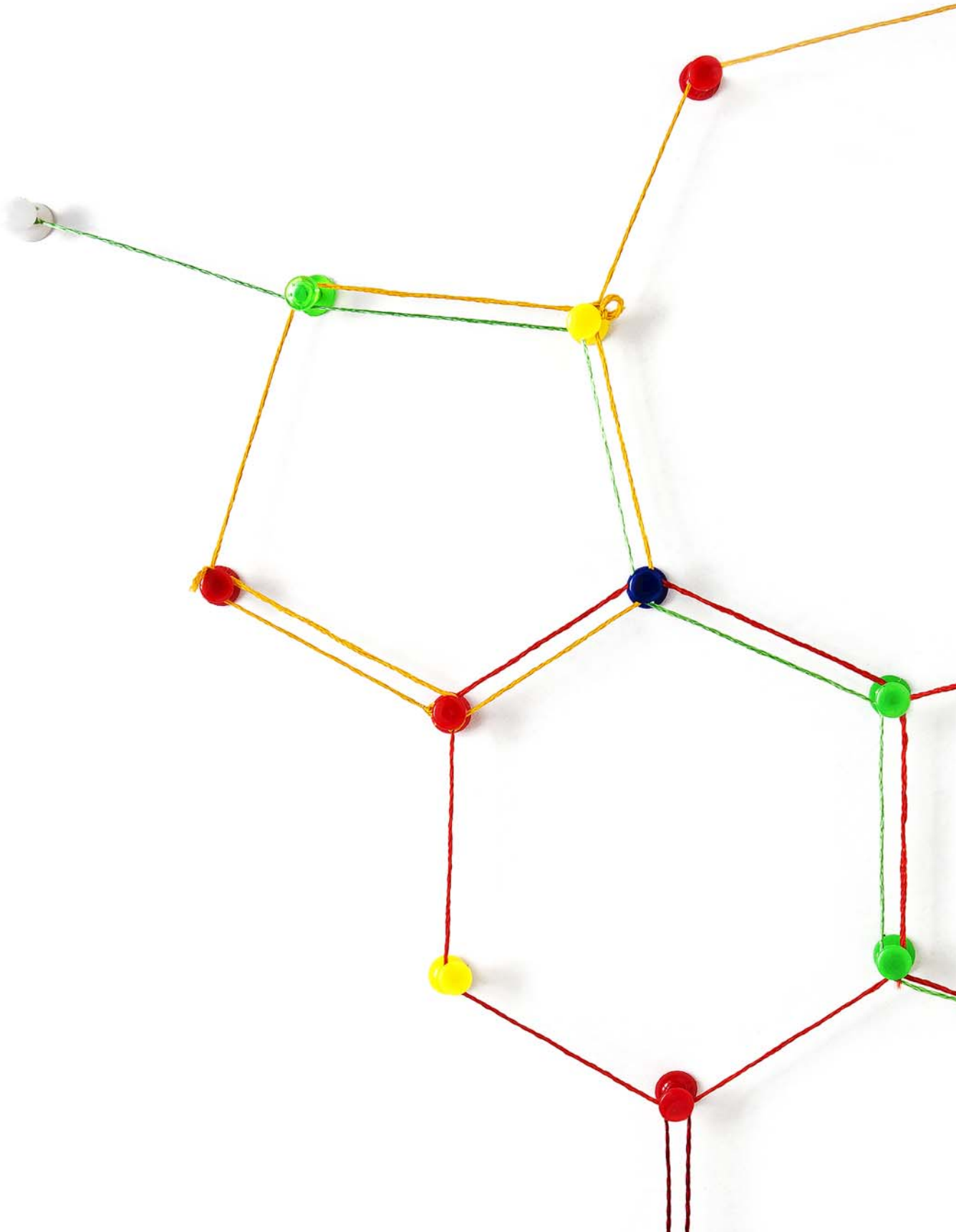




4  
2013

НЗЖ И РИМЖ





Зарегистрирован  
в Комитете РФ по печати  
19 ноября 2003 г., рег. № 014823**НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:****Главный редактор**

Л. Н. Стрельникова

**Заместитель главного редактора**

Е. В. Клещенко

**Главный художник**

А. В. Астрин

**Редакторы и обозреватели**

Б. А. Альшуллер,

Л. А. Ашкинази,

В. В. Благутина,

Ю. И. Зварич,

С. М. Комаров,

Н. Л. Резник,

О. В. Рындина

**Технические рисунки**

Р. Г. Бикмухаметова

Подписано в печать 27.3.2013

**Адрес редакции**

105005 Москва, Лефортовский пер. 8

**Телефон для справок:**

8 (499) 267-54-18

**e-mail:** redaktor@hij.ru<http://www.hij.ru>При перепечатке материалов ссылка  
на «Химию и жизнь — XXI век» обязательна.

© АХО Центр «НаукаПресс»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —  
комета Донати над Парижем (1858).  
Теперь мы знаем, что вред от падающих  
звезд — не мистический, а чисто  
механический. Подробности — в статье  
С. М. Комарова «Звезда Чебаркуля».*Трудно плыть против течения,  
особенно когда по течению  
плывут крокодилы.**Народная мудрость*

# Содержание

**Документ**

КРАТКАЯ СПРАВКА О ЧЕЛЯБИНСКОМ СОБЫТИИ ..... 2

**Событие**

ПРЕДОТВРАЩАЯ КОСМИЧЕСКИЕ УГРОЗЫ. .... 3

**Расследование**

ЗВЕЗДА ЧЕБАРКУЛЯ. С. М. Комаров ..... 4

**Проблемы и методы науки**

МОМЕНТАЛЬНЫЙ СНИМОК БЕЛКОВОГО СИНТЕЗА. Е. Клещенко ..... 12

**Событие**

РЕПОРТАЖИ С ПЕРЕДНЕГО КРАЯ ..... 12

**Проблемы и методы науки**

ЛЮДИ И МЫШИ ПРОТИВ ТУБЕРКУЛЕЗА. Н. Л. Резник ..... 16

**Научный комментатор**

ВЕРШИТЕЛЬ КЛЕТОЧНЫХ СУДЕБ. Н. Л. Резник ..... 20

**Биогенез**

ФОТОХИМИЯ И «ЧЕРНЫЕ КУРИЛЬЩИКИ». М. А. Никитин ..... 22

**Фотоинформация**

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ МЕТАЛЛОДЕТЕКТОР. Р. А. Бобылёв ..... 25

**Образование**

ЧЕМ ПЛОХ ЕГЭ ПО ХИМИИ. Е. В. Батаева, М. Г. Гантман ..... 26

**Страницы истории**

ЖЕНЩИНА, КОТОРУЮ НАЗЫВАЛИ

«МАТЕРЬЮ АТОМНОЙ БОМБЫ». С. И. Рогожников ..... 32

**Нанофантастика**

ПЕРВОЦВЕТЫ. Денис Тихий ..... 37

**Элемент №...**

РАДИЙ: ФАКТЫ И ФАКТИКИ. А. Мотыляев ..... 38

**Страницы истории**

ДРУЗЬЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА,

ИЛИ ДВА МИЛЛИОНА ЗОЛОТОМ НА РОССИЙСКУЮ НАУКУ. С. Г. Морозова ..... 40

**Тематический поиск**

НАУЧНАЯ НЕПРАВДА. .... 46

**Земля и ее обитатели**

СОХАТЫЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ. Григорий Панченко ..... 48

**Что мы едим**

КАРДАМОН. Н. Ручкина. .... 54

**Фантастика**

ЦЫПЛЕНОК ЖАРЕНЬИ. Жаклин Де Гё ..... 56

**Прогулки по истории химии**

ХИМИЧЕСКИЕ ИЕРОГЛИФЫ: ОТ ДРЕВНЕГО ЕГИПТА ДО ЛАВУАЗЬЕ. И. А. Леенсон... 64

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	10	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
ИНФОРМАЦИЯ	24, 30	ПИШУТ, ЧТО...	62
КНИГИ	31	ПЕРЕПИСКА	64

# Краткая справка о челябинском событии

Утром 15 февраля, примерно в 9:20 местного времени, в районе Челябинска (Россия) произошел взрыв вошедшего в атмосферу крупного метеороида. Космическое тело вошло в атмосферу под углом менее 20 градусов к горизонту со скоростью примерно 18—20 км/с. При взаимодействии с атмосферой появилось сильное свечение (явление, называемое болидом). Примерно через 30 секунд произошла мощная вспышка. По сообщениям очевидцев, в момент вспышки (взрыва) свечение было много ярче солнечного, по сообщениям ряда очевидцев, ощущался жар. И до вспышки, и после нее в небе было хорошо виден инверсионный след. Через несколько минут (по свидетельствам очевидцев, от 77 секунд до трех минут) и более, в зависимости от расстояния) пришла взрывная (ударная) волна.

По сообщениям, требующим подтверждения МЧС, из-за ударной волны пострадало около 1500 человек, большинство — от выбитых стекол. Ударная волна повредила здания на большой площади. По данным СМИ, материальный ущерб был предварительно оценен в 1 млрд. рублей.

Основной сразу же стала гипотеза падения метеорита, и начались его поиски. Еще в пятницу 15 февраля 2013 года на сайте ГУ МВД по Челябинской области России появилось сообщение об том, как рыбаки стали свидетелями падения метеорита в озеро Чебаркуль, в результате чего в водоеме образовалась полынья. Сотрудники МЧС, проводившие поиск остатков метеорита в озере, ничего не нашли. Впрочем, поиск не был проведен скрупулезно, так как мешал толстый слой ила. Представляется вполне возможным, что при последующих поисках фрагмент метеорита, упавший в озеро Чебаркуль, будет найден. По сообщениям сотрудников Уральского федерального университета (УрФУ), вокруг полыньи собраны мелкие обломки черного твердого вещества, напоминающего осколки скальной породы, размером от полусантиметра до сантиметра. По сообщению члена комитета РАН по метеоритам Виктора Гроховского из Уральского федерального университета, частицы вещества, найденные экспедицией УрФУ в районе озера Чебаркуль,



## ДОКУМЕНТ

действительно имеют метеоритную природу. Метеорит классифицирован как каменный метеорит, обыкновенный хондрит, в котором диагностированы все типичные для таких метеоритов минералы: и металлическое железо, и оливин, и сульфит. Хондриты — это наиболее распространенный вид метеоритов. Предварительный анализ, проведенный специалистами лаборатории метеоритики ГЕОХИ РАН, показал, что метеорит относится к химическому типу L или LL, петрологический тип 5.

По оценкам экспертов Института астрономии РАН (ИНАСАН), взрыв вошедшего в атмосферу тела произошел на высоте 23 км. По самым первым предварительным оценкам экспертов NASA, размер тела до его входа в атмосферу был примерно 17 метров, а масса до 7000 тонн. Тело до его входа в атмосферу не было обнаружено никакими средствами наблюдений России и других стран (для современных технологий это очень трудная задача!), и все оценки размеров, а также энергии тела (100—500 килотонн тринитротолуола) получены косвенно — по результатам воздействия (взрыва).

В отделе космической астрометрии ИНАСАН проведено предварительное определение орбиты челябинского метеорита до сближения с Землей: большая полуось  $a = 1,77$  а. е., перигелийное расстояние  $q = 0,75$  а. е., наклон орбиты  $i = 4,3$  градуса. Таким образом, явление, произошедшее над Челябинской об-

ластью, связано со входом в атмосферу Земли астероида (метеороида), принадлежащего к типу Аполлона.

Еще раз подчеркнем, что все оценки параметров тела, вызвавшего челябинское явление, полученные на данный момент, являются предварительными и будут уточняться и пересматриваться по мере сбора информации и ее анализа.

Событие, произошедшее в небе над Челябинском, — нередкое астрономическое явление, может быть, несколько большего масштаба, чем обычно. Среди имеющихся данных о подобных событиях можно упомянуть болиды 3 августа 1963 года (в районе островов Принца Эдуарда, Южная Африка) с оценкой энергии в 260 кт TNT, болид Маршалловых островов (1 февраля 1994 года) с оценкой энергии в 40 кт TNT и недавний индонезийский болид (8 октября 2009 года) с оценкой энергии в 50 кт TNT. Последний раз похожее явление на территории России наблюдалось в 2002 году (Витимский болид 24 сентября 2002 года, энергия около 10 кт TNT).

От Института астрономии РАН:

**Б.М.Шустов,**

**В.В.Емельяненко,**

**С.А.Нароенков, Л.В.Рыхлова**

От Института динамики геосфер РАН:

**О.П.Попова, В.В.Шувалов**

5 марта 2013 года

([http://www.inasan.rssi.ru/rus/asteroid\\_hazard/chelyabinsk\\_bolid\\_new.html](http://www.inasan.rssi.ru/rus/asteroid_hazard/chelyabinsk_bolid_new.html))

«Он образовался в астероиде, откололся, потом несколько десятков миллионов лет назад он претерпел столкновение, получил определенную степень трещиноватости. Благодаря большому количеству трещин и произошла такая мощная вспышка», — сообщил директор Института геохимии и аналитической химии имени В.И.Вернадского РАН Э.М.Галимов.

РИА «Новости», 15 марта 2013 года

Спутник *Meteosat-10* со своей геостационарной орбиты застал взорвавшийся над Челябинском астероид в момент входа в атмосферу

Фото Eumetsat

12 марта 2013 года в Совете Федерации Федерального собрания РФ прошел круглый стол «Космические риски и угрозы: как обеспечить планетарную защиту», на котором присутствовал наш специальный корреспондент **С.М. Комаров**. Сразу отметим, что это мероприятие было запланировано задолго до челябинского события. Ученые, чиновники, связанные с космосом, и политики обменялись мнениями по поводу трех факторов, угрожающих цивилизации из космоса: падение крупного космического тела, космический мусор и катастрофические вспышки на Солнце. Согласно общему мнению, в настоящий момент человечество не способно бороться ни с одной из этих угроз, однако имеющийся технологический уровень вполне позволяет подготовиться к их отражению. Как сказано в рекомендациях круглого стола, международному сообществу следует принять согласованные меры по организации обнаружения, слежения за опасными объектами и их уничтожения. Меры должны регулироваться международными договорами, чтобы не создавать угрозу отработки технологий военного назначения под видом борьбы с угрозой космической.

Международное сотрудничество в этой области уже существует, однако в настоящее время вклад нашей страны невелик. Поэтому для выхода на современный уровень, что стало бы залогом полноценного участия России в международном сотрудничестве, необходимо продолжить фундаментальные исследования в области космической безопасности и осуществить технологические проекты в этой области. То и другое следует включить в Государственную программу «Космическая деятельность России на 2012—2020 годы»,

# Предотвращая космические угрозы



СОБЫТИЕ

а также учесть при составлении «Основ политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу».

О том, какие виды работ могут быть включены в эти программы, можно судить по документам Экспертной рабочей группы по космическим угрозам, созданной в 2007 году при Совете Российской академии наук по космосу и реорганизованной в 2011 году, после чего в ее поле зрения оказался еще и космический мусор. Ее возглавляет директор Института астрономии РАН, член-корреспондент РАН Б.М. Шустов. В частности, группа подготовила концепцию федеральной целевой программы по отражению космических угроз. Что же предлагают ученые для защиты, в частности, от астероидов и комет?

По их мнению, прежде всего нужно гарантировать, что мы увидим опасный объект. Поэтому необходимо развернуть на нашей территории сеть телескопов для наблюдений за такими объектами, а также организовать автоматизированную обработку поступающих от телескопов данных. Астероиды и кометы движутся с огромной скоростью, поэтому телескопы должны обладать большим углом зрения. Сейчас в распоряжении наших астрономов подобных телескопов нет. Размещать их предполагается в трех-четыре пункта по всей территории в местах с прозрачной атмосферой, скорее всего, на Северном Кавказе, Южном Урале и на Дальнем Востоке. Такая уникальная, протяженная в широтном направлении единая сеть наблюдений будет мощным инструментом слежения за космическим пространством.

Кроме того, требуется создать и постоянно поддерживать отечественную базу потенциально опасных небесных тел. Необходимо выполнить отдельную работу по изучению комет и прогнозированию их движений. База данных о прошлых ударах космических тел тоже не забыта – ее следует пополнять и поддерживать. С помощью уже имеющихся радиотелескопов, например в Евпатории и Усурийске, следует

проводить систематическую радиолокацию приближающихся к Земле объектов, чтобы точно устанавливать их траектории. Поскольку всем очевидно, что без выведения телескопов в космос проблему не решить, надо определить точки для их размещения и разработать конструкции соответствующих приборов. В идеале должна быть создана роботизированная система оповещения о предстоящем падении опасного небесного тела.

Отражение космической угрозы предполагает знание свойств материала, из которого состоит объект. Чтобы их установить, надо разработать типовой космический аппарат, способный совершать посадку на такие объекты, проводить исследования на месте, собирать образцы и доставлять их на Землю. Понятно, что недостаточно такой аппарат разработать, его нужно применять на практике, причем не один раз, а для этого следует составить список интересных объектов и организовать к ним экспедиции. Зная свойства материала, можно осмысленно готовить средства воздействия. Сначала их надо опробовать на математических моделях, а затем провести контактные эксперименты.

Обширное поле деятельности представляет собой открытый в 2004 году астероид Апофис диаметром 120—350 м, который должен в 2029 году пролететь примерно на уровне геостационарной орбиты, а в 2036-м имеет два шанса из ста тысяч столкнуться с Землей. Нужно воспользоваться моментом сближения и провести комплексные исследования, включая посадку спускаемого аппарата. А математики должны рассчитать, какими методами Апофис можно перевести на орбиту вокруг Земли. Наверное, это задумано не без задней мысли — создать более прочную основу для дальнейшего продвижения в космос, чем палуба орбитальной космической станции.





Художник В. Мисюк

# Звезда Чебаркуля

Кандидат  
физико-математических наук  
**С.М. Комаров**

*Если хочешь завалить дело – создай  
рабочую комиссию.  
Следствие из закона Мэрфи*

## Челябинское событие и социум

Взрыв космического гостя, выбивший стекла в Челябинске, показал всем то, что специалисты знают уже много лет: астероидно-кометная опасность реальна. Более того, по мере увеличения плотности населения космические бомбардировки будут приводить ко все более серьезному ущербу. Это же событие развенчало и многие мифы, которые вольно или невольно были созданы специалистами за два десятка лет.

Почему именно двадцать лет? Потому что примерно столько насчитывает история научного подхода к проблеме астероидно-кометной опасности. Так, главная программа наблюдения за потенциально опасными космическими объектами — аме-

риканский Обзор космической охраны (Spaceguard Survey) стартовала в 1998 году. Поначалу его целью было составить каталог 90% опасных объектов диаметром более одного километра. Впоследствии задача расширилась: к 2020 году составить каталог 90% сближающихся объектов диаметром более 140 метров. Свою лепту в ускорение поисков мелких космических тел, пролетающих рядом с Землей, внесла и цифровая революция, которая позволила автоматизировать процесс обнаружения и снабдила армию астрономов-любителей мощным средством наблюдения. В результате частота выявления таких тел резко выросла, а поскольку современная наука сильно зависит от общественного мнения, в новостях стало больше сообщений о них.

Видимо, для успокоения публики и были придуманы мифы о том, что астероиды если и подлетают к Земле на расстоянии, меньшее орбиты Луны, то редко; что объекты диаметром в десять — двадцать метров уж точно не опасны, поскольку сгорают в атмосфере; что реально опасные объекты диаметром в километр все пересчитаны и внезапно к Земле подлететь не смогут, а если и станут представлять опасность, то с ними разберутся, поскольку технологии в общем-то

имеются. Кроме того, публика возлагает надежды на систему противоракетной обороны: мол, опасные объекты размером с ракету эта система должна фиксировать и по крайней мере предостерегать население от опрометчивых поступков вроде наблюдения через стекло за взрывом в атмосфере.

Все это не так. Противоракетная оборона не предназначена для наблюдения объекта, быстро летящего на большой высоте по необычной (для ракеты) траектории. Опасные объекты сериями по несколько штук летают между Землей и Луной. Взрыв объекта диаметром всего в семнадцать метров на высоте в два десятка километров оказался опасным, с сотнями пострадавших, а если бы он взорвался ниже, случилась бы катастрофа. Трезвый анализ угроз от перемещающихся в Солнечной системе объектов показывает, что такие объекты следует делить на четыре класса и для каждого требуется свой арсенал методов, которых в настоящее время нет.

## Звезда Полюнь

Первый, самый опасный класс — это кометы. Их можно разделить на два типа. Первый — кометы Солнечной системы. С ними связано немало загадок, и главная — их происхождение. Считается, что резервуаром хвостатых звезд служит облако Оорта — скопление космических объектов на границе Солнечной системы, которое, впрочем, никто пока не наблюдал. Время от времени тот или иной объект из этого облака теряет устойчивость своей «облачной» орбиты и начинает двигаться по эллипсу, приближаясь к Солнцу и пересекая по дороге орбиты планет, что чревато столкновением. Есть мнение, что раньше, в процессе формирования планет, бомбардировка кометами была частой, сейчас такие события редкость.

Так называемые короткопериодические, то есть с периодом обращения в десятки лет и менее, кометы наблюдать довольно легко, поскольку при приближении к Солнцу они дают яркий хвост, тянущийся порой на миллионы километров. Заметив комету, можно рассчитать ее орбиту и определить степень опасности. Точность такого расчета оказывается хуже, чем для астероида, — комета под действием Солнца теряет вещество, и его потоки работают как реактивный двигатель, который придает незапланированные импульсы и корректирует орбиту в пределах десятков тысяч километров. Свой вклад вносит и ловец комет Юпитер: пролетев мимо него, комета изменит свою орбиту, а как именно — рассчитать тоже нелегко.

Американский обзор неба выявил по состоянию на март 2013 года 93 кометы, сближающиеся на расстояние в 0,5 астрономической единицы (а. е. — среднее расстояние от Земли до Солнца). По этому критерию объекты причисляют к категории «сближающихся с Землей». В следующую категорию — «потенциально опасных», то есть подлетающих к Земле на 0,05 а. е., или 22 радиуса орбиты Луны, ни одной кометы не попало.

Однако наши знания о кометах принципиально неполны. Во-первых, существуют мертвые кометы, из которых все, что могло испариться, уже испарилось. Яркость таких объектов мала, хвосты за ними не образуются, поэтому обнаруживать их на большом расстоянии трудно, а размер у них вполне кометный — от 0,5 до 25 км в диаметре. Другая проблема — долгопериодические кометы, то есть такие, которые приближаются к Солнцу раз в несколько веков или реже. Заранее предсказать встречу с такой кометой нельзя в принципе, а обнаруживают ее за считанные месяцы до пролета мимо Солнца. Например, недавняя «пасхальная» комета C2011L4 (период обращения 100 тысяч лет), которая весь март 2013 года украшала ночное небо на широте Новосибирска, была впервые замечена в июне 2011 года. Знаменитую комету Шумейкерв — Леви, на наших глазах бомбардировавшую Юпитер в июле 1994 года, обнаружили в марте 1993 года. Комету, попавшую в Юпитер в



2009 году, и вовсе никто не заметил, наблюдали только след от падения. Комету C/2013 A1, которая в 20-х числах октября 2014 года с вероятностью 1:600 попадет в Марс, заметили в обсерватории Сайдинг-Спринг в январе 2013 года. При обнаружении такой кометы, метящей в Землю, времени для принятия мер почти не остается, тем более что ее относительная скорость может оказаться огромной; так, упомянутая комета встретится с Марсом на скорости 56 км/с, поскольку летит ему навстречу. Это в разы больше, чем скорости, которые развивают имеющиеся у нас средства доставки ядерных зарядов, отсюда серьезные проблемы с наведением. Опыт попадания в кометы у людей имеется — американцы в 2005 году успешно попали медной болванкой в комету Темпеля, но эту экспедицию готовили несколько лет, тщательно выбирая объект для атаки. Экспедиция Европейского космического агентства «Розетта» и вовсе отложила старт из-за неготовности ракеты и была вынуждена отправиться в полет совсем к другой комете (она достигнет ее через десять лет после старта, в 2014 году). Очевидно, что опасная комета едва ли будет двигаться по удобной для нас траектории и в удобное время.

Еще хуже дело обстоит с так называемыми галактическими кометами, которые не принадлежат ни к одной звездной системе. Расчеты показывают, что при многократном пересечении орбит таких комет Солнечной системой последняя работает гравитационной линзой, раз за разом концентрируя их поток. Скорость галактических комет огромна — 200 км/с, поэтому заметить такой объект современными приборами практически невозможно. Также невозможно предпринять какие-то действия по отклонению объекта от ударной траектории — маневрировать на таких скоростях наши ракеты не умеют, да и разогнаться до них тоже. В лучшем случае в подобную комету удастся попасть несколькими ядерными зарядами и попытаться ее раздробить на границе атмосферы. Впрочем, многие астрономы отвергают идеи и существования галактических комет, и частых встреч Земли с ними.

Статистика падений комет на поверхность Земли так же темна, как и их происхождение. Наиболее «катастрофическим» представляется мнение, что интенсивность кометной бомбардировки периодически меняется и в максимуме частота падений составляет одна комета в две тысячи лет. Видимо, мы живем в спокойное время, поскольку последнее гипотетическое падение кометы, вокруг которого идут ожесточенные споры, если и случилось, то 12 тысяч лет назад, вызвав оледенение позднего дриаса (см. «Химия и жизнь», 2010, № 11). Однако можно встать на точку зрения, согласно которой по крайней мере некоторые из многократных оледенений последнего миллиона лет были вызваны кометными бомбардировками. Тогда датой последнего события окажется 1311 год — начало Малого ледникового периода. С этой позиции кометные бомбардировки невозможно считать экзотическими событиями, не имеющими для нас практического значения.

С развитием научных представлений об астероидно-кометной опасности доказательство или опровержение гипотезы о комете позднего дриаса становится насущной задачей, так же, как и выявление свидетельств о падении комет в современ-

ную нам эпоху голоцена. Необходимо углубиться, насколько удастся, в предшествовавший ему плейстоцен, чтобы найти ответ на вопрос о частоте таких событий. Для этого нужно тщательно изучить распределение ударных частиц по высоте кернов льдов из Антарктиды (для событий Южного полушария) и Гренландии (для событий Северного полушария), как это сделали для доказательства кометы позднего дриаса.

Поскольку ядро кометы, состоящее из смеси камней и воды с добавками углеводородов, непрочное, оно с немалой вероятностью распадается в атмосфере и выпадает каменно-ледяным дождем. Это не значит, что такое событие не способно наделать бед на поверхности планеты. Даже просто от теплового взрыва быстролетящего километрового объекта получится мощная взрывная волна, однако может случиться и химический взрыв с участием разогретой воды и органики, содержащихся в теле кометы. При каком размере и скорости непрочная комета долетает до поверхности планеты и создает ударный кратер — пока что предмет дискуссий. Не исключено, что подробности этого процесса удастся увидеть в октябре 2014 года, если упомянутая комета не разминется с Марсом. Уровень подготовки к наблюдению такого события позволит публике проверить, способны ли специалисты и финансирующие органы организовать взаимодействие даже в таком простом случае. А заодно их способность принимать какие-либо экстренные меры при внезапном появлении опасного объекта такого класса.

## Камни большие

Источников камней, которые падают на Землю, несколько. Наиболее значимый из них — астероиды группы Аполлона. Их орбиты простираются от Юпитера до Венеры, хотя одни долетают до Солнца, а другие отлетают к Нептуну. Пересекая орбиты всех трех каменных планет, аполлоны время от времени в них попадают. Чебаркульский метеорит был как раз из этой группы. Следующая, гораздо меньшая группа — атоны; они пересекают орбиту Земли изнутри, то есть большую часть времени проводят между Землей и Солнцем. Две другие группы астероидов, амуры, расположенные снаружи орбиты Земли, и атиры, двигающиеся внутри нее, представляют меньшую опасность — чтобы возникла угроза столкновения, нужно дестабилизировать их орбиты.

Основной резервуар астероидов — Главный пояс между Марсом и Юпитером. Одно время была популярна точка зрения, что это обломки планеты Фаетон, разрушенной либо столкновением с каким-то телом, либо вследствие приливных сил, вызванных Юпитером. Однако недавно созданные компьютерные модели образования планетных систем показали, что пояса астероидов могут образовываться и сами по себе, представляя остатки материала, не использованного при формировании планет (см. «Химию и жизнь», 2012, № 5). Из-за многочисленности объектов столкновения в Главном поясе случаются чаще, после чего астероид может оказаться в группе аполлонов и стать опасным для Земли.

Второй источник камней — материал, выбитый при столкновении с Марсом или Луной. Третий источник — фрагменты комет, через орбиты которых проходит Земля. На своем пути кометы, будучи непрочными телами, оставляют шлейф мелких частиц, выпадающий на Землю дождями метеоров. Иногда такие дожди могут сопровождаться многотонными «градинами».

Камни, падающие с небес, принципиально можно разделить на два типа: большие и маленькие. Что есть критерий? По большому счету — легкость их обнаружения существующими телескопами: нынешние программы поиска опасных объектов ориентируются на объекты с минимальной светимостью в 22-ю звездную величину. Это примерно соответствует диаметру в 140 метров, хотя светимость сильно зависит от

материала, слагающего объект. До челябинского события такой выбор объясняли тем, что меньшие объекты сгорают в атмосфере нашей планеты и опасности для обитателей ее поверхности не представляют. Событие 15 февраля 2013 года поставило крест на этой точке зрения: атмосферного взрыва для катастрофы в густонаселенном месте оказалось вполне достаточно. Видимо, теперь придется передвинуть нижнюю планку опасности до диаметра 20 метров. Такие объекты уже никак нельзя назвать крупными.

Впрочем, можно считать большими объекты диаметром более километра, падение которых может привести к глобальной катастрофе. Как свидетельствует статистика открытия опасных объектов этого класса (ее ведет соответствующая группа НАСА, <http://neo.jpl.nasa.gov/stats>), задача, поставленная в 1998 году, выполнена. Пик находок пришелся на 2000 год — более 90 штук, потом это число стало уменьшаться и с 2008 года вышло на плато: примерно 10 новых объектов в год. Общее число километровых астероидов, сближающихся с Землей, сейчас составляет 861, из них потенциальную опасность представляют 154. Впрочем, ни с одним из них столкновение нам не грозит.

Километровый астероид — очень удобный объект. Его относительно легко наблюдать, к нему можно организовать экспедицию и даже посадить спускаемый аппарат (как это было сделано с астероидом Эросом), а потом забрать материал и вернуться на Землю (астероид Итокава). А значит, технически возможно доставить на него ядерный заряд, правильно его установить и разнести опасный объект на куски либо попытаться изменить его траекторию. Главное — располагать достаточным запасом времени для изготовления оборудования и для полета: считается, что взрывать надо на противоположной от Земли стороне орбиты астероида, а она может находиться далеко за Марсом, то есть лететь до нее несколько лет. С большой вероятностью все это мероприятие будет носить чисто тренировочный характер, потому что, как полагают некоторые астрономы, опасность от таких объектов нам грозить не может в принципе. Причина такова: все, что могло упасть, уже упало, а оставшаяся популяция тел Солнечной системы пришла в равновесие. Нарушать такое равновесие могут или некие сторонние силы, например изменение гравитационного поля вследствие пересечения Солнечной системой галактического экватора (что она делает с периодичностью 30—35 млн. лет), или столкновения между малыми телами пояса астероидов. Первые силы действуют на слишком больших масштабах времени, чтобы представлять реальную угрозу, что касается вторых, то от подобных столкновений страдают, как правило, мелкие тела, а чем астероид больше, тем стабильнее его орбита. Разве что какая-нибудь комета может столкнуться с астероидом с орбиты, но, чтобы это случилось, да еще в направлении Земли, требуется уникальное стечение обстоятельств. Близкое же прохождение рядом с массивной планетой, скорее всего, не подействует, поскольку в жизни способного на такие сближения астероида это случалось не раз, и если бы он мог, то давно бы с кем-нибудь столкнулся.

В пользу практически полной безопасности километровых астероидов свидетельствует и тот факт, что последний раз такой астероид на территории России падал очень давно — 36 млн. лет тому назад, образовав Попигайский кратер в Якутии (стокилометровый диаметр кратера соответствует диаметру астероида около 5 км). Самый свежий — Эльгыгтынский кратер на Колыме возрастом 3,5 млн. лет и диаметром 18 километров — до следа километрового объекта немного не дотянул, а вообще, вероятность столкновения с километровым объектом оценена в один раз на 600 тысяч лет. Меньшие астероиды падают чаще. Самый большой из кратеров возрастом менее тысячи лет — Амгид, диаметр 450 м — находится в Алжире. Падение объекта, который создал его, человечество успешно пережило.



## Камни малые

Мелкие небесные камни диаметром в десятки и сотни метров — вот что действительно опасно, потому что они падают не когда-то, а здесь и сейчас. Их орбиты значительно меняются при столкновениях небесных тел. Более того, наблюдения в рамках программы поиска опасных космических объектов уже создали новую картину мира, в соответствии с которой Земля не летит в условно пустом пространстве, а продирается через плотный поток мелких космических объектов. Простейший поиск по новостям показал, что за год совсем рядом с Землей (за критерий близости возьмем радиус орбиты Луны — 384 тысячи км) пролетело по меньшей мере десять объектов размером от 3 до 50 метров. Самый крупным, пролетевшим недавно мимо Земли, был 2005YU55 диаметром 70—220 м: 9 ноября 2011 года он прошел на расстоянии 325 тысяч км. Предыдущим, видимо, был полукилометровый 4581 Асклеий (1989FC), разминувшийся в марте 1989 года с Землей на шесть часов, заметили же его спустя восемь дней — программа поиска опасных объектов еще не работала. Вообще, о дате, когда тот или иной объект был замечен астрономом, свидетельствует цифровой индекс в названии. Как видно, пролетающие мимо объекты размером менее 100 метров открывают в лучшем случае за несколько месяцев до пролета (2012DA14 — за год, отчего за ним так и следили), а порой — за несколько дней. Или, подобно чебаркульскому метеориту, они становятся видимыми за минуты до взрыва в атмосфере.

