траве по пояс № 6, 3
Хорошенького понемножку № 10, 2
Что делать с астероидом? № 1, 2
Что делать с кедром? № 2, 2
Шины из кукурузы № 6, 2

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Аблаев Н.Р. Гемоглобиновый тест № 10, 19
Амстиславский С.Я. Кошки из пробирики № 5, 34
Афонников Д.А., Гунбин

К.В., Суслов В.В. Адаптация к бездне № 3, 38
Багоцкий С.В. Революция в систематике № 6, 8
Благутина В.В. Морские яды № 11, 26
Анатомия вкуса № 10, 34
Воробьева А.И. Наноконтакт к нанотрубе № 8, 8
Гурьянов А.А. Новые миры, новые горизонты № 12, 8
Докинз Ричард Расширенный фенотип № 11, 40
Дубинов А.Е., Мыгарева Л.А. Как шить плащ-невидимку № 9, 8
Жоаким Кристиан, Плевел Лоранс Невидимая революция № 2, 26
Зубов В.В. Приборы для чтения ДНК № 7, 4
Квадрат П. Искусство задавать вопросы № 1, 36
Киселев С.Л. Вакцины против рака № 1, 26
Клещенко Е. Живое из неживого № 3, 4
Молекулярные машины № 2, 4
Колесников С.С. Наука со вкусом № 10, 38
Комаров С.М. Игры оптиков № 9, 50
Корнилов М.Ю. Экономичная выкройка, или фуллерен к новому году № 1, 52
Левицкий М.М., Перекалин Д.С. Озадаченные комплексы № 4, 26
Покушение на абсолютные истины № 8, 4
Пацаева С.В. Подлинная жизнь водно-спиртовых растворов № 5, 41
Резник Н.Л. Когда голова далеко от сердца № 9, 38
Наука против старения: Кто кого? № 1, 30
Хатуль Л. Что такое жизнь: возвращаясь к Шредингеру... № 12, 30
Шкроб М.А. Враги общества № 4, 12
Святой грааль биофизики № 2, 8
Штерн Б.Е. Экзопланеты № 7, 8
Шубин Нил Внутренняя рыба № 8, 46
Язев С.А. Откуда дровишки № 3, 44

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Акасов Р. Кислота и красота

№ 12, 22
Душа вкуса № 11, 22
От кефира до съедобной упаковки № 9, 24
Бузник В.М. Фторопласт в наноформе № 5, 6
Корнилов М.Ю. Бензо-мёбиусы № 6, 25
Гелицен и супер № 4, 48
Гроверу и не снилось № 3, 19
Карбиновые макраме № 12, 28
Карбо-алмаз и карбо-графит № 2, 34
Кошмар ювелира № 11, 49
Пентагональная бипирамида № 10, 43
Полку матрешек прибыло № 5, 9
Углеродные звезды № 8, 38
Черный жемчуг для наноожерелья № 7, 40
Леенсон И.А. Молекулярные минералы № 11, 50
Намер Л. Прижмись ко мне покрепче... № 10, 40

ВЕСТИ ИЗ ЛАБОРАТОРИЙ, ТЕХНОЛОГИИ, ЭКСПЕРИМЕНТ, С МИРУ ПО НИТКЕ

Анофелес С. Алмазы во льдах № 11, 16
Ветрова И. Очистители воздуха: вред или польза № 10, 10
Комаров С.М. Квинтэссенция вешенки № 8, 35
Кричевский Г.Е. Структурная окраска № 11, 13
Макаршин Л.Л. Микрореакторы № 3, 14
Максименко О.О. Лекарство с доставкой № 3, 8
Савин М.Г. Несостоявшиеся землетрясения № 12, 18
Сиротенко В.В. Горечь нашего сахара № 4, 30
Стовбун С.В., Михайлов А.И. Высокотехнологический библейский ладан № 12, 26
Шалдин А.В. Нанотехнологии: назад в будущее № 1, 14
Яшин Я.И., Яшин А.Я. Банк данных антиоксидантов № 3, 49