Можно попытаться построить статистику падений астероидов. Так, есть оценка, что на квадратный километр поверхности Земли падает один метеорит в миллион лет. При площади поверхности в 504 млн. км<sup>2</sup> получается, что для этого ежегодно на планету должно падать 504 метеорита, но это явно много, если речь идет об объектах, способных достичь поверхности планеты. Другую оценку можно получить из расчета плотности потока. Так, если взять соотношение площадей кругов с радиусами Земли и орбиты Луны, то



РАССЛЕДОВАНИЕ

окажется, что вероятность попадания в Землю астероида, чей путь пролегает внутри лунной орбиты, равна  $2,7 \cdot 10^{-4}$ , то есть три объекта из десяти тысяч. Даже если взять зафиксированный СМИ в 2012—2013 годах явно неполный поток из десяти опасных объектов, то окажется, что в планету должно попадать чуть менее трех таких тел за тысячу лет. Однако в XX веке упало или взорвалось в атмосфере около 10 крупных объектов, то есть гораздо больше, чем три события за тысячелетие. Отсюда мораль: пока что астрономы наблюдают лишь малую долю объектов диаметром менее ста метров, пролетающих между Луной и Землей. О том же свидетельствует и статистика наблюдений. Число сближающихся с Землей объектов диаметром от 300 до 1000 метров в три с лишним раза превосходит число километровых объектов. Так и должно быть — чем меньше размер, тем больше объектов. Однако объектов размером от ста до трехсот метров меньше, не достигающих ста метров — еще меньше. Очевидно, что мелкие объекты современные приборы видят очень плохо. Это и неудивительно: они маленькие, светятся слабо. А летят чрезвычайно быстро: тот же чебаркульский метеорит за сутки покрывал расстояние в полтора-два миллиона километров! Его скорость была в два раза больше второй космической — той, которую космический корабль, запущенный с Земли, должен развить при помощи разгонных блоков для выхода на межпланетную орбиту (11,2 км/с). Без качественного

### Астероидная хроника с марта 2012 по март 2013 года

26 марта 2012 года астероиды 2012FP25 и 2012FS35 размерами около 10 и 3 метров прошли на расстоянии 154 и 58 тысяч км от центра Земли соответственно. Специалисты НАСА сразу же сказали, что групповой проход — явление крайне редкое. Действительно, 1 апреля на расстоянии 230 тысяч км пролетел один астероид 2012EG5 диаметром 46 м; зато 28 и 29 мая с разницей в 15 часов пролетели астероиды 2012KP24 и 2012KT42, диаметром 11—36 и 3—10 м на расстоянии 57 и 20 тысяч км соответственно. Следующая серия случилась в октябре: 7 октября 2012TV диаметром 24—55 м прошел на расстоянии 254 тысячи км от Земли, а 12 октября — 2012TC4 диаметром 9—28 м на расстоянии 88 тысяч км. И как бы в насмешку над утверждением о редкости множественных проходов, 15 февраля 2013 года 2012DA14 диаметром 45 м благополучно миновал Землю на расстоянии 28 тысяч км, чебаркульский метеорит диаметром 17 метров в нее попал, был еще некий метеор, взорвавшийся над Кубой, сообщили также о взрывах над США, Японией и в других местах. Март принес еще одну серию: 4 марта 2013EC диаметром 5—17 метров прошел на расстоянии 362 тысячи км, 9 марта 2013EC20 диаметром 3—12 м на расстоянии 135 тысяч км. 23 марта многие наблюдали загадочный болид над Восточным побережьем США, астрономы подробностей об этом объекте не сообщили (см. [http://ria.ru/tv\\_science/20130323/928662346.html](http://ria.ru/tv_science/20130323/928662346.html)). Всего же за год число потенциально опасных объектов в базе данных НАСА (более 140 метров диаметром, пролетающих на расстоянии в 22 радиуса орбиты Луны) увеличилось на 90 штук и достигло 1382.

### Хроника XX века

1908 год. Тунгусский метеорит — самое сильное зафиксированное событие, с мощностью взрыва от 10 до 100 Мт, предположительно от объекта диаметром 60 м.

1922 год. Метеоритный дождь в районе Царева (Волгоградская область). Собрано полторы тонны обломков, а самый большой фрагмент весил 234 кг и долго оставался третьим по величине каменным метеоритом из найденных на Земле.

1930 год. Амазонский метеорит мощностью в 1 Мт.

1947 год. Сихотэ-Алинский метеоритный дождь от железного объекта диаметром в 2,5 м, самый большой обломок весил 1745 кг.

1972 год. Над США и Канадой пролетел объект диаметром 80 м, к счастью по касательной сквозь атмосферу, и улетел прочь. Его назвали Большой дневной огненный шар.

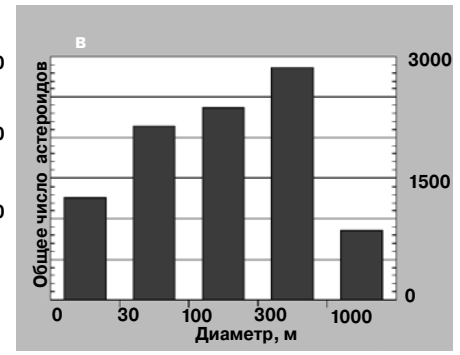
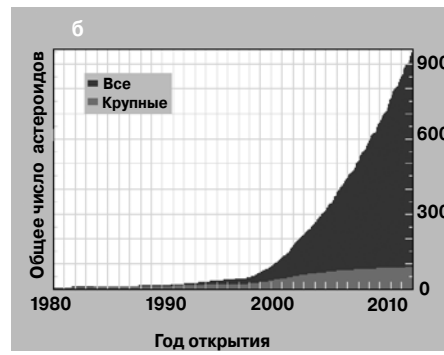
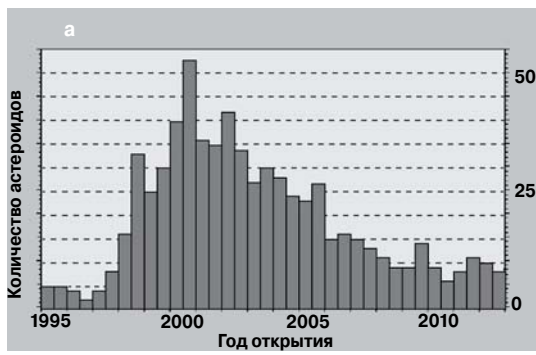
1990 год. Железный метеорит упал под Стерлитамаком, от него остались кусок весом в 315 кг и воронка 10 м диаметром

1991 год. В районе Сасова (Рязанская область) упал метеорит, образовал воронку в 28 метров, выбил в райцентре двери, повредил стены, а стекла перебил в радиусе нескольких километров — силу взрыва оценили в 25—200 кт.

1998 год. Под туркменским городом Куныя-Ургенч упал каменный метеорит, его остаток весил 820 кг.

2000 год. Метеорит диаметром 4—15 метров взорвался в небе на севере Канады с мощностью 2—3 кт (окна не разбились, но задребезжали).

Не исключено, что в Южном полушарии случалось столько же событий, но ввиду малой площади суши, небольшой плотности населения и недостатка средств наблюдения большинство из них остались незамеченными.



*Так меняются наши знания об опасных космических объектах: а — находки сближающихся с Землей астероидов размером в километр и более, б — число известных малых астероидов растет гораздо быстрее, чем больших, в — распределение известных сближающихся объектов по размерам показывает, как много мы еще не знаем*

улучшения средств наблюдений такие объекты отслеживать невозможно, а для прицельного их уничтожения требуются совсем иные скорости и принятия решений, и обработки данных, чем при отражении ракетного нападения.

Возможные методы противодействия — или дробление мощным зарядом, или создание на его пути облака из мелких каменных, стальных или ледяных (чтобы не загрязнять пространство) шариков: при столкновении с ним объект испытает сильные нагрузки и раздробится, еще не войдя в плотные слои атмосферы. Такая гипотетическая технология несколько облегчает задачу наведения, однако практических шагов к ее отработке пока что не сделано.

## Гайки, крышки и молотки

Четвертый тип опасных космических объектов может показаться совсем нестрашным, ведь размер большинства из них исчисляется сантиметрами. Однако они угрожают цивилизации, точнее, всем технологиям, связанным с использованием искусственных спутников Земли и вообще освоению космического пространства. Такие объекты стараниями самого человека уже создали два довольно плотных кольца вокруг Земли — в районе геостационарной орбиты (36 тысяч км), где расположены спутники навигации, телекоммуникации и многие другие, а также низкой околоземной орбиты, менее 2 тыс. км, занятой космическими станциями, спутниками связи и спутниками наблюдения за Землей. Космические аппараты, отработавшие ступени ракет, разгонные блоки, случайно оброненный космонавтами мусор и обломки, получающиеся в результате столкновений, — все это создает реальную угрозу потери орбит, а в будущем и самой возможности выхода человека в космос.

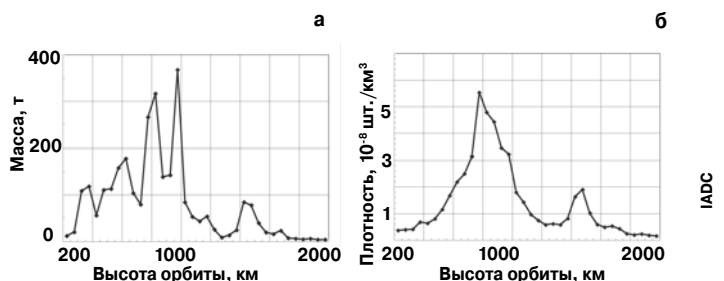
Проблема, как теоретическая, возникла с самых первых шагов человека в космосе, а уже в 1978 году сотрудники Джонсоновского центра НАСА Дональд Кесслер и Бартон Кур-Палас высказали предположение, что по мере развития космонавтики объем космического мусора будет возрастать с ускорением, поскольку обломки множатся, ломаясь при столкновениях. Этот эффект назвали синдромом Кесслера, и, как следует из наблюдений, процесс размножения начался после 1996 года, когда случилось первое крупное столкновение французского спутника с отработавшей ступенью ракеты «Ариан».

В конце XX века астрономы стали требовать от политиков принятия конкретных мер по предотвращению загрязнения космического пространства. Это обращение было услышано, хоть и не быстро: в 2007 году Генеральная Ассамблея ООН одобрила ни к чему не обязывающие «Руководящие принципы Комитета по использованию космического пространства в мирных целях по предупреждению образования космического мусора». Принципы вполне очевидные: проектировать космические корабли надо так, чтобы от них

процессе полета ничего не отлетало (а на заре космонавтики конструкторы любили отстреливать в космос всевозможные крышки от датчиков и прочие мелкие детали), а в отработавших ступенях ракет не должно оставаться взрывоопасное топливо. Надо сводить к минимуму возможности аварий. Надо переводить космические объекты после использования на низкие орбиты, с тем чтобы они в конце концов сгорали в атмосфере, желательно полностью. Надо запускать аппараты так, чтобы они ни с чем не сталкивались, а уничтожать при необходимости — на низкой орбите, чтобы обломки опять-таки сгорели к атмосфере. Если же речь идет о геостационарной орбите, то надо уводить спутники оттуда на высокие орбиты без возможности возврата назад.

Некоторые страны даже стали пользоваться этими принципами. Так, американцы в 2008 году разрушили свой шпионский спутник на низкой орбите в надежде, что обломки сгорят. Однако в целом все эти меры не помогают. По оценкам специалистов, сейчас только на низких околоземных орбитах находится более 10 тысяч тонн искусственных объектов, причем число объектов крупнее сантиметра превышает 600 тысяч. Из них под наблюдением оказалось лишь 5%. Фоновая плотность составляет 5 штук на куб со стороной в тысячу километров, однако на отдельных орбитах имеются всплески до 55 штук.

Дальнейшие перспективы обрисовал опубликованный в январе 2013 года доклад Межагентского координационного комитета по космическому мусору (это межправительственная организация, созданная двенадцатью ведущими космическими агентствами планеты). В докладе обсуждаются результаты моделирования эволюции космического мусора в ближайшие 200 лет. При самых щадящих окружающей среде условиях (никаких аварий, все, что может сгореть, сгорает через четверть века, число запусков такое же, как сейчас) популяция космического мусора вырастет в среднем на треть. Частота катастрофических столкновений, приводящих к разрушению космического объекта, составит один раз в пять—девять лет. Чаще всего катастрофы будут случаться на высотах 700—800 км, 900—1000 и 1400 км, где наблюдается повышенное число обломков: 55, 35 и 20 штук на кубический метр соответственно. На первых двух этих высотах, в частности, находится множество обломков, получившихся при двух крупных инцидентах. Первым был эксперимент, проведенный китайцами в январе 2007 года: запущенной с Земли ракетой они сбили свой отработавший спутник «Fengyun-1C».



*Космический мусор размер более 10 см на низких околоземных орбитах в мае 2009 года: а — распределение масс, б — плотность распределения по пространству*

Неофициальной целью была демонстрация возможностей, в первую очередь для американцев, по уничтожению элементов ПРО космического базирования, результатом же стало увеличение объема космического мусора на 22%. Второй инцидент от злой воли людей не зависел: в феврале 2009 года столкнулись старый советский «Космос-2251» и спутник американской системы связи «Iridium-33». Это было первое и пока единственное столкновение спутников на большой скорости, которое привело к образованию большого числа обломков.

Из доклада становится ясно, что время перехода от слов к делу настало уже давно. Какие могут быть дела? Во-первых, составление полного каталога обломков размером более 1 см, а для геостационарной орбиты — 3 см; глядя в такой каталог, можно маневрировать спутниками, чтобы избежать столкновений. Во-вторых, уборка мусора в соответствии с принципом «чисто там, где убирают», раз уж не получается жить по принципу «чисто там, где не сорят».

Нельзя сказать, что ситуация тут хороша. Если в первом направлении астрономы проявляют активность, то заниматься уборкой никто особо не хочет. Более того, есть мнение, что если включить проблему утилизации космического мусора в себестоимость космических технологий, то финансовое бремя окажется неподъемным. Поэтому надо идти путем международной кооперации и координации, принятия соответствующих законодательных актов и подписания международных договоров. Что касается конкретных мер, которые следует принимать сегодня, то, например, глава Роскосмоса В.А.Поповкин прямо сказал на круглом столе в Совете Федерации РФ 12 марта 2013 года: уклонение от частиц космического мусора сильно снижает ресурс работы космического аппарата, поэтому в будущем, видимо, от таких маневров придется отказаться, сохранив их только для пилотируемых полетов.

Какие-то шаги к созданию орбитального мусорщика пока что делают американцы и швейцарцы. Последние планируют не только собирать отработавшие свое крупные объекты, но и создавать из них новые космические конструкции. Как бороться с мелким разнородным мусором, никто себе ясно не представляет — таких объектов очень много, летают они с огромными скоростями, и создание системы их сбора требует от инженеров немалой выдумки, а от финансовых органов — немало средств, выделять которые готовы не все страны. Например, в Федеральной космической программе России на 2006—2015 годы и в Государственной программе «Космическая деятельность России на 2013—2020 годы» словосочетание «космический мусор» не встречается ни разу. Впрочем, как и «астероидно-кометная опасность». Единственное запланированное мероприятие, хоть в какой-то степени относящееся к этой проблеме, — экспедиция к одному из потенциально опасных объектов в 2020 году.

И тут мы переходим к интересному аспекту, связанному с политикой, который и заставляет отечественных государственных деятелей вслушаться в голоса ученых.

## Бомбы в космосе

Дело в том, что и проблема астероидно-кометной опасности, и проблема космического мусора в конечном счете упираются в оборону, ведь все предлагаемые для борьбы с этими угрозами технологии имеют двойное назначение. Например, аппарат для сбора космического мусора может свести с орбиты (а то и доставить на Землю или орбитальную космическую станцию) какой-нибудь спутник-шпион либо космический элемент системы ПРО, обеспечив хозяевам доступ к секретной информации. Мощный лазер, размещенный в космосе для испарения мелких частиц мусора и воздействия на опасные объекты, нетрудно перенаправить на



## РАССЛЕДОВАНИЕ

наземный объект. Пуск ракеты для отражения удара внезапно прилетевшего мелкого астероида может быть воспринят как угроза ракетного нападения. О перспективах размещения в космическом пространстве ядерных зарядов и говорить нечего — это сейчас запрещено «Договором о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела», принятому Генеральной Ассамблеей ООН в 1966 году. Однако именно такой шаг может потребоваться для разрушения опасного космического объекта, поскольку доставка заряда с околоземной орбиты или с Луны на быстролетящее тело требует гораздо меньше энергии, чем при старте с Земли. Размещение на Луне национальной базы для наблюдения за космосом и околоземным пространством (с той же целью экономии энергии на средства доставки) тоже вряд ли обрадует другие государства.

Однако работы в этом направлении идут и — хотя бы в силу действия закона Паркинсона, «Объем работы растет прямо пропорционально выделенному финансированию», а также следствия из принципа Питера, «Труднее занять место (получить финансирование), чем его потерять», — неизбежно приведут к принятию каких-то решений, направленных на расширение работ. А затем в самом деле начнутся и сбор космического мусора, и регламентация запусков новых космических аппаратов, и подготовка к отражению космической угрозы. Более того, Комитет ООН по мирному использованию космоса, который как раз и отвечает за подготовку новых договоров в этой области, ведет активную работу. Страна, обладающая космической техникой, но не предпринимающая ни научных, ни организационных усилий по борьбе с космическим мусором и астероидно-кометной опасностью, лишается права голоса при обсуждении этого документа. Характерный пример: упомянутый доклад Межагентского координационного комитета по космическому мусору составлен без участия Роскосмоса, хотя модели поведения космического мусора у отечественных ученых имеются.

Не имея современных телескопов для наблюдения за астероидами и прочими мелкими космическими телами, сближающимися с Землей, не планируя создания таких телескопов, не занимаясь натурными экспериментами по сбору космического мусора, по доставке средств противодействия к опасным объектам, по изучению механических характеристик этих тел, мы вряд ли можем рассчитывать на уважительный диалог с коллегами, потратившими на такое занятие не один десяток лет. Не исключено, что эта конкретная угроза земного происхождения сдвинет с мертвой точки дело и заставит серьезно отнестись к угрозе космической, которую столь зловеще осветила звезда, упавшая в Чебаркуль.



**Вторая жизнь картона**

*Из переработанной макулатуры можно сделать разные нетканые материалы.*

Агентство «AlphaGalileo», 13 марта 2013 года  
[http://www.vtt.fi/news/2013/13032013\\_kuitukankaat.jsp?lang=en](http://www.vtt.fi/news/2013/13032013_kuitukankaat.jsp?lang=en)

За год в странах Евросоюза образуется 60 млн. тонн бумажного мусора, причем на картон приходится 24 млн. тонн. А в планах по борьбе со свалкой стоит задача перерабатывать не менее 70% макулатуры. Это не так-то легко сделать, потому что переработанная бумага часто оказывается дороже той, что получается из дерева. Приходится искать новые, экономически выгодные методы ее использования. Взгляд ученых из Технического исследовательского центра Финляндии обратился на полимерные нетканые салфетки, и они увидели, что таких салфеток только в одном Хельсинки на свалку отправляется 10 тыс. тонн в год. Вред от них двоякий — использование невозобновляемых ископаемых углеводородов и неспособность разлагаться в окружающей среде. Такие салфетки решено было делать из переработанного картона.



Для этого придумали технологический процесс, позволяющий разделить размоченный картон на чистую целлюлозу и лигнин, причем гораздо чище и безопаснее для окружающей среды, чем обычно. А затем целлюлозу вспучивали и получали прочную биоразлагаемую пену. Такой материал стоит на 20% дешевле, чем изготовленный из дерева. Финские исследователи надеются, что им удастся заменить не только полимерные нетканые салфетки, но и многие другие подобные изделия из тех 1,9 млн. тонн нетканых материалов, которые ежегодно используют в Евросоюзе.

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

**С токсином вкуснее**

*На полях с трансгенным хлопком растительных насекомых становится больше.*

Агентство «AlphaGalileo», 15 января 2013 года

Хлопок, в который встроен ген, вырабатывающий Bt-токсин, ныне занимает 80% посевов, причем всего десять лет тому назад эта площадь не превышала 12%. Токсин исправно выполняет свою роль — убивает покусившихся на растение гусениц. В результате на таких полях сократилось использование пестицидов, а разнообразие насекомых соответственно выросло. Однако не только в пестицидах дело.

Как показали швейцарские биологи во главе с Йоргом Ромеисом с агростанции Рекенхольц-Таникон, которые исследовали китайские хлопковые поля, у трансгенного хлопка меняется весь механизм защиты. Раньше было так: гусеница начинала жевать листик, растение в ответ вырабатывало отпугивающие вещества — терпеноиды. Как следствие, аппетит портился не только у основного врага, но и у всех остальных насекомых. Теперь гусеницы погибают быстро, и терпеноиды не успевают появиться. Растение оказывается беззащитным перед теми членистоногими, на которых Bt-токсин не действует. Как оказалось, пока что больше всего от этого выиграли тли, которые, к счастью, наносят хлопку гораздо меньше вреда, чем гусеницы. Однако этот же эффект может сработать и для других членистоногих, а для каких — исследователи пытаются выяснить.

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

**Окаменевшая органика**

*В останках древних морских лилий нашли органические соединения.*

«Geology», 2013, doi: 10.1130/G33792.1

В горных породах встречаются фрагменты органических веществ, но до сих пор палеонтологам не удавалось извлечь из окаменелостей целую и невредимую органическую молекулу. Удача, благодаря зоркому глазу, выпала аспирантке Огайоского университета Кристине О'Малли, которая изучала иглокожих каменноугольного периода. В частности, предка современных морских лилий — эдакий морской цветок в виде ножки с шапкой развешивающихся щупалец. Окаменелости этих животных — не редкость, они прекрасно сохраняются благодаря кальцитовому скелету. Однако целое столетие никто не обращал особого внимания на их цвет. А он у каждого экземпляра свой — от снежно-белого до темно-серого. О'Малли задалась вопросом, не вызвано ли различие в окраске сохранившимися пигментами древних животных. Она провела необходимые химические манипуляции, чтобы полностью растворить образцы, затем пропустила их через спектрометр и на выходе получила ароматические углеводороды — хинины. Они действительно могут быть пигментами. Другая их возможная роль — химическое оружие против желающих полакомиться неподвижным существом. Как оказалось, это не уникальная находка, хинины содержатся в окаменелых останках многих иглокожих.

Хинины, конечно, не ДНК, их строение гораздо проще. К тому же иглокожие — специфические существа, в их скелетах из кальцитовых кристаллов много пор, где органика могла оказаться закупоренной и уберечься от разложения. Однако сам факт сохранения органического вещества в неизменности на протяжении трехсот миллионов лет обнадеживает тех, кто мечтает найти ископаемую наследственную информацию.

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

**Окраска астероидов**

*Белое пятно на одном боку астероида позволит изменить его орбиту*

Агентство «NewsWise», 21 февраля 2013 года

По мере приближения пятницы 13 апреля 2029 года, когда астероид Апофис (или Апоп, если следовать русской традиции в названии древнеегипетских персонажей) пролетит на расстоянии меньше радиуса геостационарной орбиты, ученые предлагают все новые способы воздействия на него с тем, чтобы во время следующего визита в 2036 году он бы в Землю не попал. Самый деликатный — изменение траектории за счет импульса света. При всей малости эффекта, когда речь заходит о космических расстояниях и размерах, он может сработать. Рассуждения исследователей основаны на эффекте, открытом в 1902 году русским инженером-любителем И. О. Ярковским: фотон, отразившись от поверхности, сообщает ей реактивный импульс. И если одна часть какого-то тела окрашена отражающим белым цветом, а другая поглощающим черным, то под действием потока фотонов это тело приобретет импульс, толкающий его с белой стороны. «Расчет показывает: если окрасить одну сторону Апофиса в белый цвет, то его орбита под действием солнечного света может измениться достаточно сильно, чтобы гарантировать пролет мимо Земли», — считает профессор Дейв Хиланд их Техасского университета. Обсуждая способ окрашивания, он указывает, что поверхность астероида приобретает электрический заряд из-за действия солнечного ветра. Если, как при порошковой окраске, распылить частицы краски с противоположным зарядом, они осядут на поверхности астероида. Затем ультрафиолет и тепло Солнца сделают свое дело, соединив частицы порошка в тонкое монолитное покрытие.

Говорят, что НАСА заинтересовалось предложением профессора Хиланда, тем более что он и сам давно работает с агентством, и его бывший ученик Гэ Шень недавно основал компанию, занимающуюся космонавтикой. Для опробования технологии нужно провести натуральный эксперимент на каком-нибудь малом космическом теле, из тех, что во множестве пролетают мимо нашей планеты. В случае успеха мы получим реальную технологию манипулирования астероидами, а тогда и фантастические идеи об использовании этого кладезя полезных ископаемых станут осуществимыми, и отправка кораблей к астероидам обретет практическую значимость.

## История фолклендского волка

Единственный вид млекопитающих Фолклендских островов, не завезенный человеком, пришел туда по льду

«Nature Communications», 2003, 4, статью 1552, doi10.1038/ncomms2570

До появления человека на Фолклендских островах жило единственное наземное млекопитающее — волк *Dusicyon australis* (см. рис.). Питался он, видимо, пингвинами и тюленями. Человек привез с собой других млекопитающих, волк такого соседства не выдержал и вымер. Биологов же мучает вопрос: как он оказался на этом клочке суши, отделенном от материка полутысячей километров водной глади. И если он сюда как-то добрался, то почему один, без крыс, мышей, зайцев и прочей живности? Ответа на этот вопрос не было, поскольку данные генетики свидетельствовали, что пришел он сюда очень давно, 330 тыс. лет назад. За это время на Земле не раз наступал ледниковый период, и естественная догадка — волк перешел сюда по льду — порождала новый вопрос: отчего же никто за ним по этому льду за долгие тысячелетия не последовал? Оказывается, все было не так.

Недавнее исследование, выполненное генетиками из Аделаидского университета во главе с профессором Аланом Купером, показало, что волка сравнивали не с тем родственником, а именно с ныне существующим в Южной Америке гривастым волком *Chrysocyon brachyurus* (см. фото). Если же взять некогда обитавшую на территории Аргентины и Чили лисице-подобную *Dusicyon avus*, то окажется, что волк пришел на острова лишь в конце последнего оледенения, 16 тыс. лет назад. Согласно геологической реконструкции, тогда, из-за понижения уровня моря, между материком и островами действительно был пролив шириной лишь в 20 км. По иногда возникавшему ледяному мосту волк мог добраться до островов, а маленьким зверькам вроде крыс преодолеть столь большое расстояние оказалось не по силам.



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

### Глобальное похолотение

Экстремальная погода есть следствие растаявшего льда в Арктике.

«Oceanography», 2013, 26(1), 8–9; <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2013.11>

Метеорологи говорят: если бы знать, отчего формируются запирающие антициклоны, которые препятствуют перетоку воздушных масс с запада на восток над средними широтами, у нас бы не было проблем с предсказанием погоды. Американские исследователи во главе с профессором Чарльзом Гринном из Корнелловского университета считают, что запирающие циклоны стали появляться все чаще из-за того, что увеличилась скорость потоков воздуха и соответственно усилилась их турбулентность. Причиной же служит глобальное потепление, расплывшее арктические льды, что и привело к буйству атмосферы. Турбулентность приводит к тому, что на пути восточного потока встает преграда и холодный арктический воздух пробивается все дальше на юг, увеличивая число случаев экстремальной погоды. В частности, запирающий антициклон, сформировавшийся над Гренландией в октябре 2012 года, помешал урагану Сэнди следовать своим путем на северо-восток Атлантики, и тот свернул на северо-запад, затопив Нью-Йорк. Получается, что подобные ураганы с необычной траекторией — уже не каприз природы, а закономерность.

Про экстремально холодный европейский март 2013 года исследователи ничего сказать не могли, поскольку статья вышла раньше, но, возможно, и здесь без запирающего антициклона, сформированного глобальным потеплением, не обошлось.

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

### Рыжие против черных

Рост минимальной температуры облегчает жизнь теплолюбивым захватчикам.

Агентство «NewsWise», 6 марта 2013 года

Черные муравьи *Aphaenogaster picea* выдерживают охлаждение до  $-0,5^{\circ}\text{C}$ . Рыжие муравьи *Aphaenogaster rudis* на такие подвиги не способны — они теряют подвижность уже при  $+2^{\circ}\text{C}$ . Поэтому в тех местах, где минимальная температура ниже нуля, безраздельно царствуют черные муравьи. Увы, температурная граница оказалась весьма подвижной: по мере развития глобального потепления область холода сужается и соответственно расширяется ареал теплолюбивых муравьев. Холодостойкие же вынуждены под их натиском отступать все дальше на север или к вершинам гор. К такому выводу пришли энтомологи из университета штата Нью-Йорк во главе с профессором Робертом Уорреном. Они считали муравьев, встречающихся на разных высотах в Аппалачах.

Оказалось, что экспансия рыжих стремительна. Так, в 1974 году их было 60% на высоте 500 м, 20% — на 700 м, а на 900 не было вообще. Теперь же черные покинули предгорья — на 500 м их осталось 10%, на 700 — 40% и на 900 они тоже утратили монополию, допустив 20% пришельцев.

Печальная судьба черных муравьев может привести к серьезным проблемам для растений. Дело в том, что эти муравьи распространяют семена многих из них. Поскольку рыжие выходят из спячки при более высоких температурах, те растения, что цветут слишком рано, лишившись трудолюбивых помощников, также сдадут свою территорию спутникам пришельцев.

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

### Зачем утке охотник

Снижения числа охотников бьет по бюджету заповедников.

Wildlife Society Bulletin, Wiley, 2013, DOI: 10.1002/wsb.245

О том, сколь сложные бывают обратные связи в современном обществе, свидетельствует статистика утиной охоты в США. Переток населения в города, изменение традиций, пропаганда зоозащитников приводят к тому, что охотников становится все меньше. В результате поголовье уток растет. Казалось бы, надо радоваться, но реалистично настроенные защитники природы бьют тревогу. Дело в том, что 98% сбора за охотничью лицензию идет на охрану мест обитания тех же уток. «За последние пятнадцать лет сложилась уникальная ситуация. Число уток девять раз превышало рекордный уровень в сорок миллионов птиц. Благоприятнейшие вроде бы условия для охоты — но нет, в то время как в 1974 году было продано 2,1 млн. лицензий, в период 2004—2008 годы их число упало до 1,3 млн.», — говорит Марк Вртиска из Комиссии парков Небраски. Всего потери за пятнадцать лет составили в среднем 600 тыс. лицензий ежегодно, а в переводе на деньги — 9 млрд. долларов. На них можно было содержать 42,5 тыс. га болот. По некоторым оценкам, в ближайшее время ущерб финансовой системе американских заповедников увеличится еще на 14,5 млн. ежегодно. «А ведь из-за роста числа уток надо увеличивать финансирование мероприятий по защите их мест обитания», — сетует доктор Вртиска.

# Моментальный снимок белкового синтеза

Е. Клещенко

«Найден ген аутизма», «ученые обнаружили ген, из-за которого женщины разговорчивее мужчин», «доказано существование гена бессмертия»... У менее сенсационных генетических открытий мало шансов попасть в новости: то, что ученые выявили функцию еще одного из многих тысяч генов, кажется почти рутинной. А спросите читателя новостей, каким образом ученые узнают, что делает тот или иной ген или почему мутация в этом гене, а не в другом становится причиной болезни, — и услышите самые фантастические версии, например: «Взяли у больного клетку и посмотрели в микроскоп, где у него мутация». Или честное признание: «Никогда об этом не думал».

Методы в науке не менее важны, чем результаты, ведь результаты, по сути, определяются методами. Современные технологии «чтения» ДНК — секвенирования, полимеразная цепная реакция (ПЦР), биоинформатика сделали возможными такие исследования, каких четверть века назад не могли вообразить даже фантасты — в повестях Стругацких люди XXII века воспринимают геном как нечто еще более таинственное, чем глубокий космос.

Метод, о котором мы собираемся рассказать в этой статье, вероятно, не настолько значителен, как ПЦР или суперсовременные методы секвенирования. Он «всего-навсего» показывает, какие матричные РНК присутствуют в клетке и, главное, на каких из них и насколько интенсивно синтезируются белки. «Этот метод позволяет получить моментальный снимок белкового синтеза в клетке», — говорит доктор химических наук И. Н. Шатский, главный научный сотрудник НИИ физико-химической биологии им. А. Н. Белозерского (МГУ), руководитель лаборатории регуляции синтеза белка. По материалам лекции, которую Иван Николаевич прочитал на школе «Современная биология & биотехнологии будущего» (см. с. 15), написана эта статья.

## Немного о трансляции

Напомним вкратце важнейшие положения. Белки — основной строительный материал жизни, а информация о

белках, как часто говорят, «записана в генах». Гены состоят из кодирующих участков, в которых содержится информация о последовательности аминокислот в белках, и регуляторных, управляющих активностью гена. Эта активность проявляется прежде всего в транскрипции, синтезе матричной РНК (мРНК), а затем — в синтезе белка на мРНК, или трансляции. (На самом деле есть и такие гены, которые не кодируют белки, а кодируют только РНК, но не будем на них отвлекаться.) Белок синтезируют рибосомы — прекрасные и сложные молекулярные машины (см. «Химию и жизнь», 2009, № 12).

Геном клетки часто сравнивают с огромной библиотекой, мРНК — с копиями чертежей и технических заданий, которые геном выдает по запросу клетки, чтобы та могла создавать для себя все необходимые устройства. Если воспользоваться более современной аналогией, геном — это массив информации на некоем сайте в Интернете, а мРНК — «клики», запросы той или иной информации. Однако самые кликабельные страницы — не всегда самые полезные. Представим, например, сайт, посвященный моделированию: какой-нибудь «шагающий гексакоптер» будут часто скачивать — любопытно же, чем он шагает, — но вряд ли многие захотят построить это диво. А вот файл «радиоуправляемый вертолет для начинающих» не только получит много кликов, но и породит множество реальных вертолетов. Таким образом, скопировать информацию из генома — полдела: активность гена определяется тем, что по этой копии будет построено. Возвращаясь к нашей терминологии — не только транскрипцией, но и трансляцией.

Да, бывает и так, что мРНК в клетке есть, а синтез белка на этой матрице не идет. Например, он может быть временно запрещен, а когда запрет перестанет действовать, клетка получит этот белок быстро, не тратя времени на транскрипцию. Вот такая сложная, многоуровневая регуляция.

Про геном человека шутят, что «мы получили книгу, но не умеем ее читать». Активность генов, различная в разных клетках, тканях, организмах, или в одном и том же, но в разных условиях — это и

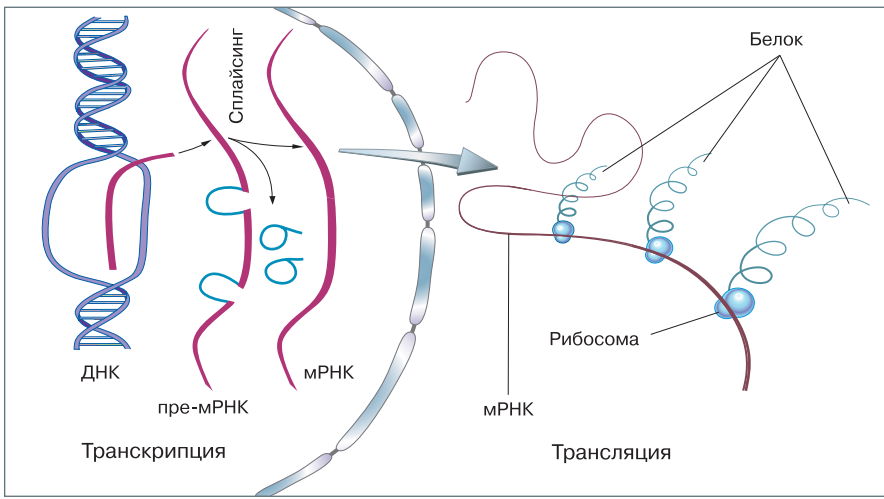
есть правила, по которым читается книга, и здесь в настоящее время находится передний край биологической науки.

Существуют методы, позволяющие выделить все полностью синтезированные мРНК или исследовать, как сейчас говорят, протеом — совокупность всех белков, синтезированных клетками определенного типа, например, с помощью масс-спектрометрии. Но метода, который позволил бы «сфотографировать» транскрипцию и трансляцию — показать набор мРНК, их «востребованность» в некий интересный для ученых момент жизни клетки, например в течение получаса после воздействия на культуру потенциального лекарства или заражения вирусом, — у нас не было до 2009 года. До того как Николас Инголиа, постдок лаборатории Джонатана Вайсмана (Калифорнийский университет, Сан-Франциско), предложил вниманию научного сообщества рибосомный профайлинг. (В 2010 году Инголиа переехал в Балтимор, сейчас он руководитель группы в Институте Карнеги, [www.ingolia-lab.org/](http://www.ingolia-lab.org/))

Прежде чем перейти к собственно методу, расскажем подробнее о трансляции, а заодно и о структуре мРНК, которую схемы «для широкой публики» изображают в виде простой линии.

В эукариотической клетке (имеющей ядро, в отличие от клетки бактериальной) у всех мРНК есть кэп — «шапочка»: 7-метилгуанозин, прикрепленный трифосфатным мостиком к «головному» 5'-концу. Кэп играет ключевую роль во многих важных событиях жизни мРНК. Далее, мРНК — вовсе не «просто ниточка»: ее 5'-конец скручивается сам вокруг себя, формируя двойные спирали, похожие на спираль ДНК. Примерно так ведет себя мягкий провод, вроде шнура от наушников. Но скручивание РНК происходит не случайным образом, а определяется последовательностью нуклеотидов в этом участке, и все эти петли, «шпильки» и прочие вторичные структуры, вероятно, для чего-то нужны.

У вирусных РНК в 5'-некодирующем участке имеется IRES — (Internal Ribosome Entry Site — участок внутренней посадки рибосомы). Это 300—400 нуклеотидов, которые уложены весьма затейливо, с множеством двуспи-



**Транскрипция** — копирование генетической информации с ДНК на мРНК. Кодирующая последовательность гена у высших организмов не непрерывна — чтобы получилась пригодная к работе мРНК, «лишние» участки вырезаются (этот процесс называется сплайсингом).  
**Трансляция** — синтез белка на матрице мРНК — следующий этап, и происходит он не в ядре, а в цитоплазме



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Для начала рибосомы надо остановить: они движутся по мРНК (или тащат ее через себя, в зависимости от точки зрения) со скоростью десятки триплетов в секунду. Роль фотовспышки, «замораживающей» движение, играет антибиотик циклогексимид — он останавливает трансляцию, рибосомы замирают на мРНК. Затем клетки разрушают и обрабатывают полирибосомы ферментом рибонуклеазой из кишечной палочки, который нещадно рвет все нити РНК, кроме участков, защищенных рибосомами (а). Как если бы нитку с прилипшими к ней бусинами бросили в огонь или кислоту и сохранились лишь кусочки нитки внутри бусин.

Итак, у нас в руках множество фрагментов РНК, очищенных от рибосом, длиной примерно по 30 нуклеотидов — обрывки всех мРНК, какие есть в клетке (б). Или почти всех, есть ведь и плохо транслируемая мРНК. Чтобы узнать их последовательность, с них надо снять ДНК-копии (методы секвенирования РНК существуют, но используются редко) — получить библиотеку комплементарных ДНК, или кДНК.

ральных участков. У эукариот обычно связывание рибосомы с матрицей зависит от кэпа. А как же в таком случае рибосомы клетки, зараженной вирусом, транслируют вирусные РНК, у которых кэпа нет? Благодаря IRES — субчастица рибосомы может связываться не только с кэпом, но и с ним. Бывают ли IRES у эукариотических мРНК — на этот вопрос многие специалисты, а также интернет-энциклопедии уверенно отвечают «да», однако на самом деле он остается спорным.

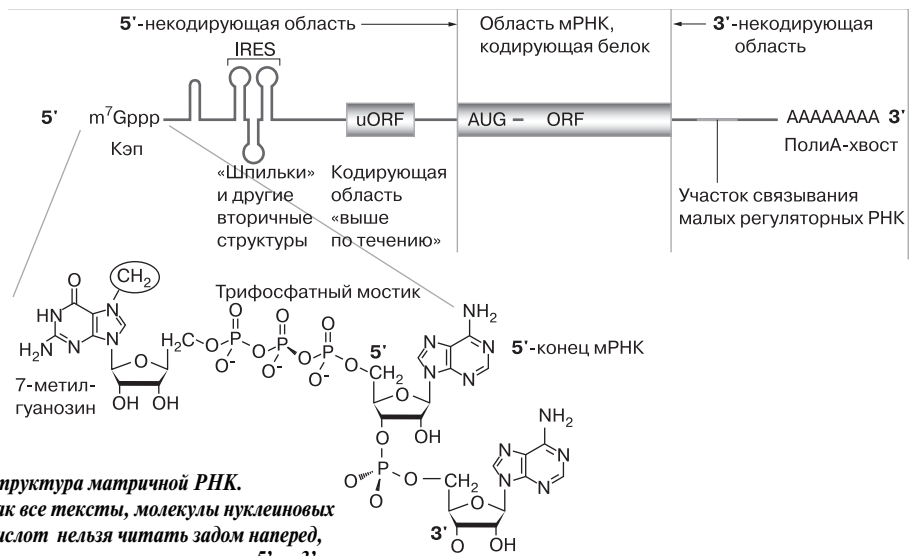
Помимо основной кодирующей области (ее обычно называют open reading frame — ORF), в 5'-области мРНК эукариот может быть еще и uORF — загадочная «рамка считывания выше по течению», возможно, и не одна. Зачем они нужны, не до конца ясно. Что касается 3'-некодирующего участка, наиболее примечательная его особенность — полиА-хвост, примерно полтора-два остатка А. Он защищает мРНК от ферментов экзонуклеаз, а также — сюрприз! — регулирует инициацию, то есть начало трансляции. Дело в том, что мРНК только на картинках линейна, а в клетке она, будучи достаточно гибкой и длинной, охотно сворачивается в кольцо, так что «хвост» может участвовать в делах «головы». Не случайно там же, в 3'-некодирующей области, находятся участки связывания малых регуляторных РНК, о которых сейчас так много говорят. А длина этой области может составлять тысячи нуклеотидов, зачастую она гораздо длиннее самой рамки считывания, как комментарии к сонету Шекспира длиннее самого сонета.

Конечно, это тоже было краткое изложение для широкой публики: мы не скажем ни о белках, которые связываются с мРНК, ни о других белках-кофакторах, которые не входят в состав рибосомы, однако «ассистируют» ей при сканировании 5'-конца и на разных этапах трансляции. Но теперь уже можно переходить к рибосомному профайлингу.

## Отпечатки рибосом

Как узнать, какие мРНК транслируются в клетке в данный момент? Выделить их и попытаться выяснить, где на них сидят рибосомы. Известно, что активно транслируемые РНК имеют вид полирибосом, или полисом, — на одной мРНК может быть много рибосом, как бусин на нити, и каждая строит молекулу белка. Если же инициация по какой-то причине затруднена, то рибосом на молекуле мРНК мало или совсем нет.

Инголиа использовал тот факт, что во время трансляции внутри каждой рибосомы находится участок мРНК длиной 28—30 нуклеотидов. Положение такого «текстового фрагмента» вполне возможно установить. А значит, если мы прочитаем буквенные последовательности всех фрагментов мРНК, на которых в данный момент сидят рибосомы, мы узнаем все или почти все, что нам нужно знать.



### Структура матричной РНК.

Как все тексты, молекулы нуклеиновых кислот нельзя читать задом наперед, у них есть начало и окончание, 5'- и 3'-концы.

Они названы по номерам атомов углерода в кольце рибозы или, в ДНК, дезоксирибозы (в отличие от атомов азотистого основания, они пронумерованы со штрихами). Рибосома движется от 5'-к 3'-концу. Это направление называется «вниз по течению» — downstream, а противоположное — upstream, «вверх по течению». Малая субчастица рибосомы распознает кэп эукариотической мРНК или садится на IRES у вирусной мРНК и движется «вниз по течению», пока не найдет кодон AUG — там присоединяется большая субчастица, и рибосома начинает синтез белка

Для этого ко всем таким фрагментам пришивают одинаковые «хвосты» — линкеры (в), с ними комплементарно соединяется ДНК-фрагмент, и производится обратная транскрипция — синтез ДНК на матрице РНК (г). Получается набор молекул ДНК: одна часть у них стандартная, а другая — комплементарная РНК-фрагментам, у каждого своя. Эти фрагменты замыкаются в колечки (д). Звездочкой на рисунке показана специальная гибкая связь нуклеотидной природы, которая снимает напряжение и облегчает циклизацию.

Тут есть еще один подводный камень. В состав рибосом, как известно, тоже входят РНК, точнее, три молекулы рибосомной РНК (рРНК) — это каркас субчастиц рибосомы, покрытый белками. Конечно, нуклеазы немного «погрызают» и рибосомы, поэтому кусочки рибосомной РНК присутствуют в образце, и от их ДНК-копий необходимо избавиться. Для этого берут однонитчатые молекулы ДНК, комплементарные рРНК (точнее, их ДНК-копиям), с пришитым биотином. Биотин, он же витамин Н или В<sub>7</sub>, биохимики любят за высокое сродство к стрептавидину, белку, вырабатываемому бактерией *Streptomyces avidinii*. Если, например, прикрепить стрептавидин к агарозному гелю и через него пропустить наш раствор, в нем останутся молекулы биотина и пришитые к ним молекулы ДНК, а те зацепят на себя молекулы рибосомного «мусора» (е).

После этого уже можно получать дублированные линейные копии интересующих нас фрагментов с помощью полимеразной цепной реакции. (Об этом замеча-

тельном методе «Химия и жизнь» писала не раз.) Праймеры-затравки подбирают к известным участкам колечек таким образом, чтобы интересующие нас фрагменты оказывались между ними (ж). Получившиеся линейные молекулы секвенируют в специальном приборе (е). Например, на факультете биоинженерии и биоинформатики МГУ есть секвенатор Illumina HiSeq2000, способный «прочитать» за один раз до полутора миллиардов фрагментов ДНК! Правда, относительно коротких фрагментов, но в данном случае длинных и нет.

Рибосомный профайлинг прекрасен тем, что он дает широкий картину генной активности в короткий промежуток времени, действительно «моментальный снимок», который можно долго изучать. Ограничения метода — сравнительно высокая стоимость как самого аппарата глубокого секвенирования, так и каждого его прогона (порядка 10 тысяч долларов!). Видимо, поэтому он используется не очень широко. Однако «чтение» ДНК дешевеет год от года, так что все еще впереди.

Метод кажется простым, но на самом деле он включает в себя 60 с лишним операций — мы перечислили только основные этапы, а многие тонкости опустили. Например, Инголия немало потрудились, подбирая условия, при которых все мРНК были бы представлены в библиотеке одинаково, независимо от того, много или мало в них вторичных структур.

Пока еще мы ничего не сказали о контроле, ведь надо выяснить и то, сколько в клетках различных мРНК, как хорошо, так и плохо транслируемых.

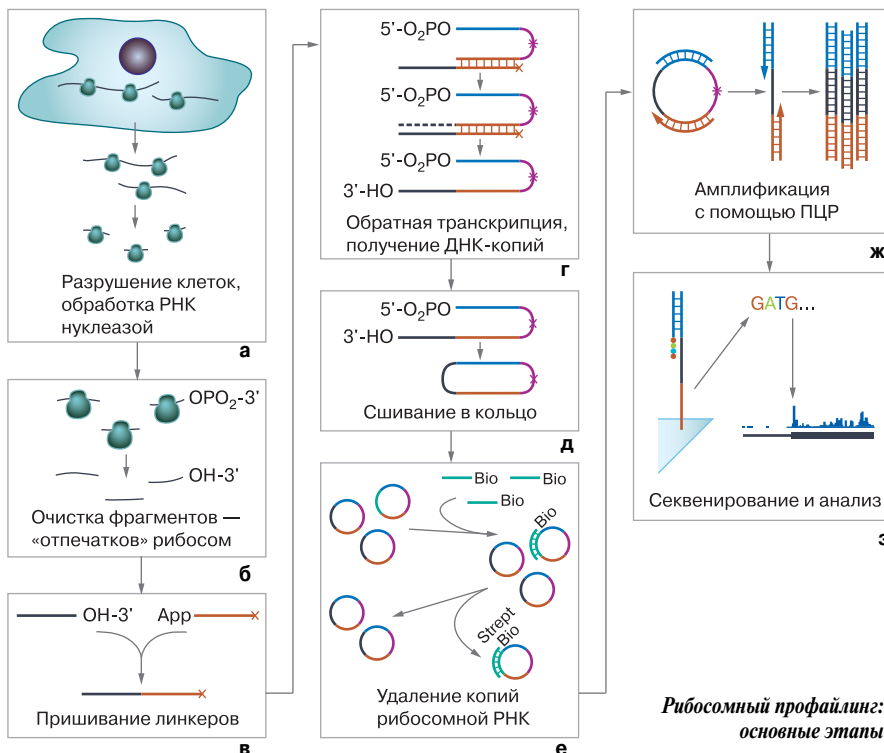
Для этого изучаемые клетки делят на две части: в одних ищут 30-нуклеотидные «отпечатки» рибосом, как мы только что рассказали, из других выделяют всю РНК, содержащую полиА-хвост, — суммарную мРНК, затем нуклеазой или щелочью расщепляют ее на небольшие фрагменты и аналогичным образом создают библиотеку. Эта библиотека покажет, сколько было в клетке мРНК каждого типа.

Дальше кончается «мокрая» биология и начинается биоинформатика. Надо найти, каким мРНК принадлежат фрагменты, которые были заняты рибосомами. Длина фрагментов позволяет это сделать — мы же угадываем, откуда взята строчка «Так думал молодой повеса», а откуда «Мело весь месяц в феврале». (Хотя, конечно, в отдельных случаях возможны сомнения: как поэты иногда повторяются либо цитируют друг друга, так и в генах есть повторяющиеся участки.) По контролю мы судим о количестве мРНК, по количеству защищенных фрагментов — об интенсивности их трансляции, о том, сколько рибосом занято синтезом того или иного белка. Если построить график зависимости количества «посадочных мест» рибосом от положения того или иного участка в геноме, пики придется на активные гены, плато — на нетранслируемые области.

## Результаты

Что же можно узнать с помощью рибосомного профайлинга? Можно выяснить, как изменилась интенсивность трансляции после воздействия лекарственного препарата, или яда, или вирусной инфекции. (Особенно интересно, если некий белок неожиданно начал синтезироваться в ответ на воздействие.) Можно сопоставить эти эффекты со структурой 5'- и 3'-некодирующих областей и сделать предположения о механизмах регуляции. Можно проверить, не замедляют ли движение рибосом те или иные последовательности в мРНК: если замедляют, то интервалы между рибосомами должны изменяться. И в самом деле, выяснилось, что есть такие участки, где они притормаживают, как поезда перед населенным пунктом! Можно «поймать» рибосомы на той самой uORF, рамке считывания «выше по течению» — кстати, именно Инголия в своих работах доказал, что uORF встречаются чаще, чем полагали до сих пор, и рибосомы действительно за чем-то их читают.

Пример теоретически важных и практически значимых результатов, полученных с помощью рибосомного профайлинга, — две статьи в одном номере «Nature», посвященные киназе



Рибосомный профайлинг: основные этапы



mTOR, которая играет важную роль в регуляции роста, деления и выживания клеток, в частности, и при развитии рака (Hsieh et al., «Nature», 2012, 485, 55–61, Thoreen et al, 109–113; среди соавторов первой — Инголиа и Вайсман, его бывший шеф). Киназами называются ферменты, присоединяющие фосфатные группы (фосфорилирование белков — способ регуляции самых разных внутриклеточных процессов). Буква m означает mammalian, то есть белок млекопитающих, TOR — target of rapamycin, то есть мишень рапамицина. А рапамицин, в свою очередь, назван по острову Пасхи — Рапа-Нуи, где были найдены микроорганизмы, вырабатывающие это вещество. Необычен в рапамицине его широкий спектр применения: это и антибиотик, и иммунодепрессант (средство, угнетающее иммунную систему при пересадке органов и тканей), и противораковое средство. Рапамицин подавляет действие mTOR. (О влиянии mTOR и рапамицина на старение «Химия и жизнь» писала в № 1, 2009.) Но что делает сама киназа и почему ее надо подавлять, чтобы остановить развитие опухоли или, скажем, размножение клеток иммунной системы?

Известно было, что mTOR регулирует трансляцию очень многих мРНК, кое-что известно и о том, как именно она это делает, но оставалось не до конца ясным, ка-

кими признаками должна обладать мРНК, чтобы попасть под управление mTOR. Исследователи создали ингибиторы для этой киназы, действующие более прямо, чем рапамицин, — на самый активный центр, и обработали ими культуру клеток, а затем с помощью рибосомного профайлинга посмотрели, что изменилось, — то есть трансляция каких мРНК, возможно, «подчиняется» mTOR. Оказалось, что для них характерно наличие в 5'-некодируемой области так называемого олигопиримидинового мотива, то есть участка, где мало пиримидиновых нуклеотидов, С и U (работа Торина и соавторов). А вот некоторые другие предположения — например, что это должны быть матрицы с особенно длинным или структурно сложным 5'-регионом, — не подтвердились.

Интересно, что после воздействия ингибитором mTOR резко всего снижается трансляция белков, входящих в структуру самих рибосом, а также других, связанных с ростом и белковым синтезом. Можно предположить, что mTOR «разрешает» раковой клетке обеспечиваться строительным материалом в соответствии с ее непомерными аппетитами, а противораковые средства, действующие на эту киназу, разрешение отменяют. И еще один примечательный момент: ингибитор mTOR, предложенный авторами первой из двух статей, способен стать прототипом лекарства против метастазов



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

даже в таком тяжелом случае, как рак простаты, — выявленные ими гены отвечают в том числе за метастазирование. Это вещество, получившее название INK128, уже проходит клинические испытания.

Вот таким коротким (если сравнивать с нашими реалиями) может оказаться путь от нового метода исследований, вроде бы никому, кроме молекулярных биологов, не интересного, до нового потенциального лекарства.

### Литература

Ingolia N.T., Ghaemmaghami S., Newman J.R., Weissman J.S. Genome-wide analysis in vivo of translation with nucleotide resolution using ribosome profiling. «Science», 2009, 324 (5924), 218–223.

Ingolia N.T., Lareau L.F., Weissman J.S. Ribosome profiling of mouse embryonic stem cells reveals the complexity and dynamics of mammalian proteomes. «Cell», 2011, 147, 1–14.

## Репортажи с переднего края

Всероссийская зимняя школа «Современная биология & биотехнологии будущего» прошла с 26 января по 3 февраля 2013 года недалеко от Пущина в отеле «Царьград» на берегу Оки. Ее задумали и провели образовательная организация «Future Biotech» (<http://futurebiotech.ru/>) и команда молодых ученых под руководством профессора М.С.Гельфанда. Кстати, для «Future Biotech» это уже второе такое мероприятие, первая школа прошла в августе 2012 года. Школу поддержали Российская венчурная компания, фонд «Династия» и благотворительный фонд Владимира Потанина, а также компании «Галахим», «Химэксперт», центр математического моделирования компании «Новартис».

Принять участие пригласили студентов-старшекурсников, молодых ученых и предпринимателей, работающих или желающих работать в наукоемком бизнесе. Прежде всего, конечно, биологов, но и представителей других специальностей, которым могут пригодиться биологические знания. Ведущие ученые выступили перед ними с докладами об актуальных проблемах молекулярной биологии — о том, что сделано совсем недавно, делается сейчас и будет делаться завтра. Организаторы также прислали приглашения журналистам из научно-популярных изданий, в том числе и «Химии и жизни». Мы сами когда-то были студентами биологических специальностей и оценили идею мероприятия — окно во «взрослую» большую науку, возможность пообщаться напрямую с теми, кто ее

делает, разобраться в том, что не до конца понятно. Причем не только в сложных вопросах биоинформатики и синтеза белка, но и в том, как найти хорошего научного руководителя и кого берут работать в Сколтех.

Будь мы сейчас студентами, может, и не попали бы на эту школу. Желающих оказалось так много, что пришлось устроить конкурс, из пятисот претендентов отобрали около восьмидесяти. Тем, кому не повезло, возможно, повезет в другой раз: организаторы обещают продолжение в 2013–2014 годах.

Помимо докладов на школе состоялась постерная сессия, где представили свои результаты сами молодые участники, с последующим «разбором полетов» и разговором о том, как правильно делать постеры. Были круглые столы с участием журналистов, о популяризации науки, борьбе с невежеством и лженаукой. Было необычное мероприятие под названием «форсайт-сессия», где совместными усилиями прогнозировали развитие наук о жизни в ближайшие десятилетия и века, записывая все инновации, какие приходили на ум, от неизбежных до фантастических, и размещая их на ленте времени. Ключевыми движущими силами на ближайшие четверть века оказались DIY-биотехнологии (от do it yourself, «сделай сам» — когда сиквенс ДНК и генетическая трансформация перейдут из лабораторий на кухни и в гаражи простых граждан), инженерия экосистем, развитие нейрокомпьютерных интерфейсов, персональной медицины и всевозможных «омик» (геномики, протеомики, транскриптомики и т. д.). По крайней мере, такова версия участников школы. Но кому и решать, как не им.



## СОБЫТИЕ

# Люди и мыши против туберкулеза

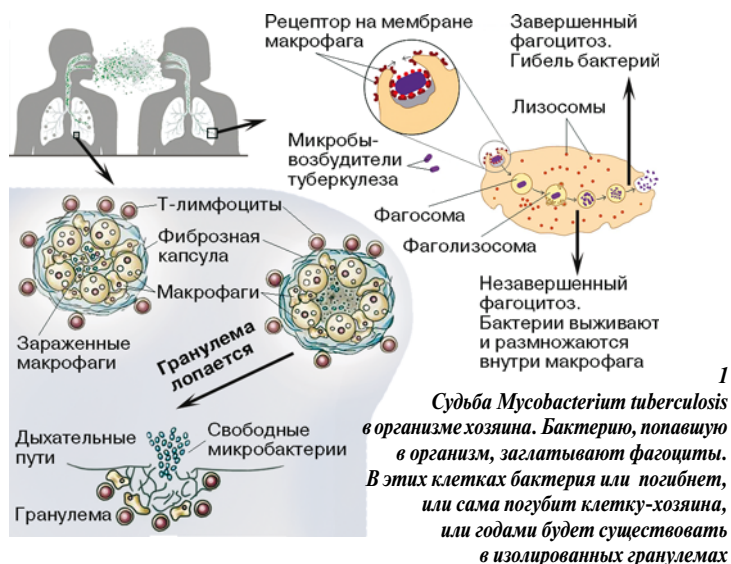
Кандидат биологических наук  
**Н.Л.Резник**

## Микробы носятся в воздухе

Воздух полон микробов, в том числе патогенных. Их вдыхают многие, но заболевают не все, а у тех, кто заразился, болезнь протекает по-разному: иногда вяло тлеет десятилетиями, а бывает, что сводит пациента в могилу всего за несколько месяцев. Все сказанное в полной мере относится к туберкулезу. Успехам в борьбе с ним мы обязаны антибиотикам, появившимся в середине XX века, но возбудитель болезни, бактерии *Mycobacterium tuberculosis*, за эти годы выработал устойчивость к лекарствам. В разных регионах России к антибиотикам устойчивы от 10 до 40 % штаммов *M. tuberculosis*. Туберкулез — мировая проблема, ежегодно от этой болезни умирают два миллиона человек. Нам же остается уповать на то, что специалисты разработают новые лекарства, а также на способность нашего организма сопротивляться болезни.

Противоборство микобактерий и человека подобно весам, на одной чаше которых — вирулентность возбудителя и его умение уходить от иммунного ответа, а на другой — устойчивость организма-хозяина, то есть врожденный и адаптивный (приобретенный) иммунитет. Малейшее их колебание изменяет ход болезни.

Бактерии попадают в организм воздушно-капельным путем (рис. 1). Сначала они окажутся в легких, где будут медленно делиться и, пока их немного, останутся почти незаметными для иммунной системы. В течение начальной фазы инфекции, инкубационного периода, который длится от четырех до двенадцати недель, туберкулезная палочка привлекает внимание исключительно клеток врожденного иммунитета — фагоцитов. Способностью к фагоцитозу обладают разные типы клеток. Первыми на место являются нейтрофилы, но их возможности уничтожить микобактерии ограничены, и тогда за дело берутся макрофаги — самые древние клетки иммунной системы. Фагоцитоз происходит так: сначала клетки фиксируют микобактерии на мембране, затем этот участок мембраны погружается в цитоплазму фагоцита и образует фагосому — мембранный



пузырек, содержащий возбудитель туберкулеза. Фагосома сливается с лизосомами, которые наполнены ферментами, переваривающими бактерии, и они постепенно разрушают *M. tuberculosis*. Если вирулентность возбудителя невысока, его существование в организме на этом заканчивается. Однако микобактерии, обладающие значительной вирулентностью, синтезируют факторы, которые мешают лизосомам сливаться с фагосомами; их ферменты не могут воздействовать на поглощенные бактерии, и возбудители туберкулеза, факультативные внутриклеточные паразиты, беспрепятственно размножаются внутри макрофага. В конце концов зараженный макрофаг погибает, а размножившиеся микобактерии оказываются во внеклеточном пространстве. Там их уже поджидают новые фагоциты, и цикл повторяется. Когда макрофаги погибают, из них вытекают ферменты, повреждающие ближайшие клетки. В результате в легких больного врачи наблюдают очаги распадающейся ткани, некроз, скопление гноя, воспаление, большое количество нейтрофилов.

Но возможен и третий вариант. Если ответ иммунной системы и вирулентность возбудителя сбалансированы, то бактерии остаются в макрофагах и организм изолирует очаг инфекции, образуя гранулемы. Гранулемы представляют собой упорядоченные скопления макрофагов и лимфоцитов, окруженных плотной фиброзной капсулой. В таком состоянии *M. tuberculosis* могут находиться десятилетиями, пока что-нибудь, например другая болезнь, старение или иммунодефицит (больные СПИДом болеют туберкулезом в 800 раз чаще) не повлияет на состояние иммунной системы. Тогда гранулема прорывается, и микобактерии вылетают в дыхательные пути.

## Похвальное слово мышам

Сопrotивляемость нашего организма и вирулентность патогена определены генетически. Их противостояние — это битва геномов, и, если мы хотим ее выиграть, без генетиков нам не обойтись. А любое генетическое исследование начинается с выбора адекватного модельного объекта.

И вот вопрос: на ком же нам изучать человеческие болезни? Люди для этого решительно не годятся, потому что генетические исследования предполагают постановку скрещиваний и анализ многочисленного потомства. А вот мышь для исследования генетики устойчивости к туберкулезу подходит очень неплохо. Не все с этим согласятся, многие специалисты идею исследовать человеческие болезни на мышах не одобряют в принципе. Они говорят, что мыши — не люди, и гены у них не те, и генетическое разнообразие меньше. Мыши действительно не люди, с этим не поспоришь, однако генетическое сходство между двумя видами достигает 85%, а что касается генетического разнообразия, то с 1910 по 2003 год специалисты в разных лабораториях получили только селекционным путем несколько тысяч линий мышей, и исследователь может выбрать то, что ему нужно, было бы желание.

Именно с мышами много лет работают специалисты лаборатории иммуногенетики НИИ туберкулеза РАМН под руководством доктора биологических наук, профессора Александра Соломоновича Апта. Исследователи выбрали две линии животных, I/St и A/Sn, которые после заражения туберкулезом в

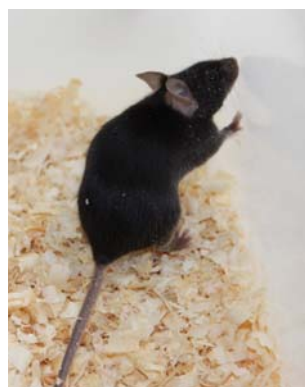
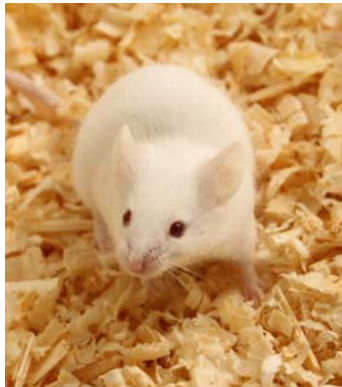


Фото: Ирина Линге



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

2

**Мыши с разной степенью устойчивости к *Micobacterium tuberculosis*: белые *A/SnYcIt (A/Sn)* и черные *C57BL/6JcIt (B6)* устойчивы, пятнистые *I/StSnEgYcIt (I/St)* чувствительны**

высокой дозе гибнут в разные сроки: чувствительные мыши I в среднем за 25 дней, устойчивые A — за 50 (рис.2). Причем у чувствительных мышей клиническая картина заболевания очень похожа на человеческую: очаги распадающейся ткани в легких, некроз, скопление гноя, воспаление и большое количество нейтрофилов. У них даже гипоксия в легких развивается, как у больных туберкулезом. Резистентность, или восприимчивость, к туберкулезу совпадает со скоростью размножения микобактерии, у животных чувствительной линии на третьей неделе после заражения в селезенке и в легких бактерий на полтора порядка больше.

Так что скептики зря беспокоятся, туберкулез у мышей протекает так же, как у людей, надо только правильно выбрать линию. Подавляющее большинство лабораторий ничего подобного не видят, поскольку упорно работают с самой распространенной линией мышей C57Bl/6J, у которой резистентность к *M. tuberculosis* гораздо выше, чем у линии I. Вообще, деление на устойчивых и чувствительных к туберкулезной инфекции мышей условно. Все мыши, независимо от генотипа, восприимчивы к *M. tuberculosis*, и речь идет только о времени, которое проходит от заражения до гибели животных.

## Туда и обратно

Итак, у исследователя есть тщательно выбранная линия мышей. Перед ним стоит задача отыскать гены устойчивости к туберкулезу. Как ему действовать? Исследователь может предпочесть методы прямой или обратной генетики.

Основной подход прямой (классической) генетики — от признака к гену; обратная действует наоборот — изменяет ген и наблюдает за изменением признака. Исследователь, решивший идти вторым путем, замечает в природе некий фенотип, допустим чувствительность к инфекции, предполагает, какими генами он может быть обусловлен, а затем проверяет свою гипотезу. Чаще всего у мыши полностью отключают (нокаутуют) предполагаемый ген и смотрят, какие функции при этом нарушены и какие биохимические пути ответственны за эти изменения.

Обратная генетика стала возможной благодаря двум достижениям конца 1980-х годов: биологи научились культивировать эмбриональные стволовые клетки мышей, из которых можно получить яйцеклетки, и вводить в их геном мутантные последовательности. Современная техника нокаута и знания о мышинном геноме позволяют отключить почти любой ген, а затем, если результат впечатляет, поискать последовательность с аналогичными функциями в геноме человека. В качестве примера можно привести работу, выполненную французскими генетиками Лораном Абелем и Жаном-Лораном Казановой (Медицинская школа Неккера, Париж). Поработав с мышами, ученые проанализировали последовательности ДНК людей, которые неожиданно и очень тяжело заболели в раннем детстве после прививки БЦЖ. Эту вакцину делают из ослабленной коровьей туберкулезной палочки *M. bovis* — бациллы

Кальметта — Герена (*bacillus Calmette-Gurin*, BCG, по-русски БЦЖ). Исследователи идентифицировали гены человека, продукты которых участвуют в защитном противотуберкулезном иммунном ответе: гены, кодирующие интерферон-гамма и молекулу STAT1, которая необходима для проведения сигнала интерферона; интерлейкин-12 — один из ключевых белков, запускающих синтез интерферона-гамма, и рецептор к интерлейкину-12. Мутации по этим генам вызывают восприимчивость к бактериям, которые в норме не патогенны.

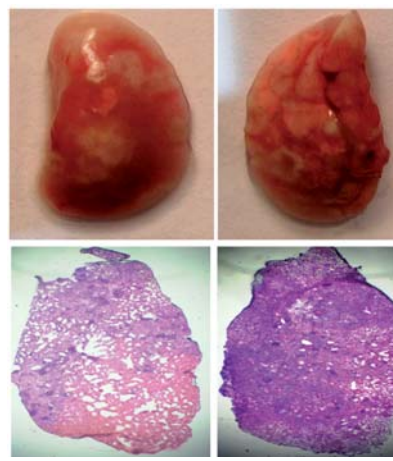
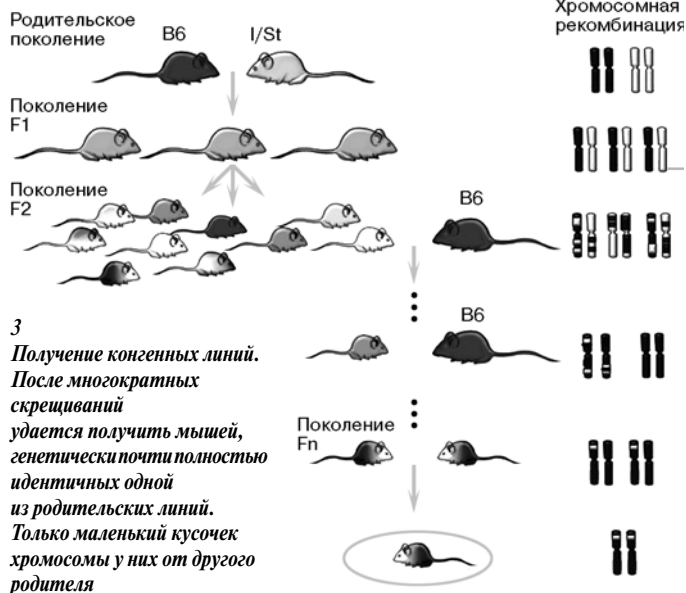
Несмотря на впечатляющие результаты обратной генетики, у этого метода есть существенные недостатки. Прежде всего, это — искусственная система. В популяции крайне редко встречаются мутации, которые полностью блокируют какой-то биохимический путь. Организм с таким нарушением либо очень быстро погибает, а то и вовсе не рождается, либо включает альтернативные обходные пути. Поэтому, нокаутируя ген, мы чаще узнаем не его функцию, а то, как организм умеет обходить это нарушение. Нам же интересны реально существующие мутации, вызывающие болезнь, а не смерть.

Еще один недостаток обратной генетики заключается в том, что она не очень-то способствует истинным открытиям. Прежде чем нокаутировать ген, исследователь должен сообразить, какой именно. Логично предположить, что за восприимчивость к болезням отвечают гены, которые обеспечивают работу иммунной системы, например гены интерферона или интерлейкина-12. Предположили, отключили и убедились в том, что их гипотеза верна. Да кто бы сомневался!

Но за устойчивость к туберкулезу отвечают и другие гены, не связанные с работой иммунной системы, и сложно даже представить, какие именно, поскольку фантазия природы изощреннее, чем у любого ученого. Выявить эти гены можно только методами классической генетики: сначала описывается новый фенотип, потом выясняем, сколько генов за него ответственные, где они находятся и какие функции выполняют. Один из необходимых этапов такого исследования — получение конгенных линий животных.

Конгенные мыши отличаются от исходной родительской линии единственным фрагментом хромосомы, который они получили от животного другой линии. Например, в генотипе мышей, устойчивых к туберкулезу, один фрагмент ДНК заменен на кусочек той же хромосомы, взятый из генома чувствительной линии I. Тогда все отличия новой линии от устойчивой будут обусловлены именно этим фрагментом и генами, которые в нем находятся. Задача исследователя — выйти на конкретный ген, поэтому чем меньше донорский фрагмент, тем линия ценнее.

Процесс получения конгенной линии трудоемок и занимает 2,5–3 года (рис. 3). Скрещивают животных двух родительских линий, которые отличаются по интересующему нас признаку, например по времени жизни после заражения микобактериями или по скорости потери веса. При образовании половых клеток гомологичные хромосомы обмениваются участками, поэтому геном потомков второго поколения будет представлять собой «нарезку» из хромосом родительских линий. Из них снова отбирают животных с нужным фенотипом и скрещивают с устойчивыми животными. Эту процедуру повторяют до тех пор, пока не добьются нужного результата. Чтобы понять, от какого родителя пришли разные хромосомные фрагменты и какой из них нас интересует, используют генетическое карти-



4  
Легкие устойчивых (слева) и чувствительных к туберкулезу мышей, зараженных микобактериями. У мышей с тяжелым течением болезни сильнейшее гнойное воспаление легких. На срезах легких видно, что у устойчивых мышей (слева внизу) еще есть просветы в легких, а у чувствительных уже нет — они умирают

рование, в частности микросателлитное. Микросателлитные маркеры — повторы ДНК, чаще всего нуклеотидные пары ГЦ, случайным образом распределенные по геному. У одной мыши в определенном локусе сидит повтор, допустим, из трех пар ГЦ, а у другой — из десяти. Микросателлиты маркируют геном подобно штрих-коду, и благодаря им ученые определяют происхождение того или иного участка хромосомы.