МАТЕРИАЛЫ НАШЕГО МИРА

Демина М. Бронзовый век продолжается! № 7, 64
Все краски в гости к нам! № 4, 64

Как рождается сталь № 10, 64
Керамика: его величество — фарфор № 3, 64
Керамика: от терракоты до фаянса № 2, 64
Не боги горшки обжигают № 1, 64
Орешковые, анилиновые, невидимые... № 6, 64
Похвала цветному стеклу № 11, 64
Сколько на елочке шариков цветных... № 12, 64
Чем болеют бронзовые памятники № 8, 64
Что умеет «умный текстиль» № 5, 64
Чугун: от «чушки» до кружева № 9, 64

НАУЧНЫЙ КОММЕНТАТОР, МИФЫ НАШЕГО ВРЕМЕНИ

Алексеевский Н.И. К вопросу о дефиците воды на планете № 6, 12
Благутина В.В. Аллергия № 4, 16
Клещенко Е. Неандертальцы в наших генах № 6, 4
Третий брат № 5, 2
Комаров С.М. Черная дыра в коллайдере № 1, 20
Коробов Н. Осторожно, энергосберегающие лампочки! № 7, 22
Котина Е. Итоги свиного гриппа № 3, 26
Литвинов М. Витамины: снова здорово! № 2, 14
Мац А.Н. Антипрививочные вымыслы № 9, 2
Фридман В.С., Фридман М.В. Интеллект: среда или гены № 8, 14, № 9, 30
Эрлих Г.В. Мифы нанотехнологий № 5, 22

РАЗМЫШЛЕНИЯ, РАССЛЕДОВАНИЕ, ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ,

Акасов Р. Растворяй и властвуй № 10, 16
Анофелес С. Гармонизация пространства № 4, 20
Про медицинские грибы № 8, 30
Арутюнов В.С. Сырковая ловушка или фундамент для процветания № 7, 14
Ветрова И. Кондиционеры: прохлада не заменит свежесть № 8, 24

Глазко В.И., Глазко Т.Т.

Отбор на дурака № 5, 36

Зименко А. От горячей травы до горящего леса № 4, 44

Каравосов В.Т. Альтернатива курению — выгода для народа, хлеб для химиков № 3, 32

Коденцова В.М. Витамины — круглый год № 6, 34

Комаров С.М. Год пожарника № 10, 9

Дым отечества № 10, 6

Пожар-2010 № 10, 4

Кунафин Р. Булатные мифы № 6, 18

Леенсон И.А. ЙЦУКЕН и QWERTY № 6, 52

О чем мог прочитать Петрушка в учебнике химии № 2, 52

Стрельникова Л. Где химия? № 1, 4

Сутоцкая Е.Г. Роботы среди нас № 12, 14

Терехов А.И. Измерение нанотехнологий № 3, 20

Успенский В.А. Математическое и гуманитарное: преодоление барьеров № 4, 4

Хатгуль Л. Слух, острый, как зрение, и зрение, абсолютное, как слух № 5, 53

Чешлиньска Ирена Лекарство от глобализации № 9, 12

СОБЫТИЕ, ГОД ХИМИИ, ХИМИКИ — НОБЕЛЕВСКИЕ ЛАУРЕАТЫ, ИНТЕРВЬЮ

Благутина В.В. Универсальный химический инструмент № 11, 10

Клещенко Е.В. Четыре миллиона жизней № 11, 2

Комаров С.М. Квантовые точки Дубны № 5, 10

Физика в тончайшем листе № 11, 5

Лукьянов Сергей: Мегаранты — хорошо, но нужны и средние, и мелкие № 12, 2

Стрельникова Л. Искусство тонких преобразований № 1, 8

АРХИВ, ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ, СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Александрин В.В. Мастер и сердце № 11, 28