В лаборатории иммуногенетики НИИ туберкулеза получают конгенные линии мышей, которые имеют генотип резистентной линии B6 и фрагмент 17-й хромосомы из чувствительной линии I/St. Оказалось, что с этим фрагментом сцеплен признак тяжелого течения болезни (рис. 4).

Что это за ген, пока неизвестно, но ученые полагают, что он контролирует широкий спектр ответов на инфекцию, и животные, мутантные по этому гену, должны быть особо восприимчивы ко многим болезням, не только к туберкулезу.

А вот еще пример успешного применения методов прямой генетики. Игорь Крамник, российский ученый, ныне работающий в Бостоне, клонировал ген *Ipr1* (intracellular parasite resistance 1), расположенный в 1-й хромосоме. Ген кодирует внутриклеточный белок, который усиленно синтезируется в зараженных макрофагах. Этот белок связывается с участками ДНК, которые не кодируют белков и впрямую не регулируют работу генов. Функция его непонятна, однако на восприимчивость мышей к туберкулезу он, бесспорно, влияет.

Очевидно, что регуляторы инфекционного иммунитета с неустановленным механизмом действия методами обратной генетики искать невозможно.

## Защита от слабых

В 80-х годах прошлого века специалисты Университета МакГилла (Канада) картировали первый ген, контролирующий восприимчивость мышей к инфекции. Сначала он получил название *Bcg*, потом *Nramp1* (от английского Natural-Resistance-Associated Macrophage Protein 1 gene — ген макрофагального протеина 1, ассоциированного с естественной резистентностью), а сейчас, по универсальной номенклатуре, он называется *Sc11a1*. В 1993 году канадские исследователи определили его последовательность. Ген *Sc11a1* имеет два аллеля: доминантный *R* (резистентный) и рецессивный *S* (чувствительный). Он отвечает за восприимчивость к низковирулентным бактериям, например БЦЖ. Для устойчивых животных бацилла Кальметта — Герена опасности не представляет, а чувствительные мыши с генотипом *SS*, заразившись ею, болеют очень тяжело, со всеми симптомами настоящего туберкулеза.

Белок *Sc11a1* длинный, в нем больше 1000 аминокислот. Он сидит на мембране фагосом и выкачивает из них ионы

двухвалентного железа. Как мы помним, фагосомы — это те вакуоли, в которых оказываются проглоченные макрофагами микобактерии. Если их не обеспечить железом, бактерии погибнут. У мышей, восприимчивых к *M. bovis* и БЦЖ, этот насос испорчен, железо не откачивает, поэтому проглоченные бактерии получают его в достаточном количестве и успешно размножаются.

Этот защитный механизм, весьма эффективный, почти бесполезен при заражении высоковирулентными возбудителями настоящего туберкулеза. *M. tuberculosis* обладают факторами, которые позволяют им проникать через мембрану фагосомы в цитозоль, где железа сколько угодно, поэтому им абсолютно безразлично, выкачивает хозяин железо из фагосомы или не выкачивает. Для них фагосома не тюрьма, а средство доставки в клетку, где они бурно размножаются. Через несколько дней вирулентные бактерии доводят зараженную ими клетку до некроза, выходят из нее в бронхи и разлетаются с брызгами мокроты в поисках нового хозяина.

Спрашивается, почему за сотни тысяч лет совместной эволюции хозяин не выработал защитные механизмы, которые препятствуют выходу *M. tuberculosis* из фагосомы? А потому, что при исправной иммунной системе он может извлечь выгоду из этой ситуации, поскольку получает дополнительную возможность контролировать численность возбудителя. Макрофаги, в которых находятся бактерии, стимулируют Т-лимфоциты, представляя им антигены проглоченных клеток. Если антиген находится в фагосоме, его можно представить только одному классу Т-клеток,  $CD4^+$ , и они вырабатывают факторы, необходимые для образования стенки, окружающей гранулему. Антигены бактерии, вышедшей в цитозоль, активируют Т-клетки  $CD8^+$ , которые содержат ферменты, убивающие микобактерии, то есть клетка включает еще один защитный механизм. Такой вот баланс интересов.

Случай с геном *Sc11a1* наглядно демонстрирует, что механизмы устойчивости к высоко- и низковирулентным штаммам находятся под контролем разных генов. В этом можно убедиться на примере еще одной микобактерии, возбудителя птичьего туберкулеза *M. avium*. Эта бактерия условно патогенна для взрослого здорового человека, но смертельна для больных СПИДом и опасна для пожилых людей и маленьких детей.

В лаборатории иммуногенетики заразили возбудителем птичьего туберкулеза разные линии мышей. Оказалось, что мыши I/St, которые очень чувствительны к инфекции *M. tuberculosis* и после заражения мрут как мухи, спокойно живут с бактерией птичьего туберкулеза. А мыши линии B6, устойчивые к вирулентному штамму, погибают от слабого *M. avium* (см. таблицу).

При этом ткани всех умерших мышей выглядят одинаково, независимо от того, какая микобактерия вызвала болезнь: у них крупные очаги некроза в легких, отеки, приток нейтрофилов. И напротив, у мышей, зараженных тем возбудителем, к которому они устойчивы, следов болезни немного.

Оказалось, что восприимчивость к низковирулентной бактерии *M. avium* во многом зависит от аллелей гена *Sc11a1*. У мышей I/St, чувствительных к обычному туберкулезу, но устойчивых к

	Линия мышей В6 <i>Sc11a1<sup>S/S</sup></i>		Линия мышей I/St <i>Sc11a1<sup>R/R</sup>, Sc11a1<sup>R/S</sup></i>	
	Устойчивы к <i>M. tuberculosis</i>	Чувствительны к <i>M. avium</i>	Чувствительны к <i>M. tuberculosis</i>	Устойчивы к <i>M. avium</i>
Заражение <i>M. tuberculosis</i>				
Заражение <i>M. avium</i>				



птичьему, присутствовал аллель *Sc11a1<sup>R</sup>*, который обеспечивает устойчивость к низковирулентным микобактериям. Даже одна его копия на несколько порядков снижала количество *M. avium*, по-видимому, из-за того, что они были заперты в фагосоме и страдали от нехватки железа. А мыши В6 с генотипом *Sc11a1<sup>S/S</sup>* предоставляли возбудителю избыток железа внутри фагосом и очень тяжело переносили инфекцию. Течение обычного туберкулеза зависит от других генов, которые не влияют на размножение *M. avium*, поэтому хозяин может быть резистентным к одной инфекции и чувствительным к другой.

Ну кто бы мог предположить, что на чувствительность к инфекции влияет работа внутриклеточного ионного насоса! Хотя если бы приверженцы обратной генетики догадались, в чем дело, и отключили *Sc11a1*, они бы получили нужный результат, поскольку аллель *S* представляет собой нонсенс-мутацию, то есть нокаутированный ген.

## О пагубном пристрастии к нейтрофилам

Устойчивость к инфекциям исследуют не только на животных, но и на клеточных культурах. Например, специалисты Университета Мак-Гилла, изучавшие ген *Sc11a1*, использовали культуру макрофагов. Подобно случаю с мышами, этот метод имеет много противников, уверяющих, что клетки в культуре ведут себя совсем не так, как в живом организме. Иногда это происходит оттого, что культура выбрана неправильно. Специалисты Института туберкулеза работают с культурой легочных макрофагов. Эти клетки, и только они, воспринимают инфекцию так же, как их хозяева-мыши. Макрофаги из легких восприимчивых животных чувствительны к *M. tuberculosis*, из резистентных — резистентны. (Макрофаги из перитонеальной полости ведут себя наоборот, а макрофаги из костного мозга вообще одинаковы.) Ученые обнаружили, что в легочных макрофагах из чувствительных к туберкулезу инфицированных мышей повышена экспрессия интерлейкина-11 (ИЛ-11). Она выше, чем в легочных макрофагах из незараженных чувствительных и зараженных резистентных животных. Содержание мРНК ИЛ-11 тем выше, чем быстрее худеют зараженные животные: скорость потери веса — один из показателей тяжести болезни.

ИЛ-11 — белок, о действии которого известно очень мало. Имеющиеся сведения противоречивы: по некоторым данным это противовоспалительный цитокин, по другим — провоспалительный. Но никто не ожидал, что его синтез связан с чувствительностью к туберкулезу. Причем в клетках чувствительных мышей активнее синтезируется не только ИЛ-11, но и факторы, регулирующие миграцию нейтрофилов. Эти фагоцитирующие клетки первыми прибывают на место обнаружения возбудителя инфекции и начинают его заглатывать. В легких больных туберкулезом людей и мышей всегда много нейтрофилов.

Анализируя состояние легких больных животных, ученые обратили особое внимание на то, что тяжесть туберкулезной инфекции связана с повышенным количеством нейтрофилов. Атака нейтрофилов — стандартная реакция организма на инфекцию, и, когда мы имеем дело с бактериями, живущими вне клетки, этот подход себя оправдывает. Но высылая нейтрофилы на борьбу с внутриклеточными паразитами, хозяин, по мнению исследователей, совершает большую биологическую ошибку. Микобактерии внутри нейтрофилов хотя бы ненадолго (потому что нейтрофилы быстро гибнут) попадают как бы в за-

щитный кокон. Этот феномен хорошо иллюстрирует ситуация, когда полицейские, прибывшие по вызову, оказались лучшими друзьями нарушителей порядка.

Если нейтрофилы, которые непременно являются в ответ на любую инфекцию, в данном случае только мешают, лучше уменьшить их количество, ослабив приманивающий их сигнал. Исследователи попробовали связать излишек ИЛ-11 в организме больных животных. Для этого зараженным мышам в начальной фазе инфекции несколько раз ввели специально полученные антитела к ИЛ-11. Это сработало: в легких мышей, которым вводили антитела, было в два-три раза меньше микобактерий и достоверно меньше нейтрофилов, чем у зараженных, но нелеченых животных. Кроме того, введение антител к ИЛ-11 снижает воспаление и активность гена ИЛ-11: получается, что его работа зависит от количества синтезируемого белка. А активность гена влияет на течение инфекции. Однако делать выводы о возможном использовании антител к ИЛ-11 для снижения воспаления у пациентов, больных туберкулезом, преждевременно.

## Почти как люди

Все эти результаты чрезвычайно интересны, но они получены на мышах. Можно ли применить их к людям? Видимо, можно, поскольку мутации в ортологических генах человека и мыши, то есть генах, кодирующих один и тот же белок, приводят к сходным иммунологическим расстройствам. Мы уже говорили об этом, когда обсуждали методы обратной генетики и перечисляли гены, найденные у людей после работы с мышами. А вот еще один пример.

Эта история началась с того, что специалисты в Университете Мак-Гилла получили линию мышей ВХН-2, чувствительную к *M. tuberculosis* из-за нарушений работы иммунной системы. Для низковирулентных бактерий, в том числе БЦЖ, они также уязвимы. Ученые определили, что оба дефекта вызваны мутацией в одном локусе, расположенном на хромосоме 8. Это ген *Icsbp/IFR8*, который контролирует работу генов, отвечающих на сигнал гамма-интерферона. Мутация в нем приводит к тому, что организм практически не образует некоторые виды фагоцитов и не реагирует на проникновение инфекции.

Недавно эти данные позволили установить причину нового синдрома у человека. В коллекции ДНК людей, тяжело болевших после прививки БЦЖ, обнаружили несколько образцов, несущих мутации в гене *IRF8*. Последствия оказались такими же, как у мышей ВХН-2: у больных людей отсутствовали некоторые типы фагоцитов, у них развивался тяжелый иммунодефицит и они оказывались беззащитны даже перед бактериями, обычно не патогенными.

Так что многие расстройства, которые сходно проявляются у мыши и человека, вызваны мутациями в ортологических генах. Определив ген, можно узнать, как он влияет на развитие болезни, и попробовать скомпенсировать дефект. Иногда можно ввести больному продукт этого гена или его аналог, попробовать активировать альтернативный биохимический путь, активировать или отключить сам ген или гены, которые регулируют его работу. Поэтому правильно выбранные линии мышей — важный инструмент исследования болезней человека.

Статья написана по материалам лекции А.С.Апта на зимней школе «Современная биология & Биотехнология будущего» (Пушино, январь 2013 года).

# Вершитель клеточных судеб

**Л**епра — болезнь для большинства из нас экзотическая, но от этого не менее страшная. Она малозаразна, зато лечится долго и тяжело. Подобно другим патогенным бактериям, возбудитель лепры *Mycobacterium leprae* со временем приобретает устойчивость к лекарствам. К тому же мы еще мало знаем об этом заболевании, потому что *M. leprae* трудно изучать: они не растут на искусственных питательных средах и в клеточных культурах. Только мыши и вырывают, им прививают лепру, делая инъекции в подушечки лап. В результате всех этих сложностей о ранних стадиях развития инфекции почти ничего не известно. Например, ученые не знали, каким образом *M. leprae* распространяется по организму, поражая разные ткани. Недавно этой проблемой вплотную занялись специалисты Эдинбургского университета и Университета Рокфеллера (США) под руководством профессора Эньюри Рэмбаконея. Работа ученых, опубликованная в журнале «Cell» (2013, 152, 51—67), многое прояснила, но показала при этом, с каким могущественным противником нам приходится иметь дело. Оказывается, бактерия изменяет дифференцировку зараженных клеток и использует их как средство доставки.

Лепрой заражаются от больного человека при непосредственных контактах с ним или воздушно-капельным путем. В основном страдают слизистая оболочка верхних дыхательных путей, кожа и поверхностно расположенные нервы. *M. leprae* — внутриклеточный паразит. Очень часто она поражает шванновские клетки, которые поддерживают, защищают и питают периферические нервные волокна и окружают их миелиновой оболочкой (рис. 1). Клетка, образующая оболочку, оттесняет ядро и цитоплазму на периферию, а получившимся «крылом» многократно обвертывает аксон (отросток нервной клетки). Шванновская клетка обеспечивает бактерию всем необходимым и защищает от действия иммунной системы хозяина. Возбудитель лепры может находиться в

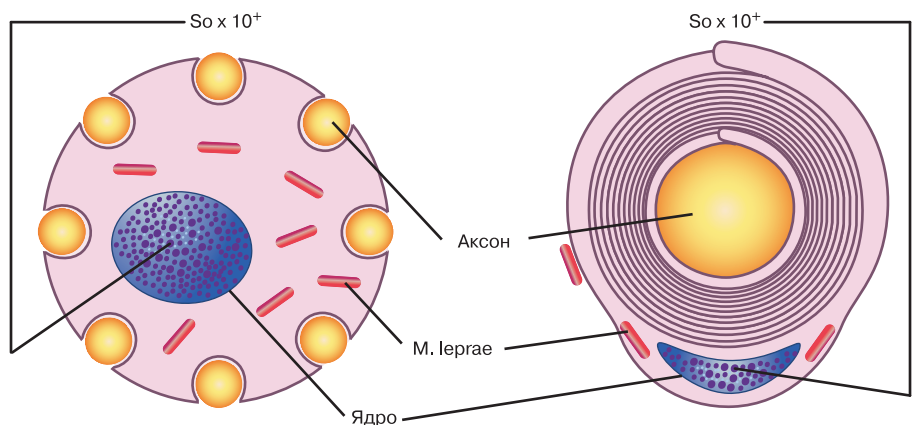
клетке несколько лет, не вызывая ее гибели, но в конце концов бактерии рассеиваются по разным тканям, в том числе поражают нервы, скелетную и гладкую мускулатуру. Как бактерии попадают из шванновских клеток в мышечную ткань — непонятно. Долгое время специалисты считали, что заражение скелетной мускулатуры происходит через периферические нервы. Шотландские и американские исследователи как раз и заинтересовались механизмом передачи бактерий из ткани в ткань.

Ученые начали с того, что выделили шванновские клетки из периферических нервов мышей и заразили их бактериями *M. leprae*. Клетки хорошо росли на питательной среде, хромосомных перестроек не имели, исправно синтезировали миелин и легко поддавались заражению. После инфицирования *M. leprae* они тоже хорошо себя чувствовали, но бактериальная инфекция изменила работу их генов.

Из зараженных клеток исчез ключевой белок Sox10, который поддерживает шванновскую клетку в дифференцированном состоянии, регулирует ее гомеостаз и синтез миелина. Иными словами, без этого белка клетка перестает быть шванновской. Зато активно заработали гены, которые в зрелых клетках обыч-

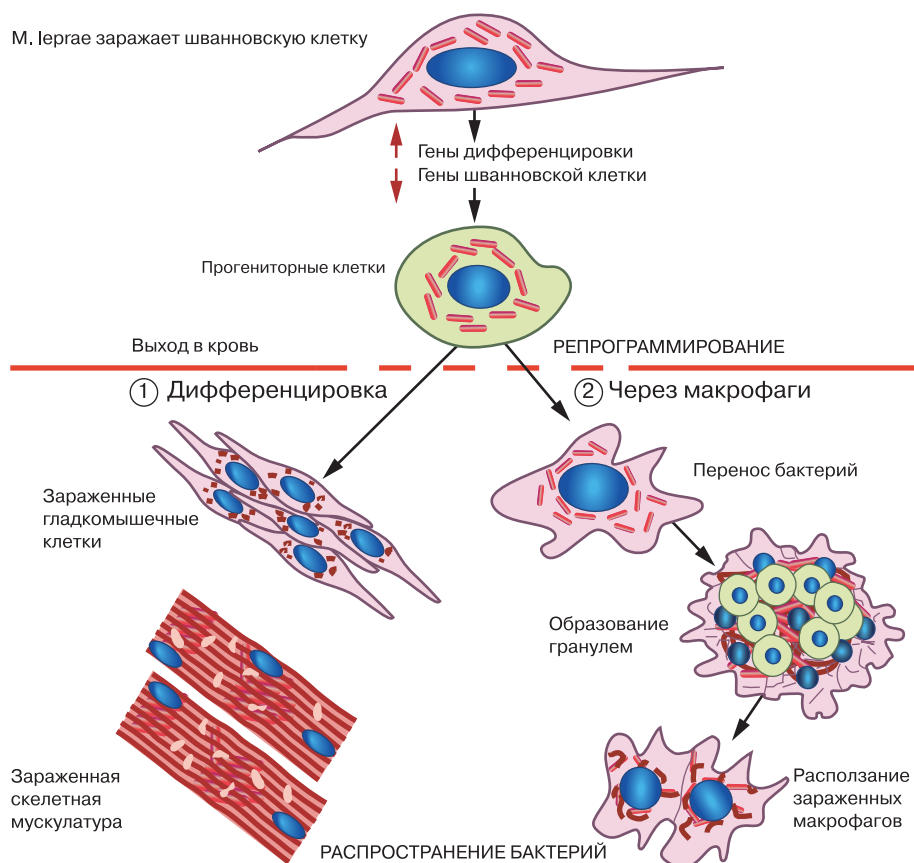
но молчат, а функционируют в период эмбрионального развития. Белки этих генов регулируют движение клетки и репликации ДНК, обеспечивают синтез хемокинов (веществ, которые подманивают другие клетки, например макрофаги) и некоторые другие клеточные функции. Такое поведение характерно для прогениторных клеток — незрелых и способных к дифференцировке в определенные типы клеток. Судя по активности разных генов, зараженные бактериями шванновские клетки превращались в мезенхимальные, то есть те, из которых впоследствии образуются кость, жир, хрящ, скелетная и гладкая мускулатура. Но эти изменения происходили не со всеми инфицированными клетками, а лишь с теми, в которых бактерий было более пятидесяти.

Получается, инфекция обратила вспять развитие зрелой клетки, репрограммировала ее. Чтобы убедиться в этом, ученые использовали специальную селективную среду, на которой растут только мезенхимальные клетки. Репрограммированные клетки на ней росли, и их отделили от зрелых шванновских. Затем исследователи проверили способность репрограммированных клеток превращаться в клетки различных мезенхимальных тканей. Их



**1** Шванновские клетки, зараженные *Mycobacterium leprae*. Справа — клетка, образующая миелиновую оболочку. В ядре зрелой шванновской клетки непременно присутствует белок Sox10

*M. leprae* заражает шванновскую клетку



**2**  
*Репрограммируя шванновские клетки, возбудитель лепры M. leprae распространяется по организму двумя путями: через дифференцированные клетки, которые встраиваются в мышечную ткань, и через подвижные макрофаги*

удалось направить на путь дифференцировки в клетки гладкой мускулатуры, адипоциты с капельками жира внутри и остеобласты, синтезирующие щелочную фосфатазу и откладывающие минеральные соли. Однако ни разу репрограммированные клетки не образовывали опухолей.

Перемена клеточной участи происходит благодаря тому, что *M. leprae* с помощью неизвестного пока механизма влияют на работу некоторых регуляторных генов, что, естественно, влечет за собой множественные изменения. Например, они отключают ген *Sox10*, продукт которого, уже упоминавшийся белок *Sox10*, — важнейший транскрипционный фактор шванновской клетки, но включают *Twist1*, который контролирует переход клетки к мезенхимальному фенотипу и ее выход в систему кровообращения.

Исследователи предположили, что репрограммированные клетки превращаются в мышечные и мигрируют в соответствующую ткань, заражая бактериями скелетную и гладкую мускулатуру. Эту гипотезу ученые проверили дважды: в чашке и в мышке. Репrogramмирован-

ные клетки, меченные зеленым флуоресцентным белком, растили вместе с лабораторной культурой миобластов. При совместном культивировании эти клетки сливались с миобластами и принимали участие в образовании мышечных волокон. При этом микобактерии также переходят в мышечные волокна.

Для эксперимента *in vivo* исследователи выбрали линию голых мышей с ослабленным иммунитетом, у которых плохо восстанавливаются повреждения. Им ввели в мышцу задней лапки кардиотоксин, а затем прогениторные зараженные клетки, меченные зеленым флуоресцентным белком. Кардиотоксин повреждает мышцу, а прогениторные клетки всегда стремятся к травмированному участку. Меченые клетки начинали мигрировать от места введения спустя неделю, через три недели они, двигаясь по соединительной ткани, достигали кожи и скелетной мускулатуры. При этом бактерии перебирались в другие клетки, причем не только мышечные. На тканевых срезах прекрасно видно, что львиная доля этих клеток — макрофаги.

Оказывается, мигрирующие клетки выделяют хемокины, которые привлекают макрофаги, и образуют с ними ассоциации — гранулы. В них макрофаги нагружаются бактериями и потом мигрируют, разнося возбудителей инфекции. Дифференцированные шванновские клетки, зараженные *M. leprae*,

## НАУЧНЫЙ КОММЕНТАТОР

хемокинов не синтезируют и гранул не образуют.

Такого результата исследователи не ожидали. Они выделили макрофаги из брюшной полости мышей и культивировали их вместе с репрограммированными инфицированными клетками. В световой микроскоп в реальном времени прекрасно видно, как макрофаги мигрируют к зараженным клеткам. Некоторые из них эти клетки убивают, что им и положено делать, но большинство образует с ними гранулы и нагружается бактериями. В будущем исследователи планируют разобраться в механизме этих взаимодействий.

Многие внутриклеточные паразиты используют для начала колонизации организма клетки иммунной системы. Возбудитель туберкулеза, например, размножается в макрофагах. Но *M. leprae* атакуют взрослые шванновские клетки, не имеющие отношения к иммунной системе. Это хороший выбор. Шванновским клеткам свойственна определенная пластичность, поскольку они участвуют в восстановлении поврежденных нервов. Репrogramмирование клетки-хозяина — это способ передвижения возбудителей лепры в удаленные ткани, такие, как скелетная и гладкая мускулатура. Репrogramмированные клетки облегчают распространение *M. leprae* двумя различными путями (рис. 2). Прежде всего они мигрируют в поврежденные ткани и спонтанно дифференцируются в клетки скелетной и гладкой мускулатуры, разнося инфекцию в эти ткани. Кроме того, бактерии пользуются способностью прогениторных клеток привлекать макрофаги, в которых разъезжаются по организму. Интересно, что некоторые из факторов, выделяемых прогениторными клетками, содействуют образованию гранул. В общем, терапевтам есть над чем задуматься.

**Н. Л.Резник**

# Фотохимия и «черные курильщики»

М.А.Никитин

В предыдущем номере мы выясняли, каким образом в природе мог происходить отбор «левых» аминокислот и «правых» моносахаридов, в первую очередь рибозы. Теперь переходим к следующему, не менее важному вопросу: почему в состав РНК и ДНК входят именно аденин, гуанин, цитозин и урацил/тимин, а не другие подходящие по размеру гетероциклические азотистые основания?

Вопрос отнюдь не праздный, потому что американские биохимики под руководством Стивена Беннера, одного из основателей синтетической биологии, уже синтезировали несколько пар альтернативных нуклеотидов, которые хорошо встраиваются в ДНК и РНК обычными ферментами, спариваются друг с другом, но не с А, Г, Т и Ц и расширяют нуклеотидный код до шестибуквенного (Yang et al., 2011. «Journal of the American Chemical Society», 2011, 133, 15105—15112, doi:10.1021/ja204910n, русский краткий анонс: <http://www.chemport.ru/datenews.php?news=2557>).

Получается, что с задачей хранения генетической информации справились бы самые разные варианты нуклеиновых оснований и А, Г, Т, Ц, возможно, были отобраны природой совсем по другим признакам. Как считает известный биофизик Армен Мулкиджанян (Университет Оснабрюк, Германия), таким признаком была устойчивость к ультрафиолету (Mulkiđjanian, A.Y., Galperin, M.Y., «Chemistry and Biodiversity», 2007, 4, 2003—2015, doi:10.1002/cbdv.200790167).

Здесь надо пояснить, как происходит взаимодействие молекул с квантами света. Когда в молекулу попадает квант с подходящей энергией, он поглощается парой электронов, образующей химическую связь, и молекула возбуждается. Возбужденных состояний как минимум два. Сначала молекула оказывается в неустойчивом и короткоживущем синглетном состоянии. В

Художник Е. Станикова



нем спины электронов возбужденной пары еще антипараллельны, как и в спокойном состоянии молекулы. Отсюда молекула может сбросить возбуждение путем флуоресценции (излучения светового кванта с энергией чуть меньше исходной), путем рассеяния энергии в тепло либо перейти в триплетное состояние, в котором спины электронов становятся параллельными и химическая связь фактически разрывается. Если была возбуждена одинарная связь, то молекула разваливается в этом месте на два радикала. Если же была возбуждена пи-электронная система, образующая двойные связи, то молекула в триплетном состоянии сохраняет целостность, но становится бирадикалом — у нее есть два неспаренных электрона. Поэтому триплетное состояние химически активно и вступает в разнообразные реакции,

например этилен при УФ-облучении частично димеризуется в циклобутан. Молекула может также вернуться из триплетного состояния в базовое, невозбужденное путем излучения кванта света — фосфоресценции. В отличие от флуоресценции фосфоресценция может происходить спустя минуты и часы после облучения вещества, а разница в энергии поглощенного и излученного кванта света больше.

Так вот, у природных нуклеиновых оснований синглетное состояние крайне короткоживущее. Оно легко рассеивает энергию возбуждения в тепло через колебания и вращение молекулы, обмен атомами водорода и другие механизмы. Синглетное состояние пуриновых оснований, аденина и гуанина, живет около  $10^{-12}$  секунды — примерно в 10 000 раз меньше, чем синглетные состояния большинства ароматических молекул,





например аминокислоты триптофана. Пиримидиновые основания, цитозин и тимин, несколько уступают по устойчивости пуринам, но образование уотсон-криковских пар повышает устойчивость еще примерно в 50 раз благодаря рассеиванию энергии при обмене протонами в водородных связях пары. Кроме того, в нуклеиновых кислотах плоские молекулы азотистых оснований лежат стопкой, поэтому их пи-электронные системы взаимодействуют между собой (так называемое стэкинг-взаимодействие) и могут передавать друг другу энергию возбуждения, еще усиливая рассеивание и увеличивая устойчивость к ультрафиолету — до 20 раз по сравнению с одной парой нуклеотидов (Mulkidjanian et al., «BMC Evolutionary Biology», 2003, 3, 12. doi:10.1186/1471-2148-3-12).

Азотистые основания не только сами устойчивы к ультрафиолету, они защищают соседние молекулы. Например, предохраняют от УФ-расщепления фосфоэфирную связь (О-Р). При облучении глицеролфосфата отщепление фосфорной кислоты происходит в 300 раз быстрее, чем при облучении аденозинмонофосфата, а образование комплементарных пар и стэкинг-взаимодействие увеличивают степень защиты.

Таким образом, РНК-подобный полимер весьма устойчив к воздействию ультрафиолета: во-первых, благодаря свойствам отдельных азотистых оснований, во-вторых, благодаря стэкинг-взаимодействию между ними.

Показано, что короткие молекулы РНК синтезируются из отдельных нуклеотидов на поверхности минералов, таких, как алюмосиликатные глины и сульфиды металлов, в присутствии пиррофосфатов при упаривании воды и нагревании до 100—120°C. В концентрированных растворах формамида (исходного вещества для синтеза азотистых оснований) фосфорилирование и полимеризация нуклеотидов и соеди-

нение олигонуклеотидных цепей друг с другом идут особенно легко даже без минеральных катализаторов (Saladino et al, «Biochimie», 2012, 94, 1451—1456, doi:10.1016/j.biochi.2012.02.018).

Стэкинг-взаимодействие также способствует хиральной чистоте РНК-молекул. Олигонуклеотиды из трех-пяти звеньев достаточно коротки, чтобы даже из рацемической смеси нуклеотидов случайно получались хирально чистые молекулы, и при этом достаточно длинны, чтобы стэкинг-взаимодействие давало заметный бонус к защите. Присоединение к такой цепочке нуклеотида другой хиральности будет неустойчивым, так как он станет слабым звеном молекулы, и по мере роста цепи этот эффект усиливается.

Таким образом, солнечный ультрафиолет может служить фактором отбора по следующим направлениям:

- отбор самых УФ-стойких азотистых оснований, образующих комплементарные пары, среди других ароматических соединений;
- отбор хирально чистых олигонуклеотидов среди рацемических;
- отбор длинных молекул РНК по сравнению с более короткими;
- отбор молекул РНК, содержащих локальные двуспиральные участки (шпильки) среди молекул со случайными последовательностями.

Можно также представить себе некий аналог природной полимеразной цепной реакции — под ультрафиолетовым излучением на РНК-матрицах растут комплементарные цепи, затем локальный нагрев выше 100°C расщепляет двухцепочечные РНК на одиночные цепи, которые при снижении температуры опять достраивают себе комплементарные цепи. Это обеспечивает репликацию любых РНК, даже тех, что не обладают каталитической активностью.

Теперь рассмотрим следующий фактор, важный для первых биомо-

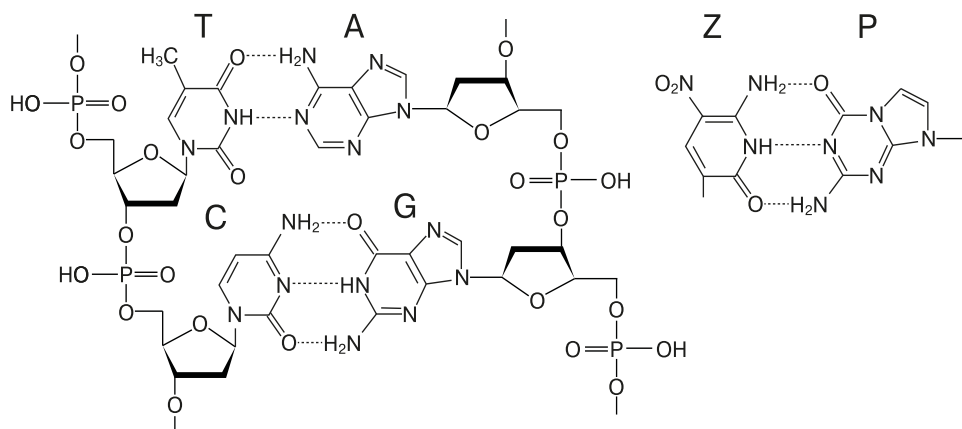
лекул, — ионный состав окружающей среды. Мы можем восстановить его по составу цитоплазмы современных клеток. Первые клетки вряд ли были способны контролировать содержание неорганических ионов — для этого требуются сложные липидные мембраны и энергозатратные системы активного транспорта. Поэтому, скорее всего, ионный состав тех клеток был таким же, как в их местообитаниях. К этому ионному составу приспосабливались первые РНК и белки, и затем менять его было бы уже слишком сложно. Аналогичным образом плазма крови по составу солей напоминает морскую воду, потому что первые животные появились в морях и регулировать содержание солей в крови научились далеко не сразу.

#### Содержание ионов металлов в морской воде, плазме крови и цитоплазме

Ионы	Морская вода	Плазма крови	Цитоплазма
Na <sup>+</sup>	0,4	0,14	0,01
K <sup>+</sup>	0,01	0,005	0,1
Ca <sup>2+</sup>	0,01	0,002	0,001
Mg <sup>2+</sup>	0,05	0,001	0,01
Fe	10 <sup>-8</sup> (Fe <sup>3+</sup> )	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-3</sup> —10 <sup>-4</sup>
Mn <sup>2+</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-6</sup>
Zn <sup>2+</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-3</sup> —10 <sup>-4</sup>
Cu	10 <sup>-9</sup> (Cu <sup>2+</sup> )	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
Cl <sup>-</sup>	0,5	0,1	0,1
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	10 <sup>-6</sup> —10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-2</sup>

Бросается в глаза высокое, по сравнению с морской водой, содержание в клетках калия и низкое — натрия (см. таблицу). По всем геохимическим реконструкциям, древние моря, подобно современным, содержали мало калия и много натрия. В континентальных озерах, как пресных, так и соленых, «клеточное» сочетание ионов тоже не встречается. Ближе всего к клеткам по соотношению калия и натрия оказываются воды геотермальных источников.

Другая особенность ионного состава клеток — высокая концентрация ионов переходных металлов, прежде всего железа и цинка, а также марганца и меди. Концентрация цинка в клетках в миллион раз выше, чем в морской воде! Обогащение этими четырьмя металлами характерно для одной разновидности геотермальных источников — «черных курильщиков».



Слева — фрагмент ДНК, в котором нуклеотиды содержат стандартные азотистые основания А, Т, Г, С, справа — пара альтернативных нуклеиновых оснований Z и P, способных выполнять ту же роль в ДНК

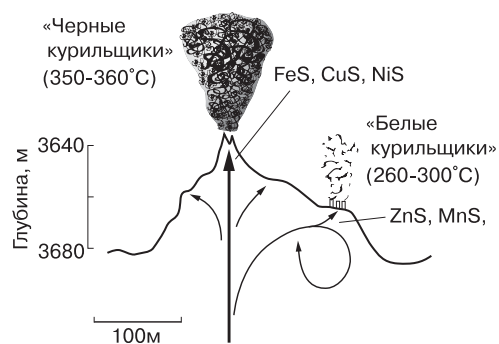


Схема и фотография «черных курильщиков»



«Черные курильщики» были открыты в 1977 году при погружениях батискафа «Алвин» Океанографического института Вудсхола (США) к Восточно-Тихоокеанскому поднятию. Глазам исследователей предстала поразительная картина — трубы на морском дне, из которых валит густой черный дым. Это, конечно, не дым, а перегретая геотермальная вода с температурой до 400 °С, которая не закипает из-за большого давления. Черной ее делает взвесь сульфидов металлов. Выходя из трубы, геотермальная вода охлаждается, и в осадок из нее сначала выпадают черные сульфиды: FeS, CuS, NiS. Из них складываются трубы «черных курильщиков». При дальнейшем охлаждении, в диапазоне 200—300°C, выпадают ZnS и MnS, покрывающие белым ковром дно вокруг «черных курильщиков». Если геотермальная вода течет медленно, она успевает остыть до 300°C еще до выхода в океан, и образуются небольшие «белые курильщики», трубы которых сложены из ZnS и MnS. Геотермальная вода обогащена также сероводородом, ионами калия и магния и имеет щелочную реакцию.

Здесь мы сталкиваемся с противоречием. С одной стороны, нуклеотиды и РНК несут на себе отпечаток отбора на устойчивость к ультрафиолету, с другой стороны, ионный состав клеток вроде бы указывает на их происхождение в морских глубинах, куда ультрафиолет проникнуть не может. Однако при более высоком атмосферном давлении древней Земли вода на ее поверхности кипела при более высокой температуре, и геотермальные источники могли доставлять сульфиды металлов и на поверхность континентов, под лучи солнца. Для осаждения на суше ZnS и MnS достаточно давления атмосферы в десять раз выше современного, для осаждения FeS и CuS — в 70—80 раз выше, примерно как на Венере. Геохимии не пришли к согласию относительно точных значений давления атмосферы древней Земли, но сходятся на том, что оно было заметно выше нынешнего — скорее всего, достаточно

высоким для отложения на суше сульфидов цинка и марганца.

Наконец, еще один ключевой неорганический компонент живых клеток — фосфат — не присутствует в достаточно высоких концентрациях ни в одной природной среде. Более того, высокая концентрация фосфата несовместима с клеточными концентрациями магния, кальция и других двухвалентных металлов — их фосфаты плохо растворимы и должны выпадать в осадок. (В клетке этого не происходит, потому что почти весь внутриклеточный фосфор находится в составе различных фосфорилированных органических молекул, соли которых с магнием и кальцием растворимы.)

Скорее всего, на древней Земле в отсутствие кислорода были распространены восстановленные формы фосфора — фосфиты и гипофосфиты, которые лучше растворимы в воде, чем фосфаты, и надо искать механизмы их накопления в высоких концентрациях (Holm et al, «Origins of Life and Evolution of Biospheres», 2011, 41, 483—493, doi: 10.1007/s11084-011-9235-4). Например, в континентальных геотермальных источниках фосфата бывает в 10—100 и даже в 1000 раз больше, чем в морях. В этих же источниках встречаются и фосфиты.

Армен Мулкиджанян и вулканолог Андрей Бычков предположили, что фосфиты и другие неорганические компоненты клеток концентрировались при испарении и конденсации в горячих источниках («Proceedings of the National Academy of Sciences USA»,

2012, 109, E821–E830; doi: 10.1073/pnas.1117774109). Горячая вода может достигать поверхности Земли в жидком виде (обычный горячий источник), в виде пара (фумарола) и через испарение с последующей конденсацией обратно в жидкость. В последнем случае образуются грязевые котлы. Исследования горячих источников показали, что некоторые неорганические ионы испаряются и конденсируются вместе с водой. К ним относятся фосфат, фосфит, калий, цинк, марганец, силикат и борат. (Конденсация летучих силикатов образует характерную мелкозернистую глину грязевых котлов.) Натрий и железо, напротив, остаются в жидкой фазе. Вместе с водой и ионами летят и конденсируются вулканические газы: сероводород, угарный газ, аммиак и синильная кислота. Кроме того, система из грязевых котлов, питаемая испарениями геотермальных вод, может накапливать промежуточные продукты абиогенных синтезов, особенно формамид — его температура кипения превышает 200°C при обычном атмосферном давлении, и за счет этого в высыхающих лужах его концентрация значительно возрастает. Так что слова Чарльза Дарвина о появлении жизни в «маленьком теплом пруду» оказываются ближе к реальности, чем всепланетный «первичный бульон» Опарина и Холдейна.

О других преимуществах горячих источников как возможного места предбиогенного синтеза мы поговорим в следующем номере.



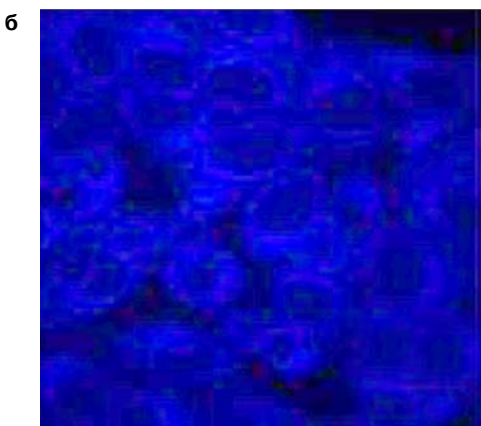
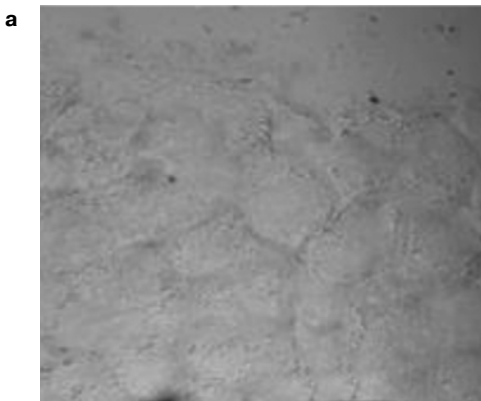
Биолого-химический факультет Московского педагогического государственного университета приглашает на конкурсной основе на должность заведующего кафедрой аналитической и неорганической химии доктора химических наук. Опыт работы зав. кафедрой приветствуется.

Более подробная информация по телефонам: (495) 683-01-55 (декан), (495) 683-16-07. Пятунина Светлана Камильевна.

# Молекулярный металлодетектор

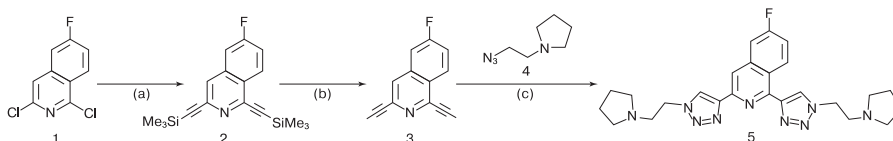


ФОТОИНФОРМАЦИЯ



Культуру клеток (а) обработали сначала кликафором, а затем выдержали в растворе сульфата цинка и хлорида железа. После освещения ультрафиолетом клетки стали светиться. Экспериментальные, с цинком — ярко (б), а контрольные — в двадцать раз слабее (в), отчего фотография и представляет собой почти идеальный черный квадрат

Химики из Департамента органической химии Индийской ассоциации развития науки во главе с доктором Джиотирмае Даш («Organic & Biomolecular Chemistry», 2013; doi: 10.1039/C3OB40075A) синтезировали сложное органическое соединение, которое назвали «кликафор». Оно работает как датчик на ионы цинка, кадмия и железа: образует с любым из этих ионов



комплекс, который способен флуоресцировать: излучаемый им свет сигнализирует о наличии металла. Такой молекулярный приборчик может работать и в водном растворе при нейтральных значениях pH, и в живой клетке.

Интенсивность свечения комплексов кликафор-металл уменьшается в ряду:  $Zn^{2+} > Cd^{2+} > Fe^{3+} > Cu^{2+} > Fe^{2+}$ . Исследователи приняли флуоресценцию комплекса с  $Fe^{2+}$  за точку отсчета и создали молекулярное логическое устройство для обнаружения цинка: если в растворе только ионы  $Fe^{2+}$  — молекула засветится слабо, что будет ответом «нет». При наличии ионов цинка она даст сильную флуоресценцию — имеем ответ «да». Очевидно, метод можно использовать также для пары кадмий/трехвалентное железо.

В работе индийских ученых отразились характерные тенденции современной химии. Это не только использование флуоресцентных свойств молекулы и концепция молекулярных логических устройств, но и методы так называемой клик-химии (отсюда и название вещества: «клик» + «флуорофор»). Клик-химия — развивающееся в последнее десятилетие направление органического синтеза, в котором большие молекулярные структуры создают из малых молекул (в подражание природе); реакции при этом должны проходить быстро, с минимумом побочных

продуктов и без применения высокого давления или температуры. Последнее важно для работы подобных соединений в живых системах.

Биологическая активность переходных металлов — причина, по которой нужно контролировать их содержание в воде и продуктах питания. Например, цинк — жизненно необходимый микроэлемент: выступает в роли кофактора

*Циклические части молекулы кликафора получают с помощью азидов — соединений, содержащих группу —N<sub>3</sub>. Эта характерная для клик-химии реакция протекает при комнатной температуре, давая лишь 1% побочных продуктов*

во многих ферментах, необходим для синтеза белков и нуклеиновых кислот. Однако кадмий, сосед цинка по подгруппе IIБ, очень ядовит: он замещает цинк и выводит из строя содержащие этот металл ферменты. В результате снижается иммунитет, и дело может закончиться злокачественным новообразованием. Кликафор же способен отлавливать ионы металлов не только в растворе, но и в живой клетке и, светясь в ней, сообщать о присутствии ядовитого элемента.

Благодаря своим замечательным свойствам кликафор наверняка найдёт применение и как лабораторный реагент, и как сенсорный материал для приборов-индикаторов.

Р.А.Бобылёв



# Чем плох ЕГЭ по химии

Кандидат педагогических наук,  
доцент Химического факультета  
МГУ им. М.В.Ломоносова

**Е.В. Батаева,**

кандидат химических наук

**М.Г. Гантман**

*«В редакцию зашел журналист. Предложил свои услуги:*

*— Хочу осветить серьезное мероприятие – выставку цветов. И разумеется – с антикоммунистических позиций.*

*Мы немного растерялись. Цветы и политика – как-то не вяжется... Мне представился заголовок:*

*“Георгин – великое завоевание демократии!”»*

*С. Довлатов. Демарш энтузиастов*

Сам заголовок звучит на первый взгляд слишком тенденциозно. Читателям как будто предлагают изначально согласиться с тем, что ЕГЭ по химии — это плохо. Но так ли плоха идея единого экзамена? Можно задать даже более конкретный вопрос: приносит ли ЕГЭ в его нынешнем виде хоть какую-то пользу учителям, школьникам или кому-то еще?

На наш взгляд, некоторая польза от ЕГЭ есть. Правда, польза эта — не учителям и не ученикам. Заключается она, как ни парадоксально, в том, что ЕГЭ по химии регулярно не сдают (то есть получают двойки) довольно много школьников, а большинство сдает на тройки. Ситуация выглядит странно: ЕГЭ по химии не обязательный, стало быть, сдавать этот экзамен должны те ребята, кто химию любит или, как минимум, будет изучать ее в вузе. Можно предположить, что сдающие экзамен должны быть подготовлены к нему, однако на деле это не совсем так.

В 2012 году в Челябинской области ЕГЭ по химии писал 1221 выпускник, из них 91 не справился с заданием даже на тройку. В Астраханской области из 469 человек 48 не справились с заданием (данные взяты с информационных порталов соответствующих регионов). В целом по России около 10% выпускников не справляются с заданиями ЕГЭ (examen.ru). Кроме того, из данных того же портала, а также сайта [www.ege.edu.ru](http://www.ege.edu.ru) следует, что средний набранный балл от года к году снижается. И это несмотря на то, что система оценки ЕГЭ в прошлом году изменилась (впрочем, об этой системе мы поговорим ниже).

Что же здесь полезного? На наш взгляд, польза в том, что описанная ситуация выявила проблему: школьники (и, увы, некоторые коллеги-учителя) не понимают, что такое знать химию. Длительные и многочисленные реформы образования, огромное число новых учебников (часть из которых содержит мало полезной информации при большом количестве ошибок) привели к тому, что даже школьнику, которому химия нужна, выучить этот предмет удастся не всегда. Поэтому прежде, чем мы перейдем к основной части, а именно к критике ЕГЭ, адресуем читателя к эпиграфу. Мы не стоим на жесткой позиции «ЕГЭ — это плохо» или «ЕГЭ — это хорошо». Идея единого экзамена нам кажется не безнадежной. Просто ее конкретная реализация выглядит странной. Не меньше вопросов, впрочем, вызывает система поступления в вузы, жестко завязанная на ЕГЭ.



ОБРАЗОВАНИЕ

Итак, какие же недочеты мы видим в ЕГЭ? Их не так уж мало. Попробуем эти недостатки разделить на несколько групп.

## 1. Психологический аспект

*Где Юпитер? Где Минервы?*

*Нервы, нервы, нервы, нервы...*

*Саша Черный*

Изначально считалось, что сдача ЕГЭ хорошо отразится на психологическом состоянии выпускников и их родителей. Ведь раньше в конце 11 класса ребята сдавали экзамены, получали аттестаты, затем праздновали окончание школы и буквально через одну-две недели (иногда чуть больше) приступали к сдаче вступительных экзаменов, которые были сложнее, чем школьные. Конечно, для абитуриентов и их родителей время с мая по июль было связано с очень большими переживаниями. Казалось бы, ЕГЭ должен эту проблему решить — напиши в июне ЕГЭ, разошли результаты по интересующим вузам и жди поступления. Но не тут-то было.

Наши наблюдения показывают, с каждым годом нервозность ребят по отношению к ЕГЭ возрастает. Если в первые годы проведения ЕГЭ школьники спокойно относились к тому, что весь год их просто учат химии, а к тестам готовят последний месяц, то сейчас во многих школах вводят факультативы «подготовка к ЕГЭ». На портале «Статград» практически ежемесячно публикуют тренировочные варианты, и школьники считают необходимым написать все эти тесты. В результате вместо обучения мы начинаем заниматься натаскиванием на решение тестов. Разница огромная. Конкретные примеры и аргументацию этого тезиса читатель найдет ниже.

Однако на этом нервозность не заканчивается. Прежде, когда школьники сдавали вступительные, они узнавали, поступили или нет, уже через одну-две недели. Заметим, что в МГУ экзамены шли раньше других вузов, а в начале 2000 годов разрешили сдавать вступительные экзамены сразу в несколько вузов, так что абитуриент мог поступать, пока не поступит. Понятно, что это было непросто, но абитуриент почти сразу знал, прошел он или нет. Ситуация с ЕГЭ эту картину не упростила, а напротив — осложнила. Ведь теперь выпускник, отослав свои результаты в вуз, ждет информацию о проходном балле гораздо дольше. Более того, после первой волны набора у некоторых ребят и родителей не выдерживают нервы и они идут либо на платное отделение, либо в менее престижный вуз, а потом оказывается, что можно было дожидаться второй волны и пройти на бесплатное отделение престижного вуза. Так что функцию «уменьшить стресс абитуриентов и родителей» ЕГЭ пока не выполняет.

Идеология ЕГЭ сейчас распространяется на всю школу — ребята после 9 класса сдают как минимум два экзамена в виде тестов (ГИА), в некоторых школах ученики при переходе из 4 в 5 класс тоже пишут тесты. Все это также увеличивает нервозность школьников. Уже и девятиклассников начинают «натаскивать на ГИА».

## 2. Кому это надо?

*Счастье для всех, даром, и пусть никто не уйдет обиженный!*

*А. и Б. Стругацкие*

Сторонники ЕГЭ считают, что при новой системе поступления выиграют вузы. Увы, согласиться с этим мы тоже не можем. Опыт общения с коллегами из хороших провинциальных вузов – Астраханского, Тверского, Смоленского университетов – показывает, что они сильно проиграли от введения ЕГЭ. И это объяснимо. Самые сильные вузы — те же МГУ им. М.В.Ломоносова или МФТИ – набирают самых сильных абитуриентов, «среднячки» сюда не проходят, и многие из них, не выдержав психологического давления (о котором мы говорили выше), подают документы в совсем слабые вузы, стремясь поступить хоть куда-нибудь. Таким образом, хорошие провинциальные университеты теряют хороших абитуриентов.

Создатели ЕГЭ также уверяли, что этот экзамен даст возможность абитуриентам из разных регионов равные шансы на поступление в любой вуз. На практике это совсем не так. Как учили школьников в разных регионах по-разному, так и учат. А это означает, что как были регионы, в которых ребят хорошо учат химии (например, Тула или Брянск), так они и остались. И в этих городах средний балл по ЕГЭ выше среднего балла в регионах, где нет сильных химических школ. А значит, шанс поступить все равно имеют ребята, которые учатся в хорошей школе, у хорошего учителя, либо активно занимаются самоподготовкой.

Кстати, о самоподготовке. До введения ЕГЭ была широко развита система довузовской подготовки. Самый примитивный вариант – репетитор из вуза, но ведь этот вариант отнюдь не единственный. Были, например, заочные школы, например, Открытый Лицей «Всероссийская заочная многопредметная школа», в том числе дистанционные, вечерние школы. Конечно, они ставили своей целью не просто подготовить к поступлению, но и дать дополнительное образование. Тем менее их усердные слушатели обычно успешно сдавали экзамен по химии в МГУ. На первый взгляд такая ситуация кажется нечестной. Ведь школьник из какого-нибудь дальнего региона не имеет возможности нанять репетитора из МГУ. Но система заочного (дистанционного) образования демократична, и школьник из самого далекого от Москвы региона вполне может позволить себе обучаться дистанционно.

Сейчас ситуация не улучшилась. Если школьник попал к слабому учителю, или в слабую школу, или просто в очень слабый класс, то ему придется готовиться к ЕГЭ самому. А значит, школьник все равно идет к репетитору. Только не вузовскому, а к обычному репетитору, который «натаскает» его на ЕГЭ. Казалось бы, в чем разница? А она есть — и огромная. Преподаватель вуза, готовящий абитуриента к экзамену, четко понимает две вещи. Во-первых, абитуриент будет сдавать экзамен не ему самому, а другому преподавателю. Значит, надо готовить максимально хорошо, чтобы ребенок сдал. Во-вторых, этого ребенка в вузе будет учить он сам или его коллега, стало быть, надо не только натаскать на экзамен, но и обучить своему предмету, иначе потом студента придется отчислить.

Репетитор по подготовке к ЕГЭ никакими подобными рассуждениями и обязательствами не связан. Более того, большинство таких репетиторов уверено, что надо просто разобрать два-три десятка вариантов с ребенком и он успешно сдаст экзамен. Проблема, однако, в том, что законам химии, логике этой науки такой репетитор обычно не учит. И если на экзамене выпускник встретится с задачей нового типа, он с ней, скорее всего, не справится. Забавно, кстати, что репетитор по подготовке к ЕГЭ обычно стоит дороже репетитора, готовившего абитуриента в вуз. О содержании ЕГЭ мы еще поговорим дальше, а тут мы просто хотим констатировать,

что, к сожалению, никаких «равных возможностей» при поступлении в вузы у школьников по-прежнему нет.

## 3. Содержание

*Пойди туда, не знаю куда...*

*Философская максима*

А теперь поговорим о самом экзамене, его содержании, о том, что экзамен проверяет. Тут мы видим богатый набор недостатков.

Химию нельзя рассматривать естественной наукой в чистом виде. В свое время неокантианцы предложили делить науки по методу познания на идиократические (термин В.Виндельбанда) и номотетические (термин Г.Рикерта). В первом случае метод познания сфокусирован на поиске индивидуальных особенностей человека или любого иного объекта (например, цивилизации, конкретного эволюционирующего общества), по которым он отличается от остальных людей (или объектов). К таким наукам относится, например, история. Во втором случае познание направлено на выявление общих закономерностей. Такова, например, математика.

Так сложилось, что пока химию мы можем отнести и к идиократическим наукам, и к номотетическим. С одной стороны, в химии работают фундаментальные законы, например закон Д.И.Менделеева. С другой стороны, из каждого закона в химии есть исключение. Например, если бездумно применить Периодический закон к элементам первой группы таблицы Менделеева, то можно легко и непринужденно написать формулу оксида калия, не подумав о том, что в обычных условиях это соединение получить крайне трудно, в отличие, например, от оксида лития.

Казалось бы, при чем тут ЕГЭ? А при том, что чем больше в науке используется идиократический подход, когда ищут не закономерности, а именно различия, тем нужнее в экзамене вопросы, требующие развернутого ответа, рассуждений абитуриента, а не просто расчета или выбора одного варианта из четырех. В этом смысле идеален устный экзамен по химии, хотя понятно, что унифицировать его крайне трудно. Однако увеличить в ЕГЭ число заданий, требующих от учащегося некоторых рассуждений, нам кажется совершенно необходимым. Понятно, что в результате возрастет нагрузка не только на учеников, но и на экспертов. Но ведь это нам нужно, чтобы выпускники хорошо знали предмет, то есть умели рассуждать на заданную тему.

Неплохие задания такого рода встречались во вступительных экзаменах в вузы начала 2000-х годов. «Обсудите возможность взаимодействия веществ А и Б». Причем выбирали такие вещества, которые взаимодействовали по-разному при разных условиях. Другой пример подобного задания: «Расположите металлы (Mg, Al, Cu) в ряд по увеличению активности, мотивируйте ответ, опишите эксперимент, который бы подтвердил ваш вывод». Такие вопросы хороши и в органической химии, в центре которой — взаимосвязь строения вещества и его свойств. Например, «Расположите карбоновые кислоты (уксусная, пропановая, хлоруксусная) в ряд по увеличению активности. Мотивируйте ответ».

Второй, не менее фундаментальный недостаток ЕГЭ по химии (впрочем, вероятно, не только по химии) состоит в том, что этот экзамен не требует от абитуриента выбора пути решения задачи. Либо ученик знает формулу для расчета, конкретную реакцию или определение, и тогда он успешно справляется с задачей, либо не знает, и тогда делать ему нечего. Например, в заданиях по органике не встречаются синтезы. Однако именно они позволяют оценить не только знания по химии, но и умение оптимизировать решение, выбирать из нескольких вариантов лучший.

Третий недостаток, очевидно, вытекает из первых двух. «Натаскать» ученика к ЕГЭ проще, чем обучить его химии. В ре-

зультате на выходе мы получаем не потенциального мыслителя (будет ли он потом ученым, инженером, учителем или врачом, не важно), а «непродвинутого юзера» — человека, который готов в каждой ситуации действовать только по инструкции. Впрочем, этот тезис мы разовьем в следующей части.

Четвертый недостаток точнее всего формулируется эпиграфом к этой главе. На ЕГЭ нередко встречаются вопросы, в которых трудно понять, что имел в виду автор. И ученику приходится думать не о химии, а о том, какой ответ сочтет верным составитель варианта. Например, в тренировочном варианте 2012 года ученикам предложили оценить истинность или ложность высказывания «При действии хлорида бария на растворимые карбонаты выпадает осадок, растворимый в сильных кислотах». С точки зрения формальной логики если есть хотя бы одна сильная кислота, в которой карбонат бария не растворяется, то высказывание ложно. Такая кислота, очевидно, есть — серная. Однако автор задачи сильной кислотой, по-видимому, считает ион  $H^+$ , а потому высказывание считает истинным (мы никак иначе не можем это объяснить).

Этот пример, кстати, прекрасно иллюстрирует высокую степень идиократичности химии. В этой науке нельзя обойтись без деталей, подробностей, связанных с природой конкретного соединения. Кроме того, заметим, что этот пример иллюстрирует еще один недостаток ЕГЭ. На этом экзамене человек, хорошо знающий химию, оказывается в проигрышной ситуации. Ведь если школьник не подумает (или не вспомнит), что сульфат бария нерастворим, он согласится с автором задачи и укажет, что данное высказывание истинно. А химически грамотный школьник пострадает.

На самом деле у этого недостатка есть и другая сторона. Сам бланк ответов на ЕГЭ — источник ошибок. Очень часто ребята делают ошибки, когда переносят ответы части А из черновика на бланк. Этих ошибок было бы много меньше, если бы выпускникам разрешали просто обводить верный ответ прямо на тестовом бланке. Заметим, что этот, казалось бы, незначительный недостаток больше всего вредит не тем, кто не знает, а тем, кто не очень аккуратен. Но ведь неспроста говорят, что люди, склонные к научному труду, нередко не отличаются аккуратностью, тем более в школе. Значит, ЕГЭ более выгоден аккуратному, но не думающему ученику, чем думающему, но не очень аккуратному.

Сильный ученик проигрывает на ЕГЭ еще и потому, что этот экзамен недостаточно учитывает суть химии как экспериментальной науки. Понятно, что сделать общероссийский экзамен по химии с практикумом сегодня невозможно, но как минимум надо свести всю «бумажную химию» в ЕГЭ к нулю. В заданиях ЕГЭ есть много реакций, протекание которых требует очень специфических условий. Например, синтез несимметричных алканов по реакции Вюрца (выход в которой составляет не более 30%) или селективное дегидрирование алканов в алкен или арен. Вновь сильный школьник, знающий и понимающий, что эти реакции не препаративные, проигрывает ученику, которому объяснили, «как надо писать ЕГЭ».

Интересно отметить, что часть вопросов ЕГЭ, связанная непосредственно с экспериментом, точнее, его описанием, тоже часто содержит ошибки. Например, один из вариантов содержал вопрос о том, в какой посуде можно готовить раствор щелочи — в толстостенном стеклянном стакане или в фарфоровом (эта формулировка задания, возможно, не совсем точна, поскольку варианты ЕГЭ, написанные школьникам, не опубликованы). В старом издании руководства по неорганическому синтезу под редакцией Г. Брауэра действительно сказано, что со щелочными растворами работать надо в фарфоровой посуде. Связано это в первую очередь с тем, что в годы, когда издавалась эта книга, стекло было очень низкого качества. Оно трескалось при сильном нагревании. Но сейчас этой проблемы нет — химическую посуду делают из термостойкого стекла, и ничто не мешает приготовить рас-



твор щелочи в стеклянном стакане. В этой ситуации верно ответить на вопрос может только ученик, которого натаскали на этот конкретный вопрос. Школьник же, который химию знает как науку экспериментальную, скорее всего, вспомнит свой собственный опыт и даст ответ, что щелочь можно готовить и в стекле, и в фарфоре. Рассуждение, что толстостенная стеклянная посуда не выдерживает нагрев, школьнику не очевидно, так как у многих дома есть толстостенные кастрюльки для микроволновой печи.

А что же все-таки проверяет ЕГЭ? На наш взгляд, на ЕГЭ проверяют владение базовыми алгоритмами. Самыми простыми. Даже, можно сказать, примитивными. Определить по электронной формуле символ химического элемента, рассчитать количество вещества, определить, в какую сторону сместится равновесие, составить уравнения реакций. Правильно, эти умения, должны быть доведены до автоматизма у любого школьника. Но они не определяют суть химии. Если заикнуться только на них, то, как говорится, за деревьями можно не увидеть леса. Ведь главное в химии все-таки связь строения и свойств веществ или, например, синтез веществ. При этом, повторим, в ЕГЭ нет ни одного органического синтеза — только «цепочки». Причем цепочки, которые проверяют не фактические знания школьников, а их умение распознавать «тонкие намеки» автора.

Меньше всего хочется говорить о технических недочетах ЕГЭ — о некорректно сформулированных заданиях или проблемах, связанных с машинной проверкой заданий части В, когда машина не распознает ответ. Не то чтобы эти проблемы не важны. Важны, но их устранить гораздо проще. Первую — тщательным рецензированием вариантов (которое, как нам кажется, уже введено), вторую — апелляцией. А вот четыре первые названные проблемы нам видятся серьезными, ибо они не технические, они «идеологические». Однако, к сожалению, и этим недостатки ЕГЭ не исчерпываются, потому что есть еще проверка.

## 4. Проверка

*Так, например, один горожанин, как мне рассказывали, получив трехкомнатную квартиру на Земляном валу, без всякого измерения и прочих вещей, от которых ум заходит за разум, мгновенно превратил ее в четырехкомнатную, разделив одну из комнат пополам перегородкой. Засим эту он обменял на две отдельных квартиры в разных районах Москвы — одну в три и другую в две комнаты. Согласитесь, что их стало пять. Трехкомнатную он обменял на две отдельных по две комнаты и стал обладателем, как вы сами видите, шести комнат, правда, рассеянных в полном беспорядке по всей Москве. Он уже собирался произвести последний и самый блистательный вольт, поместив в газете объявление, что меняет шесть комнат в разных районах Москвы на одну пятикомнатную квартиру на Земляном валу, как его деятельность, по независящим от него причинам, прекратилась.*

*М.А. Булгаков. Мастер и Маргарита*

Тест написан, проверен экспертами, школьникам выставлены первичные баллы. А потом их пересчитывают в итоговый

балл. И тут начинаются манипуляции столь же сложные, что и приведенные в эпиграфе. Раньше итоговый балл за задачу определяли по числу школьников, решивших эту задачу. Если с задачей справились многие, то за нее давали мало баллов. Если же не справился почти никто, то за нее давали много баллов. Как мы уже говорили, ЕГЭ проверяет только самые простые, базовые умения и навыки. Возможна ситуация, при которой, например, в задачах части В и С есть одинаковый шаг (расчет количества вещества). В первичной разбалловке этот шаг в части В и С стоит один первичный балл. Но если окажется, что эти задачи решило заметно разное число школьников, то этот один первичный балл дальше превращается в разное число баллов. Такая ситуация кажется нам нелогичной и странной. Если задача включает элемент, подробно не рассматриваемый в школьной программе, то большое число школьников задачу, разумеется, не решает. Но это ни о чем не говорит. Возможно, большинство учителей химии не считают этот элемент программы важным, потому рассматривали его вскользь. Или формулировка задачи была непонятна большинству школьников.

Однако в 2012 году проверка ЕГЭ протекла еще «чудеснее»: при пересчете первичного балла в итоговый учитывали общее число ошибок в работе. Причем система оценивания была совершенно непрозрачной. Сложилось впечатление, что первые 7 ошибок оцениваются по 3 балла, а все последующие — по 1 баллу. Такая система оценок опять работает против наиболее сильных ребят. Мало того, при таком подходе не сдать ЕГЭ становится гораздо труднее, чем раньше. Заметим, однако, что доля не сдавших по сравнению с прошлым годом все равно возросла. А для учителей новая система оценивания оказалась неожиданной.

## 5. Объективность ЕГЭ

*Свои люди — сочтемся.*

*Философская максима № 2*

Одним из главных аргументов «за» ЕГЭ был такой: введение единого экзамена повысит объективность оценивания. При сдаче устных экзаменов оценки детям ставят необъективно,

нечестно. Иногда родители приносят «подарки» учителям, а они за это ставят детям высокую оценку. Или просто учителя необъективно относятся к своим ученикам и поэтому ставят слишком высокую (или низкую) оценку. А потом оказывается, что ученик, сдавший химию в школе на «отлично», не может справиться со вступительными испытаниями в вуз.

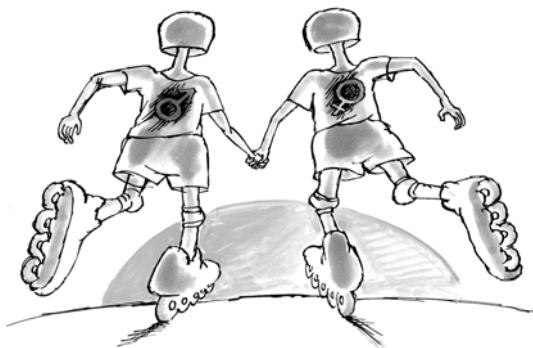
Действительно, при централизованной проверке всех работ трудно договориться с экспертом. Но «трудно» ведь не означает «невозможно». Вспомним нашумевшую историю 2011 года, когда «стобалльники» по русскому языку не смогли грамотно написать заявление о приеме в вуз. А это значит, что ЕГЭ не решил проблему коррупции. Скорее, просто вывел ее на другой уровень. И наверное, об этом можно было бы даже не говорить, если бы не одно «но». С введением ЕГЭ махинации стали более масштабными и намного более заметными и взрослым, и школьникам. И тут уже надо говорить не только об образовании, но и о воспитании. Хотим мы того или нет, но мы ребят воспитываем. Воспитываем в том числе и личным примером. Что преподаватель должен ответить школьнику, который увидит такого вот «липового» стобалльника среди своих сокурсников? Какие выводы сделает сам школьник? Дай Бог, чтобы школьник нашел в себе силы признать, что главное — оставаться честным. Но можно ли будет осуждать его, если он сделает иной выбор?

Вообще, значительная часть нынешних школьников не готова к обучению в вузе. И это вина не учителей. Число часов на химию постоянно уменьшается, и в такой ситуации очень сложно сохранить высокое качество преподавания. Тем не менее здесь есть и опосредованное влияние единого экзамена. Сегодня работу учителя оценивают по результатам ЕГЭ его школьников. И неудивительно, что происходит «переориентирование» курса, из которого исчезают вопросы, требующие обсуждения, и все больший упор делается на тесты.

Попробуем подвести итоги. Мы считаем, что сама по себе идея единого экзамена неплоха. Однако конкретная его реализация пока, увы, не выдерживает критики. Ни одна из заявленных целей, к сожалению, не была достигнута.



## О подписке



*Напоминаем, что на наш журнал с любого номера можно подписаться в редакции. Стоимость подписки на первое полугодие 2013 года с доставкой по РФ — 780 рублей, при получении в редакции — 540 рублей. Об электронных платежах см. [www.hij.ru](http://www.hij.ru).*

### Реквизиты:

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



## Об архиве

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





КНИГИ

**Л.А.Маркова**  
Наука на грани с ненаукой  
Канон, 2013



**В** книге предлагается анализ итогов бурного развития социологических исследований науки, которые привели к стиранию жестких границ между истиной и ложью, объективным и субъективным, а также других системно связанных с этими понятиями. Подвижность устойчивых в классике границ образует поверхность как новую онтологию науки, как ее контекст, как ненауку, которая, тем не менее, порождает именно науку.

**Сергей Ольденбург**  
Этюды о людях науки  
РГГУ, 2013



**В** научном наследии академика С.Ф.Ольденбурга значительное место занимают очерки о крупнейших востоковедах, отечественных и зарубежных. Они представляют широкую панораму истории науки в XIX — начале XX века. Всех, о ком писал С.Ф.Ольденбург, он знал лично. Очерки содержат не только характеристику научной деятельности, но и яркие портреты выдающихся ученых.

**Александр Воин**  
Единый метод обоснования научных теорий  
Алетейя, 2013



**М**онография посвящена методу, выработанному в процессе эволюции естественных наук, но впервые представленному автором. Отсутствие эксплицитно представленного метода обоснования в сочетании с трудностями и парадоксами современной физики привело к переживаемому сегодня кризису рационалистического мировоззрения, снижению эффективности науки, особенно гуманитарной

**Майкл Брукс**

Тринадцать вещей, в которых нет ни малейшего смысла: самые интригующие научные загадки нашего времени  
ЛомоносовЪ, 2013

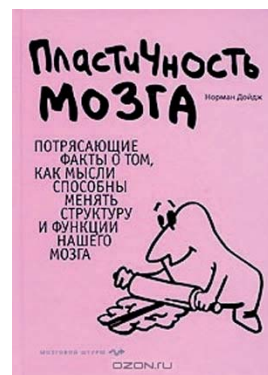


**Н**ам доступны лишь четыре процента Вселенной — а где остальные 96? Постоянны ли великие постоянные, а если постоянны, то почему они не постоянны? Что за чертовщина творится с жизнью на Марсе?

Свобода воли — вещь, конечно, хорошая, но эта самая воля — она чья? И так далее... Майкл Брукс не издевается над здравым смыслом, он лишь доводит этот «здравый смысл» до той грани, где самое интересное как раз и начинается. Великолепная книга, в которой поиск научной истины сближается с авантюризмом, а история научных авантур оборачивается прогрессом науки. Не зря один из критиков назвал Майкла Брукса «Индианой Джонсом в лабораторном халате». Майкл Брукс — британский ученый, писатель и научный журналист, блистательный популяризатор науки, консультант журнала «Нью сайентист».

**Норман Дойдж**

Пластичность мозга: Потрясающие факты о том, как мысли способны менять структуру и функции нашего мозга  
Научный мир, 2012



**П**редставление о том, что мысли способны менять структуру и функции мозга даже в пожилом возрасте, — важнейшее достижение в области неврологии за последние четыре столетия. Норман Дойдж рассказывает о блестящих ученых, развивающих пока еще новую науку о нейропластичности, и о поразительных успехах людей, жизнь которых они изменили. В книге есть примеры выздоровления пациентов, перенесших инсульт; описаны случаи, когда половина мозга перепрограммирует себя для выполнения функций отсутствующей половины, истории о людях, которые преодолели необучаемость и эмоциональные нарушения, повысили уровень интеллекта или восстановили свой стареющий мозг.