Андреев А.В. Заметки профессора № 9, 18

Аносов П.П. О булатах № 6, 19

Востриков А.В. Химия на Бестужевских курсах № 10, 48

Кожевников М.В. Вольные сыны всемирного эфира № 11, 36

Город и его университеты № 6, 48

Кулькова Н.В., Садовский А.С. Сирил Хиншельвуд:

кинетика химии и жизни № 8, 20

Левицкий М.М., Перекалин Д.С. Лаборатория в картинках № 7, 48

Леенсон И.А. Я — переводчик? № 12, 39

Ло Гуаньчжун Шагают быки деревянные № 12, 17

Медведев С.В. УПС и детектор ошибок № 6, 36

Полищук А.М. Медицинская генетика в России № 2, 44

Садовский А.С. Вальтер Нернст и Фриц Габер: пересечение параллелей № 2, 40

Ирвинг Ленгмюр: СССР глазами союзника № 5, 44

Сухаревский М. О селитре, порохе и огне № 2, 38

ГИПОТЕЗЫ, А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ? ДИСКУССИИ

Андрианов Б.В. Ускользящее старение № 10, 24

Как улучшить соболя, или с чего начать селекцию № 3, 34

Биршерт А.А. Заправимся гексаном, поедим на водороде № 6, 16

Клещенко Е. Одна из трех норм № 7, 28

Комаров С.М. Сталь? Чугун? Булат № 6, 23

Резник Н.Л. Злокачественную опухоль надо не уничтожать, а ограничивать № 5, 19

Стрельникова Е. Химия в «расписании на завтра» № 8, 52

Тарасов М.Ю. Греческий огонь без селитры № 2, 37

Шварцбург П.М. Возрастные карциномы: парадоксы развития № 5, 16

ФОТОИНФОРМАЦИЯ, ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК, ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Амстиславский С.Я.,

Анфиногенова Я.Д. Зверь, приручивший человека № 5, 28

Анофелес С. Мексиканский разлив № 7, 20

Каабак Л.В. Четвертая стадия коррупции № 10, 44

Квадрат Помпоний Пингвины шумно толпою № 12, 36

Котина Е. Деревья, побитые молнией № 8, 28

Лешина В. Раки-инопланетяне № 5, 50

Резник Н.Л. Дракон и землекоп № 10, 30

Лучшие кофейные зерна № 8, 40

Походка слонов и людей № 6, 28

Пчела ориентируется № 4, 40

Темная личность № 7, 42

Складнев Д.А. Живые квадраты № 4, 46

Яковлева Е. Молоко для летучей мыши № 1, 51

ЗДОРОВЬЕ, ЧТО МЫ ЕДИМ, ЧТО МЫ ПЬЕМ

Благутина В. Стресс с точки зрения физиологии № 2, 18

Григорьева В.З. Русская водка. Всегда ли было 40%? № 5, 40

Гурина И.В. Кто ответит за духоту в помещении № 2, 22

Лешина А. В лабиринте ночных кошмаров № 4, 22

Ручкина Н. Ананас № 1, 54

Горчица № 12, 54

Икра № 8, 56

Капуста № 7,

Лук № 6, 60

Олива, она же маслина № 3, 52

Пшеничные крупы № 2, 54

Рис № 5, 60

Рожь № 10, 54

Сахар № 4, 60

Фисташки № 11, 54

Ячмень № 9, 52

Яшин Я.И. Какао — пища богов № 8, 44

НАША КНИЖНАЯ ПОЛКА, КНИГИ

Бутовская М.Л. Гомосексуализм в эволюционной перспективе № 7, 34

Виленкин А. Современная история сотворения мира № 6, 40

Гельман З. Украли перевод № 11, 47

Леруа Арман Мари Мутанты № 1, 44

Лясота Е. ...И сто увлекательных опытов № 1, 43

«Я люблю свой остеохондроз!», «Плохая экология» и хороший учебник № 9, 42

Восемьдесят удивительных экспериментов № 1, 42

Инъекция от депрессии, как подружиться питерец и москвич № 5, 48

Между ушами № 11, 46

О том, как случай управляет нашей жизнью. Миф о разрушении мифов № 10, 52

Проживи другую жизнь.