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

# Женщина, которую называли «матерью атомной бомбы»

Кандидат химических наук  
**С.И.Рогожников**

Большинство открытий сделали мужчины. Однако и женщины внесли весомый вклад в научную картину мира. Достаточно вспомнить одну из основоположниц учения о радиоактивности — Марию Склодовскую-Кюри. Вместе с Пьером Кюри она открыла радий и полоний, исследовала свойства радиоактивных веществ, разработала основы количественных методов радиоактивных измерений, установила, что радиоактивное излучение влияет на живые организмы. Мария Кюри дважды была награждена Нобелевской премией (в 1903 году — по физике, в 1911 году — по химии), и она единственная на сегодня получила эту почетную награду в двух разных областях естествознания. Ее дочь Ирен вместе с мужем Фредериком Жолио-Кюри в 1935 году также получила Нобелевскую премию по химии за открытие искусственной радиоактивности.

Гораздо меньше людей знают имя другой выдающейся женщины XX века. Речь идет о Лизе Мейтнер (1878—1968), исследования которой открыли атомную эру в истории человечества и позволили освоить неисчерпаемые запасы энергии, скрытые в ядрах атомов. Работы Мейтнер привели к созданию атомной бомбы, а в дальнейшем и атомной энергетики.

Австрийский физик и радиохимик Лиза Мейтнер родилась 7 ноября 1878 года в Вене. Она была третьим ребенком из восьми. Ее отец, преуспевающий адвокат и известный шахматист Филипп Мейтнер, придерживался прогрессивных для того времени взглядов. Девочек на рубеже веков в Австро-Венгерской империи в основном учили рисованию, музыке, танцам, а также ведению домашнего хозяйства. Считалось, что этого вполне достаточно для хорошей жены и матери, и большинству девушек даже в голову не приходило, что они могут иметь какую-то профессию. Однако у Лизы уже в школьные годы проявился интерес к математике и естественным наукам.

Умная и любознательная девушка мечтала об учебе в Венском университете, но в то время австрийские университеты были закрыты для женщин, обучение стало возможным лишь в конце 1890-х годов. Стремясь воспользоваться предоставленным шансом, Лиза начинает готовиться к поступлению в университет и в июле 1901 года становится студенткой Венского университета. Из четырнадцати девушек, проходивших в том году испытания, успешно выдержали его лишь четверо.

Закончив бакалавриат, Лиза приступила к работе над докторской диссертацией. В 1906 году она защитила работу на тему «Теплопроводность неоднородных тел», став второй женщиной, получившей степень доктора по физике, за 541 год существования Венского университета. Узнав об успехах Марии Кюри, Мейтнер начинает изучать радиоактивность, исследует в Физическом институте Венского университета поведение альфа-частиц. А в 1907 году она отправляется в Берлин, чтобы посещать лекции Макса Планка по теоретической физике. Женщинам тогда официально не разрешали



учиться в немецких университетах, но Планк в виде исключения позволил Мейтнер присутствовать на своих занятиях.

В сентябре 1907 года в Берлине Мейтнер знакомится с молодым химиком Отто Ганом, который работал в Химическом институте Берлинского университета под руководством знаменитого Эмиля Фишера. Ган предложил Мейтнер изучать радиоактивность вместе, и через месяц Лиза уже начала свою научную деятельность в его лаборатории. Поскольку женщины в институте не имели никакого официального статуса как исследователи, жалованья Лиза не получала и жила на скромную поддержку, которую оказывали ей родители.

Эмиль Фишер сначала не разрешал Лизе работать в его институте, поскольку считал, что женщины не должны заниматься научными исследованиями. Однако через некоторое время он все-таки пошел на компромисс и позволил Мейтнер работать с Ганом, но определил им место в бывшей столярной мастерской в подвале института и поставил условие, что Мейтнер никогда не будет подниматься на верхние этажи здания, где находились химические лаборатории, в которых работают мужчины. Кроме того, Лизе не разрешили пользоваться парадным входом, она должна была заходить в институт через запасной выход. Это был уже не первый и, к сожалению, не последний случай дискриминации по половому признаку в ее научной карьере. Только в 1908 году в Германии вышел указ, разрешавший девушкам доступ к университетскому образованию, и с этого времени Лиза смогла пользоваться всеми помещениями института. Постепенно даже сам Фишер изменил к ней отношение и не раз помогал Лизе в работе.



Брокгауза (оно было на имя «господина Мейтнера»), который, ознакомившись с несколькими ее статьями, попросил написать статью о радиоактивности. Когда Лиза в ответ написала, что она не господин, а дама, редактор отказался от своей просьбы, заявив, что никогда не будет публиковать работу женщины.

Во время Первой мировой войны Гана мобилизовали, и он больше года служил в спецподразделении Фрица Габера, занимавшегося разработкой и производством отравляющих газов. Мейтнер в это время добровольно отправилась на фронт медсестрой-рентгенологом, работала в полевых госпиталях австро-венгерской армии. После войны Лиза вернулась в институт, где наконец-то стала получать достойную зарплату (почти как у Отто). В 1917—1918 годах им удалось обнаружить долгоживущий изотоп нового радиоактивного элемента протактиния, предсказанного еще Менделеевым, который стал недостающим звеном в Периодической таблице между торием и ураном.

Вскоре Фишер разделил лабораторию Гана — Мейтнер на две части. Лизу назначили руководителем отдела радиофизики (она возвращается к исследованию альфа-, бета- и гамма-излучения), а Ган возглавил отдел радиохимии. В 1922 году Лиза становится доцентом Берлинского университета. Первую публичную лекцию она прочитала 31 октября 1922 года на тему «Значение радиоактивности для космических процессов». Когда Лиза вошла в аудиторию, то была удивлена большим количеством присутствующих на лекции женщин. Оказывается, ежедневная берлинская газета, объявляя об этом, написала вместо «космических» — «косметических». Корреспондент посчитал невероятным, чтобы женщина занималась таким сложным и к тому же сугубо мужским делом, как исследование космоса.

В 1920-х годах Мейтнер предлагает теорию строения ядер, согласно которой в их состав входят альфа-частицы, протоны и электроны, и открывает безызлучательный переход, получивший впоследствии название «эффект Оже» (по имени французского ученого Пьера Оже, открывшего его независимо двумя годами позже).

В 1926 году Мейтнер становится профессором Берлинского университета и первой женщиной в Германии, достигшей таких высот в науке. Коллеги уважали ее за научные достижения, Эйнштейн называл Лизу «нашей Марией Кюри», ставя ее по уровню таланта даже выше Склодовской-Кюри. К 1930 году Мейтнер опубликовала более восьмидесяти статей, ее научная репутация укреплялась с каждым годом. За успехи в науке с 1924 по 1934 год Мейтнер и Гана восемь раз выдвигали на Нобелевскую премию. На фотографии участников Седьмого Сольвеевского конгресса по физике «Строение и свойства атомного ядра» (1933 год) Мейтнер — в первом ряду среди крупнейших ученых того времени, таких, как Ленц, Франк, Бор, Ган, Хевеши, Гейгер, Герц и др.

В 1933 году к власти пришел Гитлер, а 7 апреля вышел закон, не позволявший евреям состоять на государственной службе. Германию покидают Габер, Эйнштейн, Макс Борн и многие

Первые годы сотрудничества Гана и Мейтнер были в основном направлены на исследования бета- и гамма-лучей. Постоянные опыты с радиоактивным излучением с короткими перерывами на сигарету, черный кофе и бутерброд, и все это без оплаты — в таких условиях трудилась Лиза в тот период. Ученые проработали в столлярной мастерской пять лет, выполняя все эксперименты самостоятельно. Конечно, эта лаборатория была совершенно не приспособлена к проведению научных исследований. И Лиза, и Отто часто страдали от головных болей. Несмотря на это, коллеги сделали несколько важных наблюдений и разработали ряд ценных методов. В 1912 году Планк предложил Мейтнер место своего ассистента — так Лиза впервые получила оплачиваемую должность, став к тому же первой женщиной-ассистентом в Берлинском университете.

В том же году «исследовательская группа» Гана и Мейтнер переехала в только что построенное здание Института Общества кайзера Вильгельма поощрению наук в пригороде Берлина, где Ган возглавил небольшое отделение по изучению радиоактивных веществ. Условия там были несравненно комфортнее, но Отто принял на должность профессора, а Лиза продолжала работать как приглашенный исследователь без оплаты. Лишь через год она стала научным сотрудником, причем с гораздо более низкой заработной платой, чем у Гана.

Отношение в те времена к женщинам, занимающимся наукой, хорошо видно из следующего случая. Однажды Лиза получила письмо от редактора немецкой энциклопедии

другие еврейские ученые. Ган и Планк пытались защитить Мейтнер от увольнения, перечисляя ее научные достижения, но это не помогло: 6 сентября Мейтнер наряду с 47 другими преподавателями увольняют из Берлинского университета, оставив ее, однако, как австрийскую подданную, в Институте кайзера Вильгельма.

Впоследствии Лиза говорила, что совершила ошибку, не уехав из Германии в то время, поскольку это выглядело как поддержка нацизма. Однако тогда она не задумывалась об этом, поскольку с головой была погружена в научные исследования. В 1934 году под влиянием работ итальянского физика Энрико Ферми Мейтнер после 12-летнего перерыва возобновляет сотрудничество с Ганом, пытаясь найти ответ на вопрос, что же все-таки происходит с ураном при действии на него нейтронов. Их исследовательская группа, к которой вскоре в качестве химика-аналитика присоединился Фриц Штрассман, начинает соревнование с итальянским коллективом Энрико Ферми и французской группой Ирен Кюри.

Своими опытами ученые хотели ответить на вопрос, действительно ли Ферми получил трансурановые элементы, или это были лишь изотопы уже известных элементов. Результаты были опубликованы примерно в двадцати статьях 1934—1938 годов: полученное Ферми вещество не было изотопом протактиния, а значит, это, возможно, были трансурановые элементы. К 1937 году Мейтнер и Ган получили, как они считали, по крайней мере несколько новых радиоактивных элементов.

В марте 1938 года Австрия вошла в состав гитлеровского рейха, на Мейтнер стали распространяться нацистские антисемитские законы. Теперь она уже не могла руководить отделением в Институте кайзера Вильгельма. Чтобы не оказаться в концлагере, Лиза покидает Германию — с маленьким чемоданом, десятью рейхсмарками в кармане и с бриллиантовым перстнем, который, как указано в некоторых источниках, дал ей Ган для подкупа пограничников (к счастью, этого не понадобилось), она бежит в Голландию. Лиза добирается до Швеции и там получает должность в Нобелевском институте экспериментальной физики — директор Карл Сигбан предоставил ей место для создания лаборатории, однако не выделил ни сотрудников, ни оборудования, ни средств на проведение исследований. Мейтнер была очень расстроена таким холодным приемом. От депрессии ее спасали лишь письма Гана, который вместе со Штрассманом продолжал исследования в Берлине. В своих письмах Отто советовался с Лизой, обсуждал новые идеи и экспериментальные факты, просил ее высказывать критические замечания.

В 1938 году Ирен Жолио-Кюри совместно с сербским физиком Павлом Савичем, проведя эксперимент по обстрелу урановой мишени нейтронами, обнаружила в продуктах реакции следы химического элемента, напоминающего по свойствам лантан. Чтобы прояснить ситуацию, Ган решил собственноручно проверить эти результаты. В ноябре 1938

года он тайно встретился с Мейтнер в Копенгагене, наметив и обсудив новые эксперименты. А в декабре, повторив опыты Ирен Жолио-Кюри, Ган и Штрассман установили, что элемент, обнаруженный Ирен и охарактеризованный ею как «похожий на лантан», и есть лантан. Кроме того, в продуктах реакции они нашли барий. В том же месяце Ган и Штрассман отправили в немецкий журнал статью под названием «О доказательстве получения и поведения щелочноземельных металлов, возникающих при облучении урана нейтронами», где сообщали о своем открытии, не делая, правда, окончательных выводов. Ученые прекрасно знали, что в соответствии с общепринятыми концепциями физики распад атома урана был невероятным. «Мы не можем умолчать о наших данных, даже если они, быть может, и абсурдны с точки зрения физики», — писали они в статье. Они также сделали оговорку, что, возможно, при проведении эксперимента произошла ошибка из-за наличия ряда случайных факторов.

О поразительных результатах экспериментов с ураном Ган написал Лизе. Письмо застало ее в небольшом курортном местечке под Гетеборгом, куда она приехала на рождественские каникулы со своим племянником, физиком Отто Фришем (он, также спасаясь от нацистского преследования, покинул Германию и работал в Институте Бора в Копенгагене). Лиза была потрясена. То, о чем писал Ган, казалось невероятным, однако, проработав с Отто 30 лет, Мейтнер не сомневалась в достоверности полученных им и Штрассманом результатов. Лиза поделилась новостью с племянником, и Фриш впоследствии вспоминал, как во время прогулки по зимнему лесу Лиза, присев на упавшее дерево, стала быстро делать расчеты на клочке бумаги. Получалось, что ядро урана — это нестабильная структура, готовая распасться на части под действием нейтронов. Но если возможен распад, при котором образуются новые элементы, находящиеся в таблице Менделеева далеко от исходного, то можно предположить, что при этом выделяется огромное количество энергии. При делении ядра урана его части оказываются в сумме легче на одну пятую массы протона. Умножив потерянную массу на скорость света в квадрате, Мейтнер получила величину около 200 млн. электронвольт.

После возвращения в Копенгаген Фриш рассказал Нильсу Бору об открытии Гана и Штрассмана и о том объяснении, которое дали они с Мейтнер. Бор в отчаянии воскликнул: «Как мы могли не замечать этого так долго!» В январе 1939 года Нильс отправился в США, уже понимая, какое огромное событие произошло в мире. Становилось ясным, что деление ядер способно породить цепную реакцию, которая приведет к большим выбросам энергии.

Тем временем Отто Фриш проверял свои догадки в Копенгагене с помощью экспериментов, а Мейтнер продолжала расчеты в Стокгольме. Оба, сознавая, что стоят на пороге грандиозного открытия, не тратили времени на поездки, а результаты обсуждали в письмах, телеграммах и по телефону. Статья Гана и Штрассмана была опубликована в журнале «Die Naturwissenschaften» 6 января 1939 года — всего лишь через 15 дней после поступления в редакцию. Спустя месяц с небольшим, 11 февраля 1939 года, в английском журнале «Nature» появилась статья Мейтнер и Фриша «Деление урана с помощью нейтронов — новый тип ядерной реакции». В этой небольшой статье (всего три страницы) давалось теоретическое физическое обоснование экспериментов, проведенных Ганом и Штрассманом, говорилось о распаде ядра на две части, оценивалась энергия, освобождающаяся при таком процессе, впервые был введен термин «nuclear fission» — ядерное деление.

Почему Ган и Штрассман не включили Мейтнер в соавторы? Ведь Лиза была равноправным партнером в данном исследовании — ученые работали над ним вместе до того, как она покинула Германию в июле 1938 года, с ней они обсуждали



Отто Ган и Лиза Мейтнер в лаборатории Института кайзера Вильгельма



Участники 7-го Сольвеевского конгресса по физике (1933 год)

Лиза Мейтнер на вручении премии Отто Гана (1955 год)



## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

и последующие эксперименты. Вероятно, Ган опасался упустить приоритет важнейшего открытия: статья, один из соавторов которой — недавно сбежавшая из страны еврейка, скорее всего, не была бы напечатана по политическим мотивам. Кроме того, Гану пришлось бы объясняться с нацистским руководством института, тем самым ставя под угрозу и свое положение в нем.

Весть, которую Бор привез в США, положила начало гонки по изучению процесса деления. Ряд американских ученых, опасаясь, что знания, с помощью которых можно было создать оружие огромной силы, окажутся в руках немцев, убедили Эйнштейна написать письмо президенту США Рузвельту. Через некоторое время после этого начались работы по созданию американской атомной бомбы — так называемый Манхэттенский проект. Тем временем Мейтнер скромно жила в одиночестве на скудную зарплату научного сотрудника, работая в Нобелевском институте физики. Лиза сделала еще несколько интересных исследований, но она уже не знала о последних достижениях ядерной физики, поскольку работы по делению ядер урана и созданию атомной бомбы были строго засекречены.

Племянник Мейтнер Отто Фриш получил должность в Бирмингеме, где продолжал эксперименты по делению. Вскоре он, Пайерлс и некоторые другие физики, работавшие в Великобритании, уехали в Лос-Аламос работать над созданием атомной бомбы. В 1943 году Фриш предложил Мейтнер присоединиться к Манхэттенскому проекту, но та категорически отказалась: «Я не буду делать бомбу».

Когда война закончилась, Мейтнер была поражена, узнав о смерти и лишениях миллионов жертв нацистских концентрационных лагерей. Признавая аморальным свое пребывание в Германии с 1933 по 1938 год, она критиковала также Гана и других немецких ученых, сотрудничавших с нацистами и ничего не сделавших в знак протеста против преступлений гитлеровского режима. Мейтнер пишет Гану: «Все вы потеряли стандарты правосудия и справедливости... Все вы работали на нацистскую Германию и никогда не пытались оказать даже пассивное сопротивление...»

В 1944 году Шведская королевская академия наук присудила Отто Гану Нобелевскую премию по химии за открытие деления тяжелых атомных ядер. Лиза Мейтнер в списке нобелевских лауреатов не значилась. Этот факт часто упоминают как пример дискриминации женщин, распространенной в научном сообществе в первой половине XX столетия. По мнению многих ученых, Лиза конечно же заслуживала этой награды, однако Ган заявил, что премия должна вручаться только за достижения в химии. Он как-то также сказал, что, когда было совершено открытие, Лиза в его лаборатории уже не работала. Мейтнер не получила премию и потому, что была женщиной, и потому, что жила в изгнании. Некоторые ученые утверждали, что Лизе не дали премию из-за того, что среди

членов Нобелевского комитета был недолюбливаемый ее Карл Сигбан (директор института, где она работала).

То, что Ган не включил Мейтнер в число авторов статьи при нацистском режиме, еще как-то можно понять. Но даже спустя много лет, став ведущей фигурой в послевоенной немецкой науке, он продолжал преуменьшать роль Лизы в совместных исследованиях. Однако именно идеи Мейтнер были во многом определяющими для его открытия и объяснения ядерных процессов, положивших начало атомной эре. Эйнштейн, давая интервью в 1945 году, сказал: «Я не считаю себя творцом высвобожденной атомной энергии. Я сыграл при этом лишь второстепенную роль. ... Она была открыта в Берлине Ганом, который еще неправильно интерпретировал свое открытие. Правильную интерпретацию дала Лиза Мейтнер...»

Сама Мейтнер никогда и не пыталась добиться справедливой оценки своего вклада в открытие и всегда подчеркивала заслуги Гана и Штрассмана. Она писала: «Открытие расщепления ядра Отто Ганом и Фрицем Штрассманом стало началом новой эпохи в истории человечества...» А в телевизионном интервью сказала: «Это удалось с помощью необычайно хорошей, просто фантастически хорошей химической работы Гана и Штрассмана, на которую в те времена больше никто не был способен... Они с помощью химии открыли и доказали физический процесс». Возможно, Мейтнер не хотела, чтобы ее имя было связано с ядерным делением, приведшим к созданию и применению атомной бомбы.

В 1945 году научные достижения Лизы Мейтнер получили неожиданное признание. После атомной бомбардировки Японии Лизу пригласили в США, где пресса окрестила ее «матерью атомной бомбы». Элеонора Рузвельт в радиоинтервью с Мейтнер на NBC заявила: «Мы гордимся вашим вкладом в науку». На обеде для женщин в Пресс-клубе в 1946 году, посвященном присвоению Лизе звания «Женщины года», президент США Гарри Трумэн сказал: «Так вы та маленькая леди, благодаря которой мы получили это!» Однако Мейтнер никогда не работала над созданием атомной бомбы и впоследствии много раз это подчеркивала.

Когда Мейтнер была в Америке, голливудский режиссер предложил снять о ней фильм. Но, прочитав сценарий, в котором главная героиня покидала Германию с бомбой чуть ли не в дамской сумочке, Лиза возмутилась и отказала продюсеру. Американцы не хотели отставать и значительно увеличили сумму вознаграждения. Лиза была ужасно разозлена такой назойливостью и пообещала подать в суд на кинокомпанию, если ее не оставят в покое. После этого инцидента она не давала никому права на запись ее биографии, постановки пьесы или съемок фильма о ней.

Побывав на нескольких встречах с жертвами фашистских концлагерей, Мейтнер приняла решение никогда больше не возвращаться в Германию. С 1947 по 1960 год она была профессором Королевского технологического университета в

Стокгольме. Комиссия по атомной энергии создала для нее лабораторию, в которой Лиза работала над первым шведским ядерным реактором. В 1949 году она получила шведское гражданство. За свою научную деятельность Лиза была удостоена многочисленных почетных докторских степеней университетов США и Европы, а также нескольких медалей и премий.

В 1960 году Мейтнер вышла в отставку и уехала в Кембридж, где жили ее родственники. Здесь она продолжала работать неполный рабочий день, выступала с лекциями об опасности применения ядерного оружия, говорила о контроле над вооружениями, призывала ученых точнее представлять моральные последствия их открытий. Мейтнер рассказывала о том, как важно женщинам получать высшее образование и заниматься научными исследованиями, выступала за равноправное участие женщин в науке.

Лиза была скромным и очень застенчивым человеком. Она никогда не была замужем, и у нее не было детей. На вопрос, почему она не вышла замуж, она ответила, что у нее на это просто не было времени. В другом интервью Лизу спросили, почему у нее, несмотря на многолетнюю работу с радиоактивными препаратами, нет лучевой болезни (в отличие от большинства других исследователей радиоактивности). Мейтнер сказала, что в ее лаборатории всегда царил жесткая дисциплина: химические опыты и физические измерения проводили в отдельных комнатах, никто никогда не пожимал друг другу руки, все сотрудники лаборатории несколько раз в день тщательно мыли руки, а рулоны туалетной бумаги висели рядом с телефонами и на каждой дверной ручке.

Отто Ган умер 8 июля 1968 года, в возрасте 89 лет. Родственники не сообщили Лизе о его смерти, посчитав, что это будет для нее тяжелым известием, ведь ее здоровье также оставляло желать лучшего. Несмотря на ее критику Гана за сотрудничество с нацистами и его неупорядоченное отношение к ней, эти два человека оставались близкими друзьями, и Мейтнер ежегодно получала от Отто из Германии традиционные поздравления с днем рождения.

Лиза Мейтнер скончалась 27 октября того же года, не дожив до девяноста лет лишь десять дней. На скромном надгробии по просьбе Отто Фриша была сделана надпись: «Лиза Мейтнер: физик, который никогда не терял человечности».

Именем Лизы Мейтнер назвали астероид, кратеры на Луне и Венере. В Берлине есть Институт Гана — Мейтнер. В честь Лизы названа улица в Мюнхене. Отделение ядерной физики Европейского физического общества установило премию Лизы Мейтнер, которую присуждают каждые два года за выдающиеся работы в области экспериментальной, теоретической и прикладной ядерной физики. Призы и премии имени Мейтнер учреждены в Институте физики Университета Гумбольдта в Берлине, в венском Техническом университете.

О жизни и деятельности Мейтнер в Германии снят фильм «Деление атомных ядер: история Лизы Мейтнер и Отто Гана». Отдавая дань заслугам этой выдающейся женщины, в 1997 году 109-й элемент Периодической системы назвали мейтнерием.



## Я Всемогуший

Дмитрий Карманов

Однажды он понимает, что умеет управлять вероятностями. Он способен остаться невредимым в авиакатастрофе. Он может сделать состояние на продаже снега. Ему достаточно пожелать — и президент называет его своим преемником. Террористы сдаются ему без боя, а Папа Римский становится ярым проповедником его идей.

И тогда у него остается лишь один достойный противник...

*«Перед нами умный и увлекательный роман вполне состоявшегося писателя. «Я всемогуший» — несомненная удача автора. В книге есть место и действию, которое не сводится к банальным приемам «экшн», и философии, перекликающейся с каббалистической картиной мира, и ярким, запоминающимся характерам. Для нас, пожалуй, это самый яркий дебют года».*

Генри Лайон Олди



## Шаги в глубину

Сергей Цикавый

Бывают ли инквизиторы бывшими?

«Бывают», — думала Александра, угоняя корабль — к свободе, к фронтиру, к задворкам звездных империй. Она бросила успешную карьеру, оставила свое место в иерархии граждан Мономифа — ради того, чтобы в мгновение ока потерять все. Александра нашла и новый корабль, и друзей, потому что отчаянные обречены друг на друга: в ее команде беглец, ищущий пять лет потерянной памяти, и девушка-гвардеец, неспособная жить без холода. Разумеется, Александра отыщет и новые цели, и врагов, но самое сложное ждет ее впереди, ведь бывшему инквизитору предстоит найти себя.

*«Огромный, многорасовый и мультицивилизационный космос. Соперничество империи Мономифа и мира Заката, куда ведут червоточины континуума. Польза против любви. Рациональность против чести. Деловые соображения против дружбы. Долг против инстинкта самосохранения. В сущности, грани единого конфликта».*

*Вспоминаются «Три мушкетера»: «Один за всех и все за одного!»*

Генри Лайон Олди



## Бестиариум. Дизельные мифы

Антология

И все-таки Он проснулся.

Зверь Миров, Повелитель Р'льеха, непостижимый и непостигаемый Ктулху пришел на Землю. Но пришел не один, а вместе со всем пантеоном Внешних, Древних и Старших, вместе с Дагоном, Ньярлатотепом, Йог-Сототом... Бесконечно далекие от человеческого понимания, чуждые повседневных проблем и забот людей, они явились править нашей планетой.

История мира необратимо изменилась, 1939 год — роковой и для нашей реальности — стал точкой перелома. Эпоха гордых одиночек, покорителей заоблачных высот и гоночных трасс, сумасшедших ученых и великих диктаторов приняла на себя ужас Пришествия Мифов. Приняла, впитала... и смогла ассимилировать.

Новая Земля совсем не похожа на нашу, здесь Глубоководные заняты шельфовым бурением, мверзи помогают в приютах для душевнобольных, а шогготы работают механиками. Люди приспособились к новому порядку, живут в нем и даже наслаждаются жизнью, сами став частью новых, ДИЗЕЛЬНЫХ МИФОВ.

Подробности на сайте <http://skomm.ru/>





НАНОФАНТАСТИКА

# Первоцветы

Денис Тихий

Мапа редко обращает на Блюка внимание, не то что бада и деба. Блюк аккуратно сошел с дороги в искрящуюся поросль холодняка и посмотрел на мапу. Его родительница, встопорщив горловые протуберанцы, запустила руку в местную звезду. Блюк облизнулся — он любил горячий звездный мед. Лучше мапе не мешать.

Среди холодняка катились студенистые шарики, которые мапа не разрешала трогать. Белый, потом желтый, потом голубой и красный. Были и еще шарики, но вокруг них холодняк был очень колючим. Блюк подошел поближе к голубому шару и посмотрел на него, скосив глаза — так было лучше видно.

— Мапа!

— ...

— Мапочка!

— Ну что тебе? — раздраженно сказала мапа, вытянув из звездного нутра горячий, пульсирующий ком.

— Мап, а что это такое красивое?

Мапа бросила мед в туюсок, облизнула пальцы, подошла к Блюку и присмотрелась.

— А! Так это первоцветы.

— Красивые такие...

— Красивые.

— Так переливаются.

Мапа улыбнулась и погладила Блюка по макушке.

— Ладно, малыш, пойдём. Пама заждался поди.

— Хочу первоцвет.

— Что за глупости?

— Ну мап!

— Первоцветы нельзя трогать, — сказала мапа, присаживаясь перед Блюком на корточки. — Пусть они сначала поспеют, дадут ягодки, тогда и придем. А если их все сейчас оборвать, то что же будет? Из чего бада варенье будет делать?

Блюк задумался на мгновение — варенье он любил. Но вот опять глянул на первоцветы и зарыдал.

— Прекрати.

— Ну мапа! Ма-а-поч-ка-а-а!

Мапа встала, отряхнула колени.

— Мапочка, мне бы только один! Ну пожа-а-а-луйста! — Блюк ухватил мапу за подол. — Я буду слушаться и куша-а-ть!

Мапа оглянулась по сторонам, утончила пальцы, ловко схватила букетик из трех первоцветов и сунула их Блюку:

— На, молчи только.

Блюк повис у мапы на шее, но она поцеловала его, легонько хлопнула по спине и поставила рядом с собой. Блюк ухватил мапу за палец, мапа подхватила туюсок с остывающим медом, так они и пошли в сторону недалекого Фомальгаута, где разместилась вся семья.

Генерал отодвинул стакан чая и посмотрел на трясущегося оперативного дежурного:

— Что значит: «Нигде нет»? Это же, мать твою, не цветочки! Это же ядерные боеголовки!!!



# Ра Радий: факты и фактики



ЭЛЕМЕНТ №...

**Чем знаменит радий?** Тем, что он — самое радиоактивное долгоживущее вещество на свете: уровень облучения от одного грамма радия примерно такой же, как от тонны урана. Более того, еще первооткрыватели, Пьер и Мария Кюри, заметили, что если держать образец радия в герметично закрытом сосуде, его радиоактивность со временем многократно возрастает. Причина в том, что, как показал позднее Эрнест Резерфорд, при распаде он порождает цепочку из короткоживущих изотопов самых разных элементов. Вот, например, так распадается самый долгоживущий изотоп радия с периодом полураспада 1600 лет, радий-226: радон-222, 3,8 дней — полоний-218, 3,1 месяца — свинец-214, 26,8 месяца — висмут-214, 19,9 месяца — полоний-214, 164 микросекунд — свинец-210, 22,3 года — висмут-210, 5 дней. — полоний-210, 138 дней — стабильный свинец-206. Как видно, первым в цепочке стоит газ радон; если он не улетучится, то в сосуде разнообразие радиоактивных веществ возрастет многократно. Благодаря продуктам распада радий оказывается в конечном счете излучателем и гамма-лучей, и альфа-частиц, и бета-электронов.

**Откуда берется радий?** Он образуется при распаде урана и тория: уран-238 дает долгоживущий радий-226, уран-235 — радий-223 с периодом полураспада 11,4 суток, торий-232 — радий-228 с периодом полураспада 5,75 лет и радий-224 — 3,7 суток. Именно поэтому в природе радий всегда встречается в минералах, содержащих уран и торий. В то же время, поскольку радий прекрасно растворяется в воде, он может из этих руд вымываться, а, накопившись в каких-то организмах, обогатить ископаемые углеводороды. Поскольку извлечение радия из руды — дело дорогое, искусственные изотопы можно изготавливать с помощью ускорителей. Например, бомбардируя протонами с энергией 800 МэВ мишень из природного тория, получают актиний-225 и радий-223. Радий-223 образуется и в результате распада актиния-227, который работает в актиний-бериллиевых генераторах нейтронов. Из такого генератора радий можно извлечь, а очищенный актиний снова использовать. О том, где применяют радий-223, речь пойдет дальше.

**Как он был открыт?** Именно огромная радиоактивность радия и привела к его открытию. До его обнаружения было известно, что открытые Анри Беккерелем в 1896 году «урановые лучи» испускают уран и торий. Однако исследование нескольких содержащих их минералов, проведенное супругами Пьером Кюри и Марией Склодовской-Кюри, выявило несоответствие: радиоактивность отличалась от расчетной. После длительных попыток в 1898 году при помощи Гюстава Бемона они выделили препарат радия — в 900 раз более активный, чем уран. После этого началась более масштабная работа: Мария Склодовская-Кюри вручную переработала несколько тонн отходов, оставшихся от извлечения урана из смолки, добытой в Богемии, в местечке Йохимшталь (уран был нужен стеклодувам для окрашивания богемского стекла). Из одной тонны выходило 0,1 грамма хлорида радия, а его радиоактивность в миллион раз превышала радиоактивность урана.

**Что такое радиевый эквивалент?** В 1910 году Мария Склодовская-Кюри по просьбе коллег изготовила радиевый эталон радиоактивности. На его основе были созданы национальные эталоны, переданные во многие страны, а число распадов в секунду, которые дает грамм радия-226, назвали «один кюри». Один кюри — очень высокая доза радиации, поэтому для практических целей ввели беккерель — число распадов в секунду. Один кюри равен  $3,7 \cdot 10^{10}$  беккерелей; в них меряют содержание радиоактивных веществ.

**Что такое радиевый бум?** В радию все было чудесно. Он оказался мощным источником энергии. Как будто соприкоснувшись с философским камнем, он сначала становился газом, а потом обращался в свинец. Исследователи всего мира чувствовали, что перед ними одна из величайших тайн природы, и вскоре в Париже, Вене, Варшаве, Денвере, Петрограде открылись радиевые институты. Началась промышленная переработка урановой руды, причем уран со своей слабой радиоактивностью оказывался в отвалах. Объем добычи был очень мал — во всем мире в год получали считанные граммы радия по цене, равной 160 кг золота.

Вскоре стараниями как ученых, так и энтузиастов радий стали применять в самых разных областях науки и техники. Были среди них способы, которые в начале XXI века вызывают недоумение. Вот, например, реклама английской компании «Radium Co.», которая с 1918 года выпускала омолаживающие кремы, косметические и прочую парфюмерию, содержащую радий: «Всегда бьющий фонтан юности и красоты наконец-то найден в Энергии Лучей Радия. Когда ученые открыли Радий, они едва ли думали, что нашли революционный «секрет красоты». Теперь они это знают. Лучи Радия придают энергию и вливают жизненную силу во все живые ткани. Эта энергия направлена на помощь Красоте». В подобной косметике на сто граммов вещества приходилось десятые доли миллиграмма соединений радия. Был и хлеб, замешанный на минеральной воде из урановых рудников Йохимшталь, омолаживающие шоколадки с радием, пластинки, которые следовало на ночь подкладывать под мошонку для увеличения мужской силы. Поскольку очень быстро было установлено, что радиация угнетает бактерий, соединения радия стали добавлять в зубной порошок и пасту, пытались ими стерилизовать молоко. Радиевый бум продлился до 30-х годов XX века.

**Как радий применяют в медицине?** Первое практически важное применение радия связано с высокой биологической активностью его излучения, которое при большой дозе способно убивать все живое. И прежде всего клетки злокачественной опухоли. Метод сначала называли кюритерапия, а теперь он известен под именем радиотерапии. В простейшем виде кюритерапия состояла в наложении на опухоль пластинки с покрытием из хлорида радия. В некоторые опухоли, например, языка или носа, втыкали иголки, опять же с покрытием из хлорида радия, либо содержащими ампулу с эманацией радия — радоном. Количество радия на таких устройствах исчисляется миллиграммами, служат же они очень долго, ведь период полураспада 1600 лет. Более того, поскольку учет таких иголок и пластин был налажен слабо, они до сих пор могут находиться в каких-нибудь клиниках и лабораториях. Граммовые количества радия применяли в первых радиевых пушках — приборах для облучения опухолей на расстоянии.

С появлением ядерной энергетики и ускорительной техники потребность в радию отпала: появились новые источники изотопов с гораздо более контролируемым спектром излучения и временем полураспада. Они же оказались и гораздо более дешевыми, чем природный радий, добытый из урановой руды. Однако уже в XXI веке короткоживущий радий-223 нашел нишу: он может применяться для лечения болезненных метастазов, которые возникают в костях вследствие рака предстательной железы, продлевая жизнь пациентов в среднем на пять с лишним месяцев. Соответствующий препарат — альфарадин проходит очередную стадию клинических испытаний.