Глобальное выпадение № 4, 50

Путь в глубины вещества. Десять экспериментов № 3, 54

Рысцой по Москве № 2, 51

Смотреть «Доктора Хауса» станет легче № 6, 46

Энциклопедия культуры № 2, 50

Марков Александр Великий симбиоз № 9, 44

Стрельникова Е. Чему научат в школе завтрашнего дня № 7, 45

Фирт Крис Мозг и душа № 12, 44

УЧЕНЫЕ ДОСУГИ, ФАНТАСТИКА

Газизов Ринат Эффект международной № 11, 56

Гофри Юлия Белая кошка в черную клетку № 3, 56

Ерошин Алексей Свет кромешный № 6, 56

Истратова Ирина Золотое колесо № 9, 54

Кузнецов А.Н. Эгоистичный мул № 4, 36

Кусков Сергей Губернаторская охота № 4, 54

Неуймин Александр Фата-моргана № 10, 56

Новоселова Н. Стая диких леопардов № 2, 56

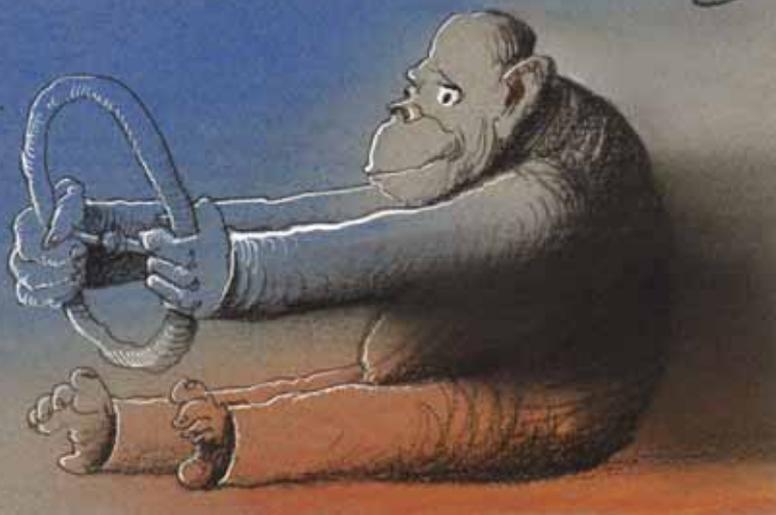
Семироль Анна Ага! № 2, 56

Тесленко Оксана Переход № 8, 58

Томах Татьяна Фиалка № 5, 56

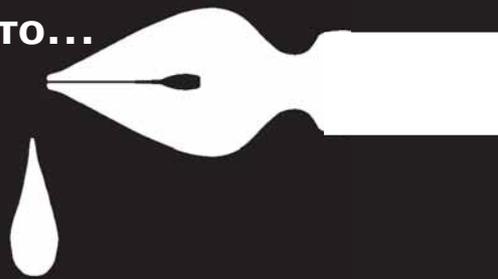
Ясинская М. Шарманщик и буратинка № 1, 56

Яценко Владимир Третий № 7, 56



Художник С. Держачев

Пишут, что...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Борьба с пробками по-евросоюзовски

Возможно, первыми настоящими интеллектуальными роботами в самом ближайшем будущем окажутся не пылесосы, не дворники, не офис-менеджеры, а автомобили. Во всяком случае, в Евросоюзе есть четкий план, который приведет к созданию интеллектуальной транспортной системы. Автомобили получают способность общаться друг с другом светофорами, антеннами сотовой связи и другими подобными устройствами, которые в начале XXI века создали весьма плотную сеть, по крайней мере, в городах, а то и в целых странах. Вот как мир будущего выглядит в мечтах Пауля Компфера, координатора проекта CVIS Шестой рамочной программы Евросоюза (агентство «AlphaGalileo», 24 апреля 2010).