**Как радием менять цвет алмаза?** В 1923 году были поставлены опыты по облучению алмазов радием. Они показали, что алмаз при этом приобретает зеленый цвет, а иногда внутри возникают черные вкрапления графита. Отжиг цвет уничтожал; это свидетельствует, что цвет меняется за счет радиационных дефектов. Сейчас радиацию иногда используют для улучшения цвета драгоценных камней.

**Где еще применяли радий?** Второе после медицины применение обеспечила радию способность вызывать свечение. Даже сам по себе радиевый образец окружен слабым сиянием — это светятся возбужденные его излучением атомы азота воздуха. Специальный краситель-флуорофор, в качестве которого чаще всего использовали сульфид цинка, светился гораздо ярче. Краска на основе сульфида цинка с радием быстро нашла применение для изготовления циферблатов часов, всевозможных указателей, надписей, декоративных узоров. Так, уже в 1915 году в России были самосветящиеся вывески («Journal of the Royal Society of Arts», 1915, 63, 3256, 490—498). С началом Первой мировой войны такую краску стали наносить на стрелки и деления циферблатов всевозможных приборов.

Есть мнение, что именно массовое производство этих приборов и привело к представлению о вредности радиации: в 20-х—30-х годах начались массовые заболевания работниц, которые во время войны рисовали радиоактивной краской стрелки и циферблаты. Хозяйка производства поначалу отрицала связь между заболеваниями и радием. Однако тот факт, что радий вызывает лучевую болезнь, в конце концов был установлен. Впрочем, Мария Склодовская-Кюри, державшая радий в буквальном смысле слова голыми руками, прожила после открытия этого элемента 36 лет. О непрямом влиянии облучения на здоровье свидетельствуют и свежие данные обследования рабочих на канадском урановом заводе в Порт Хоуп. Исследователи изучили истории 3000 рабочих, начавшихся на завод по очистке радия и урана в 1932—1980 годах, и заметили, что уровни смертности и заболеваемости раком среди них ниже, чем в среднем по Канаде («BMJ Open», 2013, 27, 3(2), e002159; doi: 10.1136/bmjopen-2012-002159)

**Чем полезна вода с радием?** В питьевой воде доза радия быть не более 0,185 Бк/л, а анализ подмосковных артезианских вод дает разброс от 0,1 до 0,97 Бк/л. Во многих минеральных водах количество радия повышено. Например, в популярной столовой воде «Ессентуки-17» — 1,1—1,6 Бк/л (правда в некоторых бутылках может падать до 0,01—0,2 Бк/л, что, по мнению авторов статьи в журнале «Аппаратура и новости радиационных измерений», 2011, 1, связано с глубокой подготовкой воды). То есть, в стандартной полторалитровой бутылке каждые четыре секунды случается 9 микровзрывов. Если считать, что структура воды релаксирует за микросекунды, это ничего не значит, а если считать, что за часы, как в талой воде, значит такая минеральная вода поддерживается в некоем высокоэнергетическом состоянии. Вообще же в лечебных минеральных водах доза радия может быть высокой, например, на чешском курорте Яхимове (тот же Йохимшталь) — 6300 Бк/л.

На минеральных водах с давних времен устраивали бальнеологические курорты. Когда же обнаружили, что во многих таких водах концентрация радия повышена, ему и приписали целебные свойства. Считалось, что радиация стимулирует организм, ускоряет в нем обмен веществ, активизирует деятельность ферментов. Лечебные процедуры с такой водой снижали кровяное давление за счет расширения сосудов, восстанавливали общее здоровье, а особенно помогали при подагре за счет усиленного выведения мочевой кислоты из организма и при ревматизме. Отсюда последовала естественная мысль: продавать соли, содержащие радий, чтобы люди сами могли готовить себе радиевые ванны и потреблять целебную воду. Естественно, неаккуратное обращение с такими солями или водами привело к скорой смерти от лучевой болезни. В историю вошел американский предприниматель Эбен Байерс, который в течение четырех лет каждый день выпивал по бутылочке специально приготовленной воды, содержащей огромную дозу — 3700 Бк радия (ее рекламировали как средство от рака желудка, душевных болезней и поднятия потенции), и умер от рака челюсти.

**Как влияет радий на живые существа?** По-разному, в зависимости от дозы. Так, при подкормке экспериментальных растений дозой порядка  $10^{-11}$  г радия на литр воды сухой вес урожая вырастал в два—три раза (об этом будет рассказано в следующем номере). Подобные эффекты привели в годы Первой мировой войны к мысли, что отходами от переработки руды, которые содержат следовые количества радия (а также уран и торий, которые тогда никому не были нужны), следует удобрять поля, что и было сделано. Вообще же, радий неизбежно попадает на поля с фосфорными удобрениями. Растения забирают из почвы не более 1% радия. В любом случае, если речь не идет о каких-то почвах в районе расположения месторождений урана (или буровых установок), концентрации природных радиоактивных элементов в растениях оказываются гораздо меньше безопасной нормы. В малых дозах радий стимулирует не только растения, но и, например дрожжи, — были идеи использовать его для ускорения спиртового брожения. Стимулирующему действию радиоактивных радоновых ванн или минеральной воды на человека посвящена обширная литература.

В больших же дозах радий вызывает радиационные ожоги и лучевую болезнь, причем то обстоятельство, что при распаде радия образуется целый спектр сильно радиоактивных веществ, значительно усиливает его негативное действие.

**Есть ли радий вокруг нас?** Да, радий может присутствовать в строительных материалах. Строго говоря, основной радиоактивный элемент вокруг нас — это калий-40 с периодом полураспада 1,3 млрд. лет. Ему принадлежат двенадцать из каждой тысячи атомов калия. Несмотря на слабую радиоактивность (на пять порядков ниже, чем у радия), калий вносит основной вклад в естественный фон, просто из-за количества. Однако калий и его соли — твердые вещества. Радий же при распаде дает радон, газ, который неизбежно сочится из стен и оказывается в помещении. Там он становится металлом — полонием, оседает на частицах пыли и продолжает превращаться в другие радиоактивные элементы, облучая помещение. Считается, что безопасную дозу радона, выделяющегося из стен здания, обеспечивает эффективная доза радия в 10 Бк/кг (сюда входит еще и торий, который сопутствует радю и тоже дает радон). Отнюдь не все материалы соответствуют этим требованиям. Недавнее исследование мрамора и гранита, применяемых при строительстве в Египте, показало, что у трети образцов доза радия была более 200 Бк/кг, а у двух — более 300 Бк/кг; доза калия-40 составляла 4—1958 Бк/кг («Radiation Protection Dosimetry», 2012, 151, 3, 556—563; doi:10.1093/rpd/ncs044).

Радий неизбежно оказывается на свалках, особенно тех, куда попадают авиационные приборы со светящимися циферблатами или оборудование из клиник, где применяли радиоактивные материалы. Может он попасть и в металлолом, если такие приборы не отобрали. Тогда на ближайшие тысячелетия (вспомним период полураспада в 1600 лет) полученный из такого лома металл станет источником излучения, сила которого зависит от количества попавшего туда радия.

С радием можно встретиться в совершенно неожиданном месте. Так, рассказывают, что однажды в Москве появились радиоактивные фонарные столбы: для их изготовления использовали старые трубы с нефтеприисков, а вода на приисках бывает обогащена радием, который оседает на стенках трубы. Вообще земли в районе мест добычи нефти и газа, где случаются разлива воды из скважин, всегда имеют повышенную концентрацию природных радиоактивных элементов — радия, урана и тория. Поскольку добыча сланцевого газа и нефти неизбежно ведет к изливаниям таких вод в большом количестве, в густонаселенных районах это может привести к неприятным последствиям: доза радия в грунтовых водах и почве легко превысит порог, за которым действие радиации на организм из стимулирующего становится угнетающим. Все зависит от содержания радия в водах конкретного месторождения.



# Друзья человечества, или Два миллиона золотом на русскую науку

С.Г.Морозова,  
Политехнический музей

## Завещание

«Я бы желал, чтобы не позднее трех лет после моей смерти было организовано Общество (если к тому времени такового не будет существовать), если позволено так выразиться, “друзей человечества”. Цель и задача такого Общества помогать по мере возможности осуществлению если не рая на Земле, то возможно большего и полного приближения к нему. Средства, как я их понимаю, заключаются только в науке и в возможно полном усвоении всеми научных знаний... Я не хочу дела благотворения, исцеляющего язвы людей, случайно опрокинутых жизнью, я ишу дела, которое должно коснуться самого корня человеческого благополучия». Так написал в одной из своих записок «Нечто вроде завещания» Христофор Семенович Леденцов в 1897 году, за десять лет до своей смерти.

## На Западе

К концу XIX века в общественных кругах промышленно развитых стран сформировалось представление о том, что успехи промышленности и народного благосостояния зависят от процветания так называемой чистой науки. В Англии, всегда стоявшей во главе прогрессивных течений, развернулось движение, которое англичане обозначили как «endowment of research» — обеспечение исследования. Предполагалось, что создание обстановки, обеспечивающей ученому «спокойствие духа», необходимое для полной реализации его творческих способностей, — не только нравственный долг общества, но и его материальный интерес. Как пример учреждения, предназначенного исключительно для «обеспечения исследования», можно назвать лабораторию Фарадея, основанную в 1896 году в Лондоне при Королевском институте, в котором многие годы работал и сам Майкл Фарадей. Лаборатория была создана на средства вице-президента института Людвиг Монда.

В США это движение связано с именем Эндрю Карнеги, одного из самых состоятельных людей Америки конца XIX века. Он утверждал, что единственно правильный способ распоряжения богатством — «употребить богатства при жизни на добрые общественные цели... не на отдельных людей и никак не в форме каких-либо личных подачек, а на общественные нужды и притом на учреждения».

Трудно перечислить все учреждения, основанные Карнеги: в Вашингтоне и Питтсбурге на его средства были созданы публичные библиотеки, Высшая техническая школа, он пожертвовал капитал на учреждение пенсионного фонда для учителей и профессоров. В 1910 году Карнеги, будучи вице-президентом Общества Института железа и стали, подарил Обществу сто тысяч долларов на стипендии ученым до 35 лет для научных исследований в области металлургии. Но главным его делом стало основание в 1902 году Института Карнеги в Вашингтоне. К 1912 году капитал этого института составлял 22 миллиона долларов. Цель, согласно уставу, — «поощрение самым щедрым и широким образом исследований и открытий и применение науки для блага человеческого рода».

В Германии Общество развития наук имени императора Вильгельма, аналогичное по замыслу Институту Карнеги, было учреждено в 1911 году. Знаменитый химик Эмиль Фишер, выступавший на открытии в присутствии императора Вильгельма, так обозначил главную цель: «Создавать и поддерживать учреждения для производства научных исследований».

### «Общество друзей человечества»

Сын вологодского купца, Христофор Семенович Леденцов (1842—1907) получил отцовское наследство, которое составляли земли под Вологодой, винокурные заводы в Петербурге и Вологде, имения в разных городах. Рационально используя и приумножая его, он стал одним из самых богатых представителей купеческого сословия. Сам он был хорошо образован, знал восемь языков, много путешествовал по Западной Европе. Личная библиотека Леденцова насчитывала несколько тысяч томов научной литературы. Его дом не отличался роскошью, семья была ограничена в расходах. Однако немалые суммы Х.С.Леденцов тратил на благотворительность. Но мечтой его было «Общество друзей человечества».

*Слева — диплом, подтверждающий избрание Владимира Робертовича Вильямса действительным членом Общества содействия успехам опытных наук и их практических применений имени Христофора Семеновича Леденцова, 1910 год*



Будучи далеким от науки, он мучительно искал форму для своей идеи, чтобы она могла стать жизнеспособной и плодотворной. «Путешествуя за границей, он встречался с известными учеными Англии, Франции, Швейцарии. Несомненно, эти встречи произвели сильное впечатление на Христофора Семеновича, отразились на его взглядах на науку как на средство, ведущее к благу человечества», — пишет В.Рыбников, биограф Леденцова.

На родине он обращался за консультациями к известнейшим общественным деятелям — Н.В.Бугаеву, М.М.Ковалевскому, К.А.Тимирязеву, И.И.Мечникову, Л.Н.Толстому, к заслуженным профессорам Московского университета. Наконец судьба свела его с Н.А.Умовым, президентом старейшего московского Общества испытателей природы. Он верно истолковал намерения Леденцова и стал его добрым гением. В посмертных бумагах Леденцова найден черновик проекта устава Общества, о котором он мечтал, с пометками, дополнениями и замечаниями, сделанными рукой Николая Алексеевича. «Можно с достоверностью утверждать, что Х.С.Леденцов не только представил Н.А.Умову эту рукопись для просмотра и редакции, но что и самый черновик написан им под влиянием Николая Алексеевича, после всестороннего обсуждения основной идеи задуманного учреждения», — писал впоследствии С.А.Федоров, председатель Общества им Х.С.Леденцова.

Деятельность Общества в будущем Умов представлял в виде «ряда комиссий, которые имели бы задачей всестороннее изучение естественных производительных сил и обследование нужд Отечества для выяснения тех мер, которые наилучшим образом служили бы ко благу населения <...> и наиболее коротким путем содействовали бы прогрессу науки, техники и связанного с ним довольства людей».

С 1903 года к учреждению Общества друзей человечества подключается директор Императорского Московского технического училища (ИМТУ), заслуженный профессор Семен Андреевич Федоров. Началось обсуждение проекта устава в узком круге учредителей, определенных Леденцовым. Согласно уставу, Общество учреждалось при Императорском Московском университете (ИМУ) и ИМТУ. Управление делами возлагалось на совет Общества, в который входили четыре профессора университета, избираемые физико-математическим факультетом ИМУ, и четыре профессора училища, избираемые учебным комитетом ИМТУ, а также ректор ИМУ и директор ИМТУ. Остальных членов совета (всего 16 человек) выбирали на годичном собрании Общества. Совет определял смету доходов и расходов на предстоящий год, которую утверждало годичное собрание. Согласно воле Леденцова, расходы производились из процентов с неприкосновенного капитала и из других денежных сумм, поступающих в Общество, причем почтовые, канцелярские и издательские расходы не должны были превышать 10% доходов. Совет избирали на три года. Действительными членами Общества могли стать те, кто заявил о себе трудами в области естествознания, техники или промышленности.



*Христофор Семенович Леденцов, основатель Общества содействия успехам опытных наук и их практических применений (1842—1907)*

Чтобы содействовать «научным открытиям и исследованиям в области естествознания, изобретениям и усовершенствованиям в сфере техники, а также испытаниям на практике и проведению их в жизнь», общество предполагало выдавать отзывы об исследованиях и открытиях, выделять материальные пособия для научных исследований, учреждать лаборатории, издавать труды Общества, устраивать публичные чтения и беседы, организовывать музеи и выставки. Но первым в этом перечне стояла «подача советов и указаний, а также обсуждение представленных проектов». Кстати, в уставе было записано, что «содействие Общества распространяется на лиц независимо от их звания, национальности и пола».

Этому проекту предстоял долгий и нелегкий путь по различным бюрократическим инстанциям. Из Министерства народного просвещения, куда проект представили в марте 1904 года на утверждение, он вернулся с замечаниями. Министерство настаивало на закреплении в уставе его права закрыть Общество, если до него дойдут сведения о беспорядках. Учредители воспротивились, дело затянулось. В 1905 году Х.С.Леденцов уехал в Швейцарию, предварительно пожертвовав в кассу университета сто тысяч рублей как первый неприкосновенный капитал Общества. Из-за границы он уже не вернулся — умер в Женеве от продолжительной болезни в марте 1907 года. По духовному завещанию, все огромное движимое и недвижимое имущество Леденцова (почти два миллиона золотом) было оставлено в качестве неприкосновенного капитала на цели учреждения Общества. Один из ду-

шеприказчиков, профессор С.А.Федоров, завершил начатое дело. 24 февраля 1909 года министерство утвердило устав, а первое организационное собрание Общества состоялось 17 мая 1909 года.

## Начало работы

На первом собрании, на котором присутствовал цвет русской науки и предпринимательства, избрали совет Общества. В него вошли Н.Е.Жуковский, П.Н.Лебедев, И.А.Каблуков, Н.А.Умов, В.И.Гриневецкий и другие. Председателем совета стал С.А.Федоров. Состав действительных членов впечатляет: Н.Д.Зелинский и В.И.Вернадский, П.К.Худяков и С.А.Чаплыгин, А.Е.Чичибабин и Л.А.Чугаев, А.М.Бочвар и В.В.Зворыкин, Д.Н.Прянишников и др. Всего 120 человек. Среди почетных членов — Н.Е.Жуковский, И.И.Мечников, К.А.Тимирязев. К 1917 году Общество объединяло уже 290 человек, к нему примкнули влиятельные промышленники и известные государственные и общественные деятели — С.Н.Третьяков, Д.П.Рябушинский, Н.Д. и П.А.Морозовы, В.И.Ковалевский и др.

С первого дня Общество располагало значительными суммами, а душеприказчики тем временем постепенно обращали в процентные бумаги все движимое и недвижимое имущество Леденцова. Так образовался неприкосновенный капитал, который в 1910 году составлял 1 302 000 рублей, а к 1917 году вырос до 1 782 000. Ежегодные доходы Общества от этого капитала достигали свыше 100 000 рублей.

В память о своем основателе члены Общества на первом же собрании решили ходатайствовать перед правительством о присвоении Обществу имени Х.С.Леденцова, на что и последовало разрешение. В 1910 году над его могилой на Введенском кладбище в Вологде был воздвигнут обелиск из черного гранита, украшенный бронзовым барельефом. На его постаменте были выбиты изречения из записей Леденцова: «Наука — труд — любовь — довольство. Наука — средство, ведущее к возможному благу человечества. При наименьшем капитале принести возможно большую пользу большинству населения». Первая фраза вместе с портретом Леденцова были запечатлены на дипломах, адресах и медалях, выпускаемых Обществом, а впоследствии стали его девизом.

Уже на первом заседании совет решил, что деятельность Общества будет развиваться в двух направлениях. Во-первых, согласно воле Леденцова, Общество должно рассматривать заявления об изобретениях и всячески содействовать техническому творчеству советами, указаниями и деньгами, иначе говоря, помогать изобретателям. Во-вторых, Общество не должно ограничиться деятельностью, носящей такой же случайный характер, как случайны многочисленные ходатайства изобретателей. Одно должно идти более надежным путем «общего содействия» — «создания соответственной обстановки», указания тем или задач, обещающих при надлежащей их научной и технической разработке наиболее надежные и плодотворные результаты. Такую обстановку могли бы дать научные лаборатории, учреждаемые или субсидируемые Обществом.

Совет рассматривал заявки на предоставление субсидий быстро и демократично. От заявителя требовалось немного: указать в заявлении проблему, которую автор намеревается решить, предполагаемые результаты в случае успеха, необходимые приборы и оборудование, примерную стоимость работ, а также заполнить анкету из семи вопросов. Экспертная комиссия рассматривала заявку в течение месяца, представляла совету свое заключение, а совет уже принимал решение. Заявитель, получивший субсидию, был обязан отчитаться о расходовании средств. Это мог быть доклад на заседании совета или годичном собрании, публикация статьи в журнале Общества «Временник» или просто письменный от-

чет. Только после этого совет принимал решение возобновить или прекратить финансирование работы.

О первых итогах работы Общества им. Х.С.Леденцова мир узнал через год из статьи в «Русских ведомостях», подготовленной Н.А.Умовым. «По первое января 1910 г. в восьми работающих при Обществе экспертных комиссиях... рассмотрено и в случае надобности исследовано около 300 изобретений, авторы которых желали получить помощь в совокупности на сумму 300 000 р. (доход Общества 72 000 р. в год). По каждому заявлению состоялось мотивированное постановление совета Общества, занесенное в протокол. Из этих заявлений только около 18% оказались заслуживающими поддержки, которая и оказана сообразно действительной потребности, в размере около 12 000 р. Изобретатели, которым было отказано в помощи, т. е. 82%, получили подробную мотивировку отказа, и им предоставлена возможность получать дальнейшие разъяснения... И в этом отношении совет Общества с полным правом может сказать, что им удовлетворены все, если не изобретатели, то вопросы, ими возбуждаемые». Спустя три года число удовлетворенных заявок достигло 30%.

Выходит, что изобретатели получали в среднем по 200—300 рублей. В то время это были очень приличные деньги: годовая зарплата рабочего в России в 1910 году составляла 200 рублей. Так что на этот грант изобретатель мог жить целый год.

Девять лет Общество двигалось по этому пути и принесло огромную пользу науке, отечественной и мировой.

## Лаборатория Павлова

В начале 1910 года академик И.П.Павлов обратился в Общество с предложением принять участие в создании специальной лаборатории для изучения функций мозга. Как раз накануне Павлов выступил на XII Съезде русских естествоиспытателей и врачей, где доложил результаты своих исследований в Институте экспериментальной медицины в Санкт-Петербурге.

Совет распорядился выделить Павлову требуемую сумму (50 000 рублей) в 1911—1912 году со следующей мотивировкой: «Принимая во внимание, что мозг представляет собой тот драгоценный аппарат, в деятельности которого лежит источник всякого успеха науки и техники, и полагая, что научное изучение этого аппарата должно привести к обогащению человечества новыми силами и деятелями, подобно тому, как это уже совершенно научным изучением мертвой природы, а также имея в виду, что лицо, делающее предложение, приобрело в этой области всемирную известность своими трудами, увенчанными премией Нобеля».

По просьбе председателя Общества академик Павлов выступил на торжественном заседании 5 декабря 1910 года с докладом «Задачи и устройство современной лаборатории для изучения нормальной деятельности высшего отдела центральной нервной системы у высших животных». Для проведения тончайших экспериментов в этой области необходимо было построить и оборудовать специальное помещение для лаборатории, на что и предполагалось израсходовать деньги. Ученый закончил доклад словами: «Общество, уже располагающее большими ежегодными суммами для поддержки назревающих научных предприятий и потребностей в области естествознания, Общество с особо благоприятными на здешней почве видами на дальнейший рост своих материальных средств, Общество с обширной жизненной программой и с практичным способом ведения дела, Общество, руководимое в своей деятельности коллегами академических представителей теоретического и технического знания, представляется мне огромным небывалым фактором русской жизни».



Уже в конце 1912 года академик Павлов докладывал совету о том, что новая лаборатория при физиологическом отделе Института экспериментальной медицины практически построена: трехэтажное здание подведено под крышу, восемь помещений для работы с животными полностью защищены от сотрясений и посторонних звуков, исследовательская аппаратура занимает целый этаж.

Однако выделенных средств не хватило на оснащение лаборатории в полной мере. Кроме того, И.П.Павлов предполагал значительно расширить область исследований, поэтому в октябре 1917 года он вновь обратился за содействием в Общество Леденцова. Научные результаты, к тому времени полученные Павловым в новой лаборатории, убедили совет выделить 10 000 рублей на продолжение «этих интересных опытов». В январе 1918 года нужную сумму перечислили в Санкт-Петербург. Это была неоценимая услуга русской науке в столь тяжелые для России времена.

## Научная школа П.Н.Лебедева

Весной 1911 года общественность России была потрясена событиями, случившимися в Московском университете. Желая подавить студенческие волнения, тогдашний министр народного просвещения Л.А.Кассо дал распоряжение ввести войска в здания университета, а выборное руководство, несогласное с его решением, отстранил от должности. В ответ более ста профессоров и доцентов прекратили чтение лекций и подали заявление об отставке. Среди них — известнейшие ученые: Н.Е.Жуковский, Н.А.Умов, П.Н.Лебедев и С.А.Чаплыгин. Многие из них оказались в затруднительном положении. Некоторые были вынуждены покинуть Москву: по приглашению учебных заведений, не подчиненных Министерству просвещения, в Петербург переехали Н.Д.Зелинский и В.И.Вернадский. Другие продолжали свою деятельность только благодаря помощи частных лиц и обществ.

В особо тяжелом положении оказался П.Н.Лебедев: он был не один, вместе с ним университет покинули его ученики. В то время в России еще не было больших сложившихся физических школ, подобных научным лабораториям Гельмгольца, Максвелла и Кундта на Западе. Первую такую научную школу в России и создал П.Н.Лебедев, прошедший стажировку в Германии в школе блестящего экспериментатора Августа Кундта.

К моменту ухода из университета П.Н.Лебедев уже был признанным ученым, широко известным не только в России, но и на Западе, и, конечно, мог без особых хлопот устроить свою дальнейшую судьбу. Многие институты в Европе были бы счастливы заполучить выдающегося исследователя. Директор физико-химической лаборатории Нобелевского института Сванте Аррениус писал Лебедеву: «Естественно, что для Нобелевского института было бы большой честью, если бы Вы пожелали там устроиться работать... Вы, разумеется, получили бы совершенно свободное положение, как это соответствует Вашему рангу в

науке». Однако, заботясь о своей школе, ученый отклонил лестное предложение и обратился за помощью в Леденцовское общество, в деятельности которого он принимал самое активное участие.

15 марта 1911 года П.Н.Лебедев выступил в совете Общества с докладом «Опытные исследования в области электромагнитных волн», где обрисовал современное состояние спектрального анализа, разобрал немногочисленные работы ученых в этой области и обосновал, почему необходимо расширять эти исследования — не только для развития теории, но ради возможных практических применений.

Просьба ученого о субсидии была удовлетворена: ему ассигновали 12 000 рублей на оборудование вновь создаваемой лаборатории и 3000 рублей на аренду помещения для нее. Поддержка касалась как «его личных научных работ, так и тех 20 лиц, которые занимались под его руководством научными исследованиями». В протоколах заседаний совета было записано, что члены совета высказали «пожелание сохранить в России выдающуюся научную силу, представленную членом Лондонского королевского общества П.Н.Лебедевым, и обеспечить существование лаборатории как школы научных работников, которыми далеко не так богата Россия... Работы Лебедева и его школы, кроме чисто научной ценности, имеют и серьезное практическое значение по своему отношению к задачам беспроводной телеграфии и телефонии».

С необыкновенной быстротой, всего лишь за два-три месяца, была создана новая лаборатория при Московском городском народном университете им. А.Л.Шанявского —

знаменитый «лебедевский подвал» в Мертвом переулке. За год сотрудники закупили оборудования и инструментов более чем на 7000 рублей. План работ по спектроскопии и магнетизму был рассчитан на несколько лет. В прекрасно оборудованной мастерской при лаборатории Лебедева изготавливали приборы. Один из них — спектрограф для инфракрасных лучей — демонстрировали в том же году на II Менделеевском съезде.

Но в марте 1912 года П.Н.Лебедев внезапно умирает. Тяжелый удар для всех, кому был дорог прогресс науки! Профессор П.П.Лазарев, ученик Лебедева, выступая в сентябре на собрании Общества, сообщил, что Нобелевский комитет собирался выдвинуть П.Н.Лебедева, «этого гениального физика, который владел искусством экспериментирования как едва ли кто-либо другой в наше время», в кандидаты на Нобелевскую премию 1912 года.

Работы в лаборатории не остановились, их возглавил П.П.Лазарев, самой лаборатории было присвоено имя ее основателя, а Общество Леденцова продолжало финансировать уже работы учеников выдающегося ученого (1913 год — 3000 руб., 1914-й — 5000 руб.). С началом войны в 1914 году деятельность лаборатории была направлена в область медицинской рентгенологии. Общество ассигновало средства, на которые лаборатория создала образцовые рентгеновские кабинеты для исследования тех, кто был ранен на войне, прямо в полевых условиях, а попутно выполняла научные исследования в этой области. За год было сделано около 25 тысяч рентгеновских снимков и разработано специальное защитное покрытие для светочувствительного слоя фотопластинок, чтобы можно было проводить полевую рентгенодиагностику на фронте.

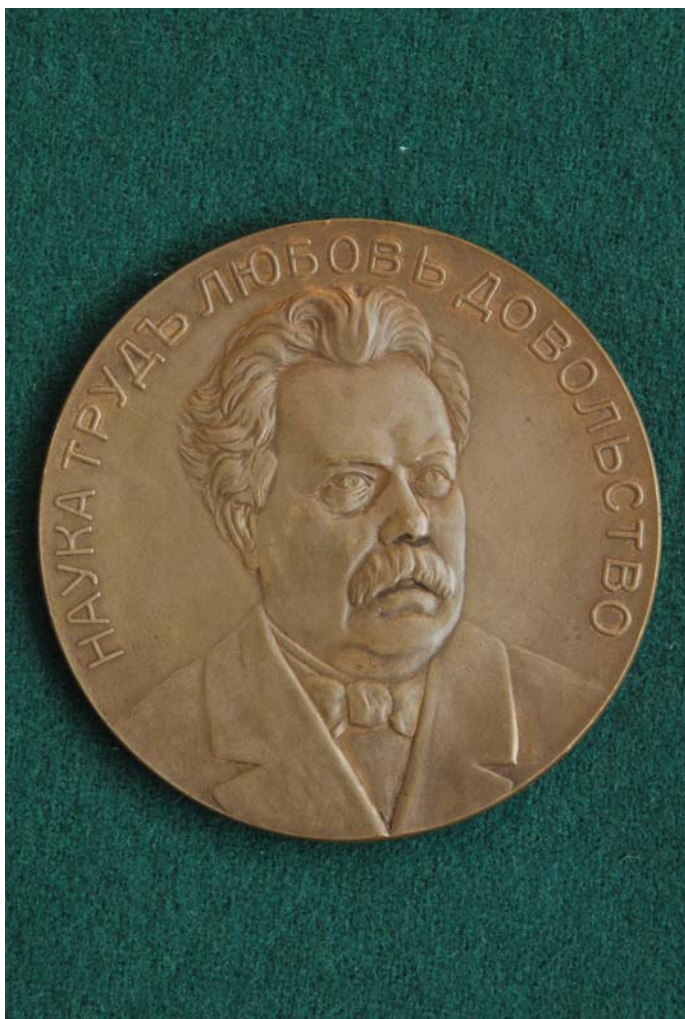
## Радиологическая лаборатория

Открытие радиоактивности и радия в конце XIX века не только взбудоражило мировую научную общественность, но и сформировало особый интерес к этой новой области знания со стороны государственной власти крупнейших западных стран. Особняком в этом деле стояла Россия, научная мысль которой вплоть до 1910-х годов почти не принимала участия в разработке проблем, связанных с радиоактивностью. По мнению советского химика В.Г.Хлопина, причина заключалась в отсутствии необходимой денежной поддержки со стороны государства и необходимых материалов для работы — препаратов радия и других радиоактивных элементов.

Инициировал поиски, разведку и исследование радиоактивных минералов и руд России В.И.Вернадский. В 1910 году он представил в Академию наук записку «О необходимости исследования радиоактивных материалов Российской империи», а в 1911-м выступил там с речью «Задачи дня в области радия».

«В вопросе о радии ни одно государство и общество не может относиться безразлично, как, каким путем, кем и когда будут использованы и изучены находящиеся в его владениях источники лучистой энергии. Ибо владение большими запасами радия дает владельцам его силу и власть, перед которыми может побледнеть то могущество, какое получают владельцы золота, земли, капитала, — утверждал В.И.Вернадский. — Несомненно, в мировом стремлении рано ли, поздно ли будут изучены и радиевые руды Российской империи. Для нас совсем не безразлично, кем они будут изучены. Они должны быть исследованы нами, русскими учеными. Во главе работы должны стоять наши ученые учреждения государственного или общественного характера».

По инициативе Вернадского Академия наук обратилась к правительству с просьбой выделить средства, необходимые



Медаль Общества им. Х.С.Леденцова

для организации экспедиций и разведок залежей радиоактивных минералов в Фергане, Ильменских горах, на Кавказе и в Западной Сибири. Запрашиваемые средства были выделены, и в 1911—1914 годах экспедиции, в которых участвовал Вернадский, отправились на разведку.

Но одновременно В.И.Вернадский предполагал широко развернуть лабораторные опыты, чтобы изучать свойства радиоактивных минералов и горных пород. Необходимо было изыскать средства на исследовательскую аппаратуру, и в феврале 1911 года он обращается за содействием к Н.А.Умову: «Наши знания в этой области (исследовании свойств природных соединений тория, урана, редких земель, благородных газов) в настоящее время в высшей степени незначительны, а между тем они должны быть положены в основу всех наших поисков радиоактивных руд и всех наших соображений о распространении радиоактивных тел в земной коре. Работа эта должна быть выполнена в возможно быстрый срок, и ее исполнение не менее важно, чем непосредственное изучение явлений радиоактивности. Обдумывая характер быстрого и планомерного исполнения этой работы, я остановился в конце концов на исследовании спектроскопии минералов».

Предложенная Вернадским методика испытаний требовала особой комбинации спектроскопов. Поэтому ученый собирался потратить запрашиваемые 3600 рублей на приобретение нескольких спектроскопов разных систем и приспособлений для фотографической и измерительной работы со спектрами, на организацию архива спектров земной коры и оплату труда лаборантов.

Вернадский был уверен, что в течение двух лет при систематической работе в лаборатории будут получены данные, позволяющие выяснить основные черты парагенезиса минералов земной коры.

Общество выделило запрашиваемую сумму. На эти средства было закуплено необходимое спектрометрическое оборудование для Минералогической лаборатории при Геологическом и минералогическом музее Академии наук в Санкт-Петербурге — по сути, она стала первой в мире геохимической лабораторией. В дальнейшем, по мере накопления материала радиевых экспедиций Академии наук, она превратилась в Радиогеохимическую, или Радиологическую, лабораторию, а впоследствии вошла в состав Радиевого института, директором которого был назначен В.И.Вернадский.

## Конец

Общество просуществовало всего лишь девять лет. Но сколько полезных и значимых дел оно успело сделать для пользы отечества! Используя нынешние термины, эффективность расходования средств Общества Леденцова была высочайшей. Своей помощью оно охватывало фундаментальные и прикладные исследования всех естественных наук, технологические и конструкторские работы, изобретательство в самых разных сферах.

Общество субсидировало опыты Б.Л.Розинга для разработки систем электротелескопии, основанных на применении пульсирующих и переменных токов, опыты Б.Н.Юрьева по конструированию геликоптера с одним подъемным винтом. А.Е.Чичибабин получил от Общества субсидию на исследование отходов переработки нефти, чтобы делать из них медицинские препараты. А в годы Первой мировой войны на средства Общества он наладил производство дефицитных морфия и кодеина. Профессор Софийского университета П.И.Бахметьев на средства Общества занимался исследованием анабиоза, профессор Киевского политехнического института К.Г.Шиндлер получил субсидию на нужды станции испытания земледельческих машин и ору-



дий. И.И.Остромысленский в начале 1912 года на средства Общества купил оборудование, благодаря которому в 1915 году осуществил полимеризацию изопрена под действием света. Совет Общества поддержал исследование молодого химика Г.С.Петрова. Уже в конце 1911 года он запатентовал промышленный метод использования сульфокислот в качестве расщепителей жиров при получении глицерина и свободных жирных кислот, а позднее — в качестве катализатора при получении фенолоформальдегидного полимера. Производство этой первой отечественной пластмассы, названной «карболит», началось в 1914 году.

С помощью Общества Леденцова в Московском университете была оборудована аэродинамическая лаборатория Н.Е.Жуковского, а профессор Г.В.Вульф приобрел приборы для изучения строения кристаллов и независимо от Лоренса Брэгга в 1913 году определил условия интерференционного отражения рентгеновских лучей от кристаллов, которые легли в основу рентгеновской спектроскопии.

Помимо исследований и разработок, перечень которых слишком велик, чтобы полностью приводить его в статье, Общество финансировало поездки русских ученых по стране и за ее пределами, помогало печатать диссертации, собрало огромную библиотеку, которая насчитывала 2500 книг и 3500 русских и иностранных журналов. В те годы это была лучшая техническая библиотека в Москве.

Трудно даже представить, сколько пользы могло бы еще принести Общество Леденцова. Но пришел 1917 год. После Октябрьской революции Общество продержалось недолго. 8 октября 1918 года президиум ВСНХ принял постановление о расформировании Общества и национализации его имущества. Огромный неприкосновенный капитал, на проценты с которого работало Общество, остался в зарубежных банках, и российская наука лишилась мощной финансовой поддержки. После уничтожения Общества доступ к этим деньгам был закрыт. Так и лежат они на западных счетах до сих пор. Трудно даже представить, какой суммой измеряется этот капитал сегодня.

Прошло почти 95 лет после закрытия Общества, но память о созидательном гении российских ученых, поддержавших благородные устремления вологодского предпринимателя, бережно хранится. И может быть, пришло время задуматься о возрождении Общества им. Х.С.Леденцова, о том, чтобы неприкосновенный капитал Леденцова смог вновь работать на свое отечество, работать так, как того хотел завещатель. Безусловно, для этого необходимо прежде всего юридически безупречный правопреемник Общества Леденцова 1909 года рождения. Думаю, что при участии сильных юристов и крепких государственных институций это сделать возможно. И тогда история Леденцовского общества получит продолжение, быть может, не менее увлекательное и плодотворное.



# Научная неправда

*Розыгрышей по классическим первоапрельским правилам, когда шутник убеждает жертву поверить выдумке, в науке немного, и обычно они не затягиваются. Опубликовать выдумку в научном журнале мало кому удастся: потому хорошие журналы и называются рецензируемыми, что у них есть специалисты по отсечению всего сомнительного и недостоверного. Не будем сейчас говорить о Корчевателе (см. «Химию и жизнь», 2009, № 4) — издания вроде «Журнала научных публикаций аспирантов и докторантов», который опубликовал бессмысленную статью, написанную компьютером, научными только притворяются. Шутнику гораздо проще вбросить выдумку в СМИ, сославшись на выдуманных же экспертов. Большинство таких шуток быстро забывается, однако некоторые начинают жить собственной жизнью, превращаясь в городские легенды или научные игры.*

**В** 1956 году журнал «American Anthropologist» познакомил читателей с обитающим в Северной Америке удивительным племенем накирема, которое исповедует культ чистого и здорового тела. Автор статьи, Гораций Митчелл Майнер из Мичиганского университета, подробно описал связанные с этим культом причудливые ритуалы, свидетелем которых он стал. Статью «Body ritual among the Nacirema» в 2009 году выложили на сайте журнала (doi: 10.1525/aa.1956.58.3.02a00080), и так началась ее новая жизнь в Интернете.

В каждом жилище накирема есть одно или несколько священных мест для исполнения некоторых из этих ритуалов, другие выполняются в храмах, где служат жрецы. Детей начинают приобщать к ним еще в младенчестве. В одном из домашних святилищ стоит купель, куда из храма подается вода, очищенная от скверны магическими процедурами. Первое утреннее омовение совершается в ней. Затем наступает черед церемонии ухода за ртом, ей накирема предаются с особым тщанием, полагая, что состояние зубов и ротовой полости обладает сверхъестественным влиянием на все, что происходит в обществе. Они берут пучок свиной щетины, посыпают ее волшебным порошком, суют в рот и выполняют строго регламентированные движения, дабы предотвратить любое нездоровье или изгнать малейшие его признаки. Если защитить себя не удалось, приходится обращаться за помощью к жрецу. Процедуры, которой он подвергает верующего, зачастую весьма болезненны и могут растянуться на долгие годы, но отказаться от этих обрядов членам племени не позволяют нравственные устои. Утреннее омовение у мужчин завершается варварским поскребыванием физиономии острым лезвием.

Другие жрецы отвечают за организм в целом и, обладая высшим знанием, в нужный момент предлагают страждущим порошки, которые те с благоговением хранят в особых ларцах и никогда не выбрасывают — это считается немислимым святотатством. Однако со временем назначение снадобий забывается, и принимая их становится боязно. Тяжело заболевшие накирема отправляются в святилище под названием *latipso*. Если члены племени хотят войти в некоторые из этих святилищ, то они должны приносить богатые подношения, а затем еще и еще, чтобы вернуться домой живым и здоровым. В некоторых ситуациях приходится обращаться к знахарям-«слушателям», и во время этих обрядов накирема демонстрируют поразительную способность помнить все события своей жизни, начиная с момента рождения. Есть еще много удивительных ритуалов, позволяющих превратить толстого человека в худого, и наоборот, или увеличить женскую грудь (женщины с гипертрофией молочных желез считаются идеалом красоты). Внимательный читатель должен был немедленно узнать в представителях этого племени себя и своих соотечественников, догадаться прочитать *Nacirema* задом наперед. Этот сторонний взгляд, по мнению Майнера, весьма полезен для американцев.

Дело Майнера нашло продолжателей. Нила Томпсона заинтересовал квазирелигиозный культ предметов, которые накирема называют *Elibomotua*. Он посвящает ему исследование «The mysterious fall of the Nacirema», которое опубликовал

журнал «Natural History» в декабре 1972 года. Оно также вошло в заключительную главу сборника «Nacirema: Readings on American Culture» под редакцией Джеймса Спрэдди и Майкла Ринкевича (James P. Spradley and Michael A. Rynkiewicz eds., «The Nacirema: Readings on American Culture», Boston: Little Brown and Co., 1975). Археологи собрали богатую коллекцию предметов культа, что позволило с большой степенью достоверности реконструировать заложенные в нем идеи. Эти предметы максимально воплощают культурный идеал накирема — исследователи видят в них художественный символ созданной человеком и подвластной ему окружающей среды. Замкнутые конструкции, способные перемещаться с места на место, по форме и цвету не имеют аналогов в природе (хотя некоторые авторитеты допускают, что на ранних этапах развития культа их прототипом могло быть яйцо). В элибототуа поддерживается собственный микроклимат, он защищает своего обитателя от внешних воздействий, в том числе отсекая коротковолновое излучение солнечного спектра. Выказывалось мнение, что эти предметы играли важную роль в брачных ритуалах накирема: любой мужчина мог добиться доминирования, правильно выбрав элибототуа.

Уиллард Уокер из Уэслианского университета занимался языковыми особенностями этого удивительного племени. Он установил интригующий факт: хотя в речи накирема можно отчетливо различить девять гласных, сами накирема уверяют, что их всего пять — «эй», «и», «ай», «оу» и «йу», причем всегда перечисляют их именно в таком порядке. Этот странный миф целенаправленно внедряют в сознание юных накирема представители особой касты, которая называется *ti'uyir*. В связи с этим Уокер описывает вредный и поработавший ритуал посещения культовых сооружений под общим названием *sguwlz*. (Чтобы догадаться, о чем речь, эти загадочные термины надо прочесть вслух — звучат они очень похоже на всем известные английские слова.) Короткое сообщение «The retention of folk linguistic concepts and the *ti'uyir* caste in contemporary Nacireman» было опубликовано все в том же «American Anthropologist» (1970, 72, 1, 102—105).

**Н**елегко быть блондинкой. Мало того что окружающие постоянно глумятся, время от времени со страниц научных и не слишком журналов, а также электронных СМИ раздаются «угрозы» — исчезнут блондинки (и вместе с ними, увы, блондины) в ближайшие 50, 100, 200, 600 лет.

Очередной переполох случился в сентябре 2002 года. Компания BBC, а вслед за ней многие газеты и новостные программы сообщили о результатах исследования, проведенного некими «немецкими специалистами» по заказу Всемирной организации здравоохранения: через два столетия на Земле не останется ни одного светловолосого обитателя, поскольку не выдержит конкуренции их рецессивный ген; и вообще, мужчины предпочитают брюнеток, а если блондинок, то крашенных. Последний светловолосый землянин будет жителем Финляндии, где блондинов сейчас больше, чем в какой-либо другой стране (BBC News, 2002, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/health/2284783.stm>.)







Спустя несколько дней после публикации ВОЗ заявила, что никогда не заказывала и не проводила подобного анализа, понятия не имеет, какое будущее ожидает блондинок и блондинов, и, скорее всего, это просто розыгрыш. Свои сомнения высказал уже в самой первой публикации BBC профессор Джонатан Рис из Эдинбургского университета. По его словам, хотя число белокурых людей и может уменьшиться, вряд ли они исчезнут вовсе. Тем не менее результаты «исследования» продолжали цитировать в течение нескольких лет.

Сайт Snopes, разоблачающий розыгрыши и развеивающий слухи, посвятил страничку этой истории (<http://www.snopes.com/science/stats/blondes.asp>) и выяснил, что блондинам предсказано гибель примерно раз в столетие. Подобные публикации появлялись в 1961, 1906, 1890 и 1865 годах, а натуральные блондинки благополучно здравствуют на зависть многим.

Рыжий цвет волос — это в еще большей степени дело вкуса, но обладателям такой шевелюры в 2007 году тоже предрекли исчезновение в течение ближайших 50 лет. Причина названа аналогичная: рыжие являются носителями рецессивного гена. Чтобы волосы у ребенка были рыжими, оба родителя должны передать ему определенную мутацию гена *MC1R*. (Об этом гене и его влиянии на окраску кошек мы писали в мартовском номере.) Носители мутации сами могут и не быть рыжими, если она у них только в одной из двух копий гена.

Средства массовой информации ссылались на журнал «National Geographic», тот, в свою очередь, на новостные публикации. Некоторые из них цитировали в качестве источника «независимый исследовательский институт» «Oxford Hair Foundation» (<http://www.aboutus.org/OxfordHairFoundation.org>), один из партнеров которого — «Procter and Gamble Hair Care», известный производитель средств по уходу за волосами и красок. Однако ученых — «авторов исследования» обнаружить так и не удалось. А реальные ученые этих выводов не подтверждают.

Действительно, когда в результате глобализации светловолосые и темноволосые вступают в брак, во втором поколении светловолосых получается меньше. По некоторым данным, блондинов на Земле сейчас всего 2%. Но согласно закону Харди — Вайнберга, частоты вариантов генов в достаточно большой популяции не изменяются, если те не влияют на приспособленность и не являются мишенью отбора. С цветом волос как раз тот случай: что бы ни говорили злопыхатели, блондинки не обязательно глупы, рыжие не склонны к пиромании или убийству дедушек лопатой, поклонников у тех и других не меньше, чем врагов, а русые или темноволосые носители соответствующих генов и подавно ничем не хуже прочих. Значит, эти рецессивные гены не должны исчезнуть, рыжие и белокурые дети будут рождаться всегда.

**З**наете ли вы, что такое Genpets™? Домашние любимцы, созданные методами генной инженерии, закономерное продолжение линии, которую начали светящиеся в ультрафиолете аквариумные рыбки, кошки и собаки. Но продукция канадской компании «Биогеника» разработана

для продажи в обычных супермаркетах, а не в зоомагазинах.

Джинпеты не пушистые. Они похожи на мини-копии Горлума из «Властелина колец» — лысенькие, большеглазые, с маленькими ушками, кошачьими носиками и тоненькими лапками. Каждый помещен в индивидуальную упаковку из прозрачного пластика и прикреплен к подложке за лапки и талию специальными петельками. Упаковки можно развешивать в магазине на стандартные держатели, как пакетики мармелада или фигурки супергероев, с единственным отличием: к каждой подведена тоненькая трубка-пуговина с питающим раствором, а также провод, обеспечивающий работу маленького кардиомонитора. Они живые, но погружены в спячку; сердечки у них бьются, и видно, как они дышат. Упаковка снабжена «полосками свежести»; если существо пробыло в супермаркете слишком долго или хранилось в ненадлежащих условиях и светится лишь одна полоска из четырех, значит, его пора срочно продавать.

Когда покупатель вскрывает упаковку, происходит запечатление — кого джинпет увидит первым, того и считает своим родителем. Он не бегает и почти не ползает, ухаживать за ними надо, примерно как за куклой или новорожденным младенцем — отвести место для сна (а спят они 18 часов в сутки), раз в неделю кормить, иногда купать. Корм поставляется компания, одежду для питомца хозяева при желании могут сшить сами. Продукция варьирует по продолжительности жизни (год или три), а также по темпераментам: руководствуясь метками на упаковке, можно выбрать питомца энергичного, игривого, мирного, мечтательного... Согласно информации на сайте компании, эти существа были созданы методом микроинъекции ДНК в оплодотворенную яйцеклетку. Чья яйцеклетка, не сообщается, но сказано, что джинпеты относятся к классу млекопитающих, имеют мозг, мышцы и кости, кровеносную систему, чувствуют боль, а при плохом уходе могут умереть раньше времени.

Конечно, это не на самом деле. Добавить в геном мыши или рыбы единичные гены — совсем не то что создать новое живое существо. Адам Брендейс, который подписывается генеральным менеджером «Биогеники», на самом деле скульптор и программист ([www.brandeys.ca](http://www.brandeys.ca)), а джинпеты — его арт-проект, который с 2005 года демонстрировался на многих выставках. Они сделаны из латекса и пластика, дыхание изображают моторчики, а мигающие кардиомониторы и «полоски свежести» — бутафория. «Я не против биотехнологий, но насчет того, где, как и кто их будет использовать, не уверен», — объясняет Брендейс. По его замыслу, зритель должен задуматься, куда мы придем, если будем идти в том же направлении.

Сайт проекта [www.genpets.com](http://www.genpets.com) — тоже произведение искусства. Информация о компании, ответы на часто задаваемые вопросы, руководство для потенциальных партнеров, форум, сервис и поддержка, баннеры близких по теме ресурсов (настоящих), ссылки на дополнительную информацию по технологии (тоже подлинные)... Разумно, rispetабельно и при всей отвратительности очень правдоподобно. Указание на истинную сущность джинпетов обнаружить удается не сразу.

# Сохатые альтернативы

Григорий Панченко

## Первоапрельский лось

На рубеже 1920—1930-х годов видный советский зоолог, замдиректора по науке Московского зоопарка Петр Александрович Мантейфель высказал идею об одомашнивании лося. Профессор Мантейфель писал, что «давно пора ввести лося в список новых сельскохозяйственных животных» <...> при участии Мантейфеля было создано несколько лосиных ферм, на которых были достигнуты значительные успехи, и отчет об этих успехах, совершив причудливое путешествие по коридорам власти, в 1934 году лег на стол наркому обороны Клименту Ворошилову (Дмитрий Мамонтов. «Рогатая кавалерия». «Популярная механика». 2010, № 4).

Собственно, эта статья и началась с той, уже трехгодичной давности, публикации в «Популярной механике». Первоапрельской публикации. С тех пор «Рогатая кавалерия» широко разошлась на цитаты по разным интернет-ресурсам и даже бумажным изданиям, но, как ни странно, доселе мало кто заметил ее «первоапрельскость», которая на самом-то деле бросается в глаза с первых же строк.

Впрочем, такие, как сейчас говорят, фейки на самом деле появились очень давно. Вот еще одна цитата, совсем из другого источника:

*«В шестидесяти годах XIX столетия в Лобиновском имении (Смоленской губернии, Вяземского уезда) была поймана пара лосей. Лоси эти быстро приручились, расплодились до целого десятка, запрягались в телеги и прекрасно исполняли многие хозяйственные работы. Подобный этому пример был в семидесятых годах XIX столетия в Финляндии, под Выборгом; один из местных помещиков ездил на охоту не иначе, как в телеге или санях, запряженных лосем. В Юрьеве в начале 20 столетия появился на бегах великолепно выезженный лось, производивший бурный восторг среди любителей скорой езды. В Литве, Польше, Курляндии, Лифляндии и Эстляндии в былое время пользовались лосями для ездовых надобностей. У северных скандинавских народов лоси когда-то были на положении домашних животных. В Швеции ими пользовались даже для военных надобностей. Так, при армии короля Карла IX лоси бегали в упряжках и возили курьеров, легко пробегая в день по 36 шведских миль».*

Эти сведения тоже фигурируют во множественных ссылках как достоверные — но источник их, как правило, не указывается. На деле же перед нами фрагмент заметки из сдвоенного (№ 13, 14) выпуска журнала «Охотничий вестник» за 1917 год. Издание это в основные свои разделы, о ружейной и псовой охоте, пускало только проверенные факты, но в дополнительных рубриках не чуралось того, что называют «охотничьими рассказами». Вот и это один из них. Автор вышеупомянутой заметки (его псевдоним П. Горемыка, но в выходных данных журнала фигурирует фамилия Лихачев) — совершенно безвестная фигура; упоминаемых им «фактов» это тоже касается.

Вообще, о ездовых лосях российского и скандинавского Средневековья, а также о еще более ранних, чуть ли не неолитических примерах их одомашнивания слышали многие. Но... сразу придется разочаровать читателей: все это —



*В данном случае Олаус Магнус изображает смешанный отряд «москвитов» и их союзников из числа коренных жителей лесотундры. Небольшая художественная вольность — и ездовые олени оказываются «скрещены» с конницей Московской Руси, образуя необыкновенный, но чисто виртуальный гибрид*

пример некорректной трактовки изображений. Как древних, наскальных, так и книжных миниатюр постсредневековой Скандинавии.

Сцены лосиной охоты запечатлены на множестве неолитических и мезолитических петроглифов от Карелии до Сибири. Но буквально в паре случаев изображение позволяет увидеть стоящего на лыжах лучника или копейщика, которого лось (или, возможно, северный олень: одна из картинок слишком схематична) словно бы буксирует за собой на специальной сбруе. Однако петроглиф — не фотография, и здесь, скорее всего, на самом деле тоже показана лишь охота, в которой «сбруя» — знак связи между лыжником и преследуемым им зверем. Такие знаки связи для северных писаниц достаточно характерны, они присутствуют и в менее реалистичных композициях.

Если же говорить о рисунках цивилизованной эпохи, то все они восходят к «Истории северных народов» Олауса Магнуса. Шведский писатель и картограф середины XVI века достаточно вольно изображал езду не на лосях, а на северных оленях, лапландскую и самоедскую. А поскольку природы швед перед глазами не имел (ибо свою книгу дописывал уже в Италии), то нарты у него получились размером с телегу, олень — ростом с лошадь, а слегка расплюснутые «северные» рога стали напоминать лосиные лопаты.

Впрочем, и в России, и в Швеции, пусть не XVI, но XIX – XX веках, лосей эпизодически действительно приручали. Еще реже пытались использовать для санной езды: только для этого — и, в общем, малоуспешно. Чаще установка делалась на мясо и шкуру, которые легче всего получать от фауны смиренной, управляемой, ручной или хотя бы полуручной. В результате из лосей получались скорее «парковые», чем домашние животные, которых можно перегонять, иногда даже вести в поводу, но запрягать уже проблематично.

Вообще говоря, жаль. Именно в России блестящая плеяда биологов (К.М.Бэр, К.Ф.Рулье, Н.А.Северцов и их ученики) с середины позапрошлого века ставила вопрос о приручении и,



*Лосиная кавалерия по версии «Популярной механики». Первоапрельский розыгрыш неожиданно превратился в крупномасштабную мистификацию: авторы шутки явно недооценили готовность современных читателей поверить в любую фантазмагорию*



как тогда писали, «порабощении» нескольких видов животных, среди которых лось был поставлен на первое место. (Кроме лося в этом перечне пребывали зубр, сайгак, кулан, заяц-беляк, глухарь, тетерев, белая куропатка, перепел. Список, как видим, очень российский и в принципе не безнадежный, а по тем временам он выглядел вполне перспективно...) Причем в грядущем «порабощении»-доместикации видная роль отводилась тогдашним аналогам высоких технологий: зоопсихологии (да, уже тогда!) и научной гибридизации.

Тем не менее практическая реальность лосиных ферм, действительно существовавших вплоть до 1914 года, была заметно скромнее. Ни о каком «прекрасном исполнении многих хозяйственных работ», участии в ипподромных состязаниях и тем паче перевозке военных курьеров речь на самом деле не шла.

А о чем все-таки шла? И при чем тут наш цикл статей, посвященный прежде всего нестандартным образцам «красноармейской» боевой фауны, в том числе гибридной? На самом-то деле тут есть некое количество «секретных страниц». Но сначала разберемся с вышеупомянутой статьей из «Популярной механики». Еще несколько цитат:



*Пулеметные лоси все-таки лучше смотрятся в фантастике, чем на реальной советско-финской войне*

«Война с Финляндией была лишь вопросом времени, и в наркомате обороны отдавали себе в этом отчет. Одна из важных проблем, которую требовалось решить в связи с этим, — транспортная. Малонаселенные территории, на которых предполагалось вести военные действия, были покрыты лесами и болотами. Дорог, пригодных для передвижения техники, практически не существовало, а лошади просто увязли бы в снегу.

Поэтому отчет, написанный одним из учеников профессора Мантейфеля, был внимательно изучен. Там говорилось, что лоси способны питаться подножным кормом, выносливы и могут легко передвигаться по почти непроходимой местности, включая болота, и нести значительный груз. Это показалось советским военачальникам идеальным решением одной из проблем финской войны, и на стол Сталину легла докладная записка Ворошилова следующего содержания: «Необходимо внимательнейшим образом рассмотреть вопрос и в срочном порядке создать специальный питомник... где бы выращивались лоси — не только для народного хозяйства, а специально для кавалерийских подразделений». Такой питомник вскоре был создан под Ленинградом, туда из уже существовавших питомников были переведены лучшие специалисты со своими, уже частично одомашненными, питомцами.

Директором «Волосовского специального питомника № 3», расположенного неподалеку от поселка Волосово, назначили автора того самого отчета — Михаила Глухова, молодого, но уже опытного зоолога.

К тому времени Глухов многого добился в одомашнивании лосей, однако при назначении перед ним поставили совсем другую задачу — превратить этих могучих лесных исполинов не просто в покорных домашних животных, а в настоящие боевые машины. Работа эта считалась настолько важной, что ее курировал лично Жданов. В случае успеха Сталин всерьез планировал пересадить кавалерийские части, расквартированные в тайге, на лосей».

Этот номер «Химии и жизни» тоже апрельский, но все-таки давайте отделим мух от котлет, а лосей — от Сталина с Ворошиловым.

Существование российских лосеферм оборвала не революция, но Первая мировая. В советское время эксперимент был возобновлен, причем на более высоком уровне. Мантейфель по этому поводу действительно высказывался неоднократно — однако, увы, в унисон с Лысенко; вообще, мантейфелевская идея «биотехнии», сверхактивного преобразования природы, и его массивные работы по «реконструкции фауны млекопитающих СССР» несут на себе печать эпохи. И если уж у Трофима Денисовича громадь антинаучных планов активно имитировало их воплощение в жизнь, то для других этот путь тоже не был заказан. Сам Мантейфель (кстати, до 1924 года состоявший на действительной воинской службе) лося «во главу угла» все-таки не ставил, но руководимый им КЮБЗ (кружок юных биологов при Московском зоопарке) занимался и другими «проблемными» животными. А организация это была не вполне юннатская, равно как и Осоавиахим — не только молодежный клуб...

Как бы там ни было, одомашнить лосей в те десятилетия действительно планировали. Не КЮБЗовцы и, конечно, не мифический Глухов, но группа зоологов во главе которой стоял Е.П.Кнорре. Учениками Мантейфеля они, допустим, иногда себя называли — поскольку именоваться тем, кем они были в действительности (учениками учителя Мантейфеля, М.М.Завадовского), на определенном этапе сделалось крайне опасно. Причину этого современным читателям можно не объяснять.

Питомник «Волосовский специальный» — такой же миф (точнее, шутка), как и широкое применение лосиной кавалерии в финскую кампанию. Реальным центром советского лосеводства сперва стал «Бузулуцкий Бор», потом основные исследования переместились в Печеро-Ильчский заповедник. Докладная записка Ворошилова, ждановское курирование, сталинские планы и т. п. — привет из 1 апреля, но вообще-то военный аспект в работах Кнорре и компании тоже имел место. Куда же без него: печать времени...

«От намерений запрягать лосей в сани или телеги отказались с самого начала — такие «тачанки» вряд лигодились бы в условиях леса, поэтому было решено сосредоточиться на воспитании «верховых» лосей. Были разработаны специальные седла с креплением для пулемета, однако возможность маневра оставляла желать лучшего. Бойцы-кавалеристы, которые работали в питомнике, приспособились опираться сошки пулемета на развесистые рога — этот способ оказался гораздо более удобен, хотя и был невозможен в те периоды, когда лоси сбрасывали свои ветвистые украшения. Сначала даже пробовали жестко крепить пулеметы к рогам, однако выяснилось, что вибрация при стрельбе приводила к сотрясению мозга у животных и ломала «лопаты». Все попытки сделать рога более прочными с помощью специально подобранных кормов не увенчались успехом, поэтому от жестких креплений отказались, заменив их кожаными подушечками. Позднее сошки стали опираться на концы ветвистых «лопат» — выяснилось, что в этом случае лоси выполняют функцию «самонаведения»: поворачивая голову в сторону опасности, они одновременно наводили на цель пулемет, и бойцу оставалось только скорректировать прицел и нажать на спусковой крючок».

Да нет, как раз верховая езда так и осталась вспомогательным направлением: в основном одомашненных лосей впрягали в сани. Причина проста: несмотря на рекордные размеры матерых самцов (которых, между прочим, корректно сравнивать не со стандартными лошадками, а с жеребцами крупных пород, рекордными тяжеловесами, тяжеловозами и «тяжелоносами»; ну и в чью пользу будет разница?), рядовой

лось все же заметно меньше лошади. А вдобавок и менее вынослив — по крайней мере, при тех нагрузках, которые принято требовать от строевой кавалерии. В таких условиях с конем, зверем открытых пространств, ни один обитатель леса по определению тягаться не может. Ни под всадником, ни под выюком, ни в упряжке.

По хорошему снегу рабочий лось тянет груженные сани примерно своего веса — то есть полтонны максимум, а чаще килограммов 300; для лошадиных стандартов немного, но в военно-полевых условиях на грани сносного. Во вьючном же варианте он способен нести 80—120 кг: значительно меньше, чем по силам стандартной рабочей лошадке, даже совсем не крупной (в походных условиях под выюк отбираются как раз мелкие лошади не кавалерийской стати). Разумеется, эксплуатационные качества боевого или рабочего коня дошлифованы тысячами лет селекции — а у сохатого все происходит в первых поколениях. Но в том-то и дело...

## Хроника несбывшегося

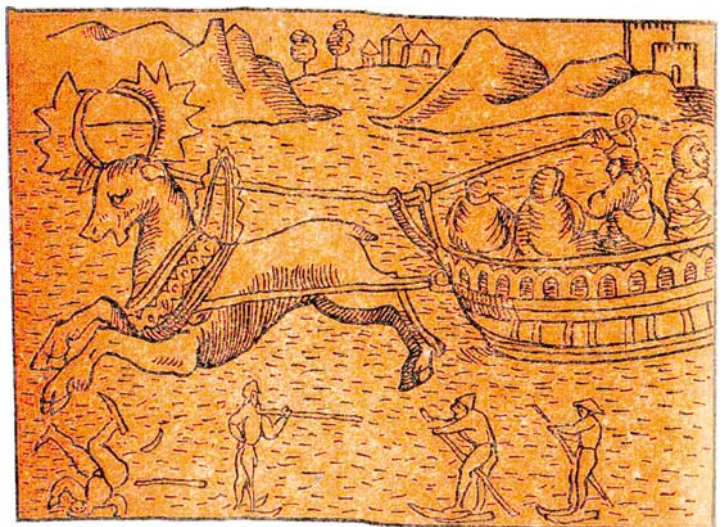
Пожалуй, остается только пожалеть, что до исторических времен не дотянул широколобый оленелось *Cervalces latifrons* — тоже обитатель открытых пространств, выносливостью, видимо, не уступающий северному оленю, а по росту и силе вообще чемпион семейства. Знаменитые гигантские олени, включая большерогого мегалоцероса, рядом с ним смотрелись бы примерно как изюбри на фоне современного лося. Но хронологически широколобый великан вписывался не в красноармейскую конницу, а разве что в неандертальскую.

Впрочем, в североамериканской лесотундре близкий вид, оленелось Скотта, был современником первых индейцев, а на отдельных участках ареала он теоретически мог существовать до эпохи древнейших городов! Габаритами американский оленелось несколько уступал крупнейшим из евразийских сородичей, но все равно был больше, выносливее и, вероятно, «социальнее» нынешних сохатых; а рога его обладали столь причудливой формой, что в принципе можно увидеть сходство с миниатюрами Олауса Магнуса... Однако тут мы решительно остановимся, чтобы не забредать на территорию фантастики.

Ну а идею с размещением на рогах пулеметных турелей даже комментировать не будем. У ископаемого оленелоса там можно было хоть зенитную установку монтировать, но к нашей военно-полевой реальности это отношения не имеет. Как и иные колоритные подробности, приводимые в статье «Рогатая кавалерия»:



Лось и северный олень (?) в качестве неолитических «буксировщиков»? Увы, похоже, эта буксировка — художественная волюность или мифологическое допущение...



На этом рисунке из «Истории северных народов» ездовой олень не только ростом с лося, но и условно «лосерогий»

**Широколобий оленелось: вес до полутора тонн, рост в холке 2,5 м, размах рогов примерно такой же. В финские леса с такими рогами соваться нечего, но по всем остальным параметрам это был бы идеальный «боевой зверь»... для армии раннего палеолита!**



## ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ



**Оленелось Скотта: вот это и вправду «упущенный шанс» — с первыми очагами domestikации он разминуся скорее территориально, чем хронологически**

«В декабре 1937 года «Волосовский специальный питомник № 3» в сопровождении Жданова посетил лично Иосиф Виссарионович. Вождя народов особенно впечатлил момент, когда из леса вылетела лосиная кавалерия, оцетинившаяся пулеметами. Демонстрацией он остался доволен, хотя отметил тот факт, что лоси пока не обучены отличать красноармейцев от белофиннов. Объяснять Сталину, что у лосей плохое и к тому же черно-белое зрение и они не способны рассмотреть красные звезды на форме или хотя бы ее цвет, никто не решился.

Зато у военных инструкторов питомника появилась новая идея — они решили использовать феноменальный слух животных и научить их отличать интонации, которые в финском и русском языках существенно различаются. В питомник были приглашены несколько военных переводчиков, знающих финский язык, и лосей стали тренировать на «распознавание речи». И безуспешно: животные, слух которых во много раз чувствительнее человеческого, оказались способными лингвистами и разведчиками. Они могли различать финскую речь с расстояния почти в километр, после чего условным сигналом (типа фыркания) привлекали внимание всадников



или даже атаковали противника, затаптывая его ударами копыт мощных передних ног, способных одним ударом убить волка.

<...> Согласно записям Михаила Глухова, к 1939 году в питомнике было подготовлено и обучено более 1500 боевых лосей, прошли соответствующее обучение и кавалеристы (рядом с питомником построили специальные

*Лось под седлом. К сожалению, для красноармейских подвигов мощь его далеко не достаточна*

корпуса и площадки для обучения бойцов спецкавалерии). Эксперимент оказался весьма своевременным — с весны 1939 года отношения между Финляндией и СССР начали резко ухудшаться. Жданов, несмотря на свой высокий пост (к тому времени он был членом Политбюро и председателем Верховного совета РСФСР), по-прежнему курировал эту тему и минимум раз в месяц бывал в питомнике, чтобы лично контролировать процесс подготовки.

С середины года с обеих сторон начались военные приготовления, и летом, во время одного из своих визитов, Жданов задал Глухову прямой вопрос: «Михаил Александрович, вы обеспечите, как обещали, полторы тысячи подготовленных кавалеристов? Товарищ Сталин считает, что они будут нам очень нужны к октябрю». — «Нет, Андрей Александрович, — честно ответил Глухов, — в октябре у лосей будет гон, в это время они не слушаются никого, даже меня». — «А товарища Сталина они послушаются?» — помрачнев, спросил Жданов. «Люди — послушаются! — выкрутился Глухов. — Поэтому люди умнее лосей. Когда зовет природа, лоси не слышат никого». Такой ответ мог стоить Глухову жизни, но сошел с рук — Жданов прислушался к мнению зоолога. Что именно он доложил Сталину, история умалчивает, но в результате СССР, как известно, всеми способами затягивал дипломатические переговоры с Финляндией до конца осени. Как только гон у лосей закончился, все диверсионные группы были приведены в боевую готовность. А утром 30 ноября началась советско-финская война».

Очередной привет из 1 апреля. Добавим только, что при подобных обстоятельствах у лосей, получается, вообще отсутствует время, когда к их рогам можно крепить пулеметы: до апреля-мая рогов нет и в помине, потом они какое-то время представляют собой набухшие кровью панты, к которым лось и пальцем прикоснуться не позволит; окончательно затвердевая они к концу августа, почти сразу же начинается гон, продолжающийся по вторую половину октября. А в ноябре-декабре рога уже и сбрасывать пора...

Словом, в период зимней войны, к которому, с определенным допуском, адаптированы лосиные ноги и тело, лось вступает безрогим!

(Если рассуждать совсем уж несерьезно, то эти природные циклы словно бы подтверждают правоту известного «анти-историка» Виктора Суворова, согласно которому Сталин и Гитлер готовили взаимный блицкриг — и Германия сумела предупредить СССР буквально на две недели. В самом деле: к 22 июля рога еще не совсем готовы, зато через пару-тройку недель они у подавляющего большинства лосей окончательно созреют. Можно устанавливать на них пулеметные сошки — и вперед, на Берлин! А к моменту наступления гона, опять же через считанные недели, основные боевые задачи окажутся решены... Просто удивительно, как сторонники альтернативной военной истории проходят мимо этого довода!)

Правда, существует одна довольно простая операция, способная зафиксировать лося (или оленя) в состоянии перманентной рогатости. Крепить рога к черепу при этом не требуется: вмешательство направлено на другие органы. За-



*Рабочие лошади Кнорре. Фотографии подобраны наиболее выигрышные — но все-таки видно, что полезный груз не так уж велик. Иногда вознице приходится не только сходить с саней, но даже подталкивать их*



одно и проблема гона окажется решена. Как будет называться такой лось, наука умалчивает: жеребец именуется меринком, бык — волом. Однако провести подобную операцию реально лишь на юном лосенке, зафиксировав таким образом его детскую безроговость. После воздействия на организм взрослого рогоносца в самом расцвете сил получится не «боевой товарищ», а несколько центнеров лосятины. Смерть от шока гарантирована, причем в самом начале процесса. Для иного исхода требуется генетически модифицированное поведение: у коня, быка, даже домашнего северного оленя оно имеется, а с благородными дикарями, хотя бы и идеально прирученными, такое не проходит...

«Однако самый главный недостаток лосиной кавалерии ни ученым, ни военным преодолеть не удалось. Лосей так и не смогли приучить собираться большими стадами, поэтому о создании огромных конных (то есть лосиных) армий, о которых мечтал товарищ Сталин, пришлось забыть. Для лосиных групп была выработана особая тактика и поставлены специфические задачи. Они должны были противостоять многочисленным мелким разведывательно-диверсионным группам врага, от которых военные ожидали серьезных неприятностей (и, как показало время, были правы). А также, разумеется, сами должны были доставлять финским войскам множество неприятностей, действуя за линией фронта мелкими группами, состоящими из 10—15 кавалеристов верхом на лосях в режиме «свободной охоты» в карельских лесах. <...> Прирученные и специально обученные лоси давали бойцам в зимнее время года бесценные преимущества. Верхом на лосе намного легче было передвигаться по лесу скрытно — следы этих животных не вызывали у противника подозрений. (Как известно, впоследствии, во время Великой Отечественной войны, советские партизаны зимой использовали сапоги с подошвами в виде лосиных копыт, чтобы не привлекать внимания к своим следам в лесу)».

С виду все так и есть. Рослый сохач (тут принципиален именно рост, длина ноги) может идти с хорошей скоростью по снегу хоть метровой глубины, многие десятки километров без усталости. У среднестатистических лосей