Утром сотовый телефон будит вас на десять минут раньше. Дело в том, что на улице идет дождь и транспорт движется медленнее. Когда вы подъезжаете к перекрестку, сигнальное табло сообщает, что дорогу пересекает пожарная машина и нужно снизить скорость. Действительно, светофоры начинают работать в таком режиме, чтобы обеспечить этой машине зеленую волну. Про попытке сменить полосу движения ваша машина обменивается сигналом с соседней: возможна авария. Автомобили сообщают об этом водителям либо, если времени уже нет, сами предпринимают необходимые действия, избегая столкновения. Если же впереди случилась авария, то все машины об этом узнают и вовремя сообщат водителю, какой надо совершить маневр, чтобы избежать пробки. Зная скорость движения потока впереди, машина рекомендует оптимальную скорость, и если вы принимаете совет, то полицейский компьютер выписывает вам дополнительные бонусы, дающие право бесплатно проехать определенное расстояние в центре города или передвигаться по полосам общественного транспорта вне часа пик.

В общем-то многие составные части этой системы уже существуют, например радары или приборы навигации. Более того, каждый год в разных городах проходят гонки автомобилей-роботов, которые научились самостоятельно перемещаться по заданному маршруту, перестраиваться с полосы на полосу и парковаться. Очевидно, что при появлении навигационной инфраструктуры роботам будет гораздо проще ездить. Разработкой такой системы заняты ученые и в США и в Японии; там, как и в Евросоюзе, зарезервированы специальные частоты для подобных систем связи. Однако европейские специалисты уверены, что в создании как программного обеспечения, так и конечных устройств они впереди планеты всей.

А. Мотыляев

...технология трассировки луча позволяет конструировать зеркала неправильной формы без осевой симметрии, которые создают отражение с удивительными свойствами («Physics Today», 2010, т. 63, № 10, с. 72—73)...

...экспериментально исследована динамика электронной плотности при разрыве ковалентной связи в молекуле брома («Proceedings of the National Academy of Sciences», 2010, т. 107, № 47, с. 20219—20222)...

...получен патент РФ на метод синтеза многослойных углеродных наночастиц тороидальной формы («Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность», 2010, № 11, с. 67)...

...в XXI веке как темпы роста населения, так и темпы развития технологий будут неуклонно падать, вызывая соответствующее снижение темпов экономического роста («Доклады Академии наук», 2010, т. 434, № 6, с. 749—755)...

...на отходах апатит-нефелиновой промышленности, биологическая рекультивация которых была проведена более 40 лет назад, начинает формироваться почва («Вестник Кольского научного центра РАН», 2010, № 1, с. 34—47)...

...секвенирование полной последовательности генома японца показало, что наши знания об индивидуальной изменчивости генома недостаточны («Nature Genetics», 2010, т. 42, № 10, с. 931—936)...

...ключевую роль в формировании нейросети и созревании нейронов играет спонтанная активность нервной системы эмбриона; спонтанная активность сетчатки эмбриона необходима для формирования связей в зрительной коре мозга («Журнал высшей нервной деятельности», 2010, т. 60, № 4, с. 387—396)...

...в мозгу подростка по мере взросления уничтожается часть синапсов; при

шизофрении этот процесс протекает интенсивнее («Nature», 2010, т. 468, № 7321, с. 154—156)...

...получены первые прямые доказательства влияния курения на эпигенетические изменения в генах, помогающих бороться с раковыми заболеваниями («New Scientist», 2010, № 2782, с. 16)...

...возможно, ядро эукариотической клетки произошло от бактериальной эндоспоры, то есть споры, которая формируется внутри клетки («Журнал общей биологии», 2010, том 71, № 4, с. 298—309)...

...получен рекомбинантный белок, аналогичный ферменту из слюны медицинской пиявки («Биохимия», 2010, т. 75, № 9, с. 1314—1324)...

...более 99% ветеринарных биологических препаратов в России не подлежат обязательной сертификации, в том числе вакцины и сыворотки («Ветеринария», 2010, № 10, с. 3—5)...

...достаточно небольшого, около 15% фрагмента костей таза, чтобы по ископаемым останкам достоверно определить пол человека («Sciences et Avenir», № 763, sept. 2010, с. 60—62)...

...со временем компьютеру придется «уйти в тень», чтобы пользователи «умных» систем общались с ними на естественном уровне («Proceedings of the IEEE», 2010, т. 98, № 10, с. 1692—1715)...

...если бы кошачий зрачок имел эллиптическую или прямоугольную форму, то он бы не подавлял мешающую солнечную засветку так эффективно, как зрачок с угловыми точками («Оптика и спектроскопия», 2010, т. 109, № 4, с. 702)...

...исследования развалин храма Сераписа в итальянском городе Поццоли дают информацию о колебаниях уровня Мирового океана за последние 2100 лет, причем это не связано с локальными колебаниями земной коры («Биофизика», 2010, т. 55, № 5, с. 950—958)...

Художник Н. Колпакова



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Писатель и еда

На полках магазинов теперь часто можно встретить книги нового жанра, немыслимого для любителей русской классики. Это рассказы, повести, а то и романы о еде. В них автор подробно рассказывает о том, что, как, где и с кем он ел, пил, пробовал, закусьвал, обедался, чревоугодничал, в общем, делал все то, что люди делают с едой. Этот жанр уходит корнями в Античность. Один из образцов — книга «Пир мудрецов» Афиная, который выказывает немалую эрудицию, знание современной ему поэзии, риторики, а также кулинарных особенностей разнообразных блюд римской кухни. И само собой, нравов и обычаев. Например, рассказывая о жареном мясе, он упоминает некоего римлянина, который натренировал свое горло выдерживать высокую температуру и успевал проглотить всю еду, поданную на общем блюде; остальные же гости, пуская слюни, ждали, пока та остынет. И таких анекдотов в книге много.

Последние десять лет интерес к этому жанру подобен взрыву: книги с ресторанной критикой входят в списки бестселлеров, а сетевые блоги той же тематики растут как грибы после дождя. Уже появились студенты, желающие сделать своей специальностью пищевую журналистику. Например, в Филадельфийском университете Святого Иосифа доцент кафедры английского языка Теная Дарлингтон уже второй семестр подряд читает соответствующий курс (агентство «NewsWise», 24 сентября 2010). Теная Дарлингтон — не новичок в пищевой журналистике, она ведет популярный в США блог о сырах под именем Madame Fromage.

Во время занятий студенты со своей преподавательницей посещают рестораны, магазины и рынки, где пробуют по жребию различные незнакомые продукты, а потом описывают свои ощущения. При этом не ограничиваются качественными оценками вроде «Это деликатес!», а рассказывают о запахе, структуре, вкусе и стараются заинтересовать своим повествованием окружающих. «Рассказывать о еде не так просто, как кажется. В ходе работы приходит ясное понимание, насколько наш стол зависит от государственной политики и интересов пищевых корпораций. Из-за них мы покупаем дешевую, но невкусную еду и даже не подозреваем об огромном количестве вкусных и полезных продуктов. Мои студенты ужаснулись, когда стали внимательно вчитываться в этикетки с составом продуктов быстрого приготовления. В результате к концу семестра все они стали самостоятельно печь хлеб и готовить другую пищу, получая от этого большое удовольствие», — говорит Теная Дарлингтон. Вот так занятия по пищевой журналистике принесли двойную пользу: научили студентов анализировать и описывать впечатления и отучили от продуктов быстрого питания.

С. Анофелес



Сколько на елочке шариков цветных...

Н.Н.ЗАЙЦЕВОЙ, Уфа: *Страшный «фосфатидный концентрат» — это лецитин, то есть глицерин, в котором два гидроксила этерифицированы жирными кислотами, а третий — фосфорной кислотой, связанной с аминокислотой холином; лецитин содержится, например, в яйцах, применение его в пищевой промышленности вполне оправданно.*

П.А.ЧУБУКОВУ, Армавир: *Твердость пластмасс определяют методом вдавливания шарика (ГОСТ 4670-91) или по Роквеллу (ГОСТ 24622-91).*

В.А.ТАРАСЕВИЧУ, Москва: *Рутин (кверцетин-3-рутинозид, витамин Р) получил свое название от руты душистой *Ruta graveolens L.*, но уже давно добывается из менее экзотических источников, таких, как зеленая масса гречихи.*

Марии АЛИМОВОЙ, электронная почта: *Лактоза, или молочный сахар, — это дисахарид из остатков глюкозы и галактозы, а лактулоза — синтетический дисахарид из фруктозы и галактозы; лактулоза не расщепляется в верхних отделах желудочно-кишечного тракта, поэтому оказывает слабительный эффект и «подкармливает» полезных бифидобактерий в толстой кишке.*

Т.Е.МОРОЗОВОЙ, Нижний Новгород: *Платки, расписанные акриловыми красками, можно стирать, но, конечно, в щадящих условиях — при температуре воды 30—40° и с небольшим количеством порошка.*

Л.И., Санкт-Петербург: *«Световые шары», иногда видимые на фотографиях, не имеют никакого отношения к призракам: они получаются, когда вспышка освещает пылинки, летающие близко от объектива, вне зоны резкости.*

М.М.СИМАНОВСКОМУ, Новосибирск: *«Люминофорные poi» — не опечатка; poi — элемент культуры новозеландских маори, шарики на веревках, которые вращают, создавая красивые траектории; современные poi часто делают светящимися.*

Л.Н.СУХИХ, Москва: *Дзавар, упоминаемый в рецептах армянской кухни, — это крупа из зерен пшеницы, отваренных непродолжительное время, а затем высушенных и очищенных от оболочки; некоторые кулинары заменяют дзавар рисом.*

Елочные игрушки... Какое сердце не дрогнет при этих словах! Елочные игрушки — это не просто вещи, которые можно увидеть и потрогать. Это — символ, предвкушение волшебства, сияющих детских глаз, неизменной надежды, что все еще будет. Они хранятся в каждом доме. Один раз в год мы открываем чуть запылившуюся коробку. На нас смотрят бережно упакованные в оберточную бумагу разноцветные шары, запорошенные снегом домики, блестящие сосульки, веселые клоуны, серебряные колокольчики, причудливые снежинки. И хотя игрушек хватит по меньшей мере на две елки, обязательно покупается что-нибудь еще. Как пройти мимо шумного елочного базара, пахнущего праздником!

В России, как и в Европе, в стародавние времена новогодние и рождественские елки украшали сладостями, фруктами и самодельными игрушками из ткани, цветных ниток, ваты, бисера, меха, соломы и колосков. В каждой семье были свои традиции. В магазинах продавались альбомы с инструкциями и выкройками игрушек. И дети, и взрослые вырезали, шили, клеили бумажные фонарики, снежинки и звездочки, кораблики из скорлупы грецких орехов, нарядных тряпичных кукол, неуклюжих мишек и ушастых зайцев. Яблоки, орехи, пряники, леденцы и коврижки, обернутые блестящей или цветной бумагой, развешивали на ветвях елки, а потом дружно съедали.

Стеклянные игрушки появились в середине XIX века и были очень дорогими. В 1847 году Ханс Грайнер, владелец стеклодувного завода в немецком городе Лауше в Тюрингии, на свой страх и риск выпустил к Рождеству партию стеклянных серебристых шаров. Они были тяжелыми, с толщиной стенок около 7 мм. Цвет шарам придавало свинцово-ртутное покрытие. Успех новой продукции был невероятный — шары расходились за бешеные деньги.

Год от года мастера-стеклодувы совершенствовали свою продукцию. Уже к 1870 году они стали выпускать легкие тонкостенные шары, покрытые безопасной смесью нитрата серебра и сахарной воды. Появились шары из цветного стекла. Шар выдувался через мундштук из стеклянной заготовки в виде полый трубки, раскаленной на огне газовой горелки. Так дети выдувают через соломинку мыльные пузыри. Когда шар достигал нужного размера, конец трубочки запаивали. Шар охлаждали. Часто на нем делали узорчатые выемки. Для этого на остывающее, но еще горячее стекло надавливали гипсовой дощечкой с вырезанным на ней рисунком. Опытные стеклодувы выдували не только шары, но и игрушки произвольных форм, что требовало немалого мастерства. Ведь форма определяется направлением потока воздуха и создается вращением трубки, изменением наклона рук, головы и даже тела мастера. Фантазия, чутье и умение рождали на свет заснеженные башенки, сказочные пирамидки, корзинки, шишки. Игрушки сложных очертаний делали с помощью керамических форм. В них заливали расплавленное стекло. Стеклодув дул в трубочку, вставленную в один конец формы. Горячее стекло растекалось по ней, занимало все уголки, и получались стеклянные наливные яблоки, крепкие орехи, гроздь прозрачного винограда, фантастические звери, птицы, рыбки, ангелы и феи.

Остывшие игрушки раскрашивали анилиновыми красками, покрывали лаком, приклеивали к ним блески, крошечные цветочки и листики, вырезанные из бархата или шелка. Затем на верх игрушки цеплялась металлическая скрепка с петелькой для подвески. Игрушки укладывали в коробки и отправляли в магазины. До середины XX века немецкие стеклянные елоч-



МАТЕРИАЛЫ НАШЕГО МИРА

ные украшения не знали себе равных. Елочные игрушки из стекла по сей день остаются самыми любимыми.

В нашей стране, к счастью, сохранилось производство стеклянных елочных украшений. Их делают в Павлово-Посадском районе в объединении «Иней» и в Клинском районе Подмосковья в ОАО «Елочка». Игрушки, выпускаемые клинской «Елочкой», отнесены к изделиям народных художественных промыслов. Клинский край славился своим стеклодувным ремеслом еще со времен князя А.С. Меншикова. В его имении Александрово в 1848 году был открыт небольшой стекольный завод. Здесь впервые в России начали выдувать бусы как елочное украшение, а также шары и чистую русскую игрушку — сосульку.

В 2008 году был открыт музей елочной игрушки «Клинское подворье», где собрана уникальная коллекция стеклянных елочных украшений. Отечественные елочные игрушки делают в основном вручную. Единственный автоматизированный процесс — металлизация, то есть покрытие игрушки алюминием, отчего она приобретает зеркальный блеск. Игрушки расписывают по трафаретным рисункам гуашью, акриловыми красками, посыпают золотой и серебряной пудрой. Роспись одной игрушки может занять несколько часов.

Готовая игрушка — это сверкающее хрупкое творение человека, буквально вдохнувшего в нее жизнь, хранит тепло прикосновения его рук и губ. Возьмите с

полки магазина несколько на первый взгляд одинаковых стеклянных шаров с нарисованными на них снеговичками. Они все разные! Один как будто вам подмигивает, другой улыбается, исполненный внутреннего достоинства, а третий словно говорит: «Забери меня с собой!» Аккуратно упакованный, он поедет домой в моей сумке. Завтра это невесомое мерцающее чудо будет красоваться на новогодней елке, бесконечно отражая и умножая разноцветные огни гирлянды. Может быть, через много-много лет именно этот шар станет добрым приветом из прошлой жизни, и не прервется связь времен.

М. Демина

Новая версия архива «Химии и жизни» за 45 лет

Десятки тысяч страниц, рассказывающих о современной науке, о том, как ее делают, кто ее делает и зачем, а также антология фантастики и собрание великолепных рисунков. Электронный архив дает возможность поиска по ключевым словам и смысловым конструкциям.

Предупреждаем: архив защищен от копирования, можно переписывать только отдельные статьи и рисунки, но не весь диск.

Стоимость — 1350 рублей с учетом доставки.

Узнать подробности и заказать архив

можно на сайте журнала www.hij.ru

и по телефону (499) 267-54-18.

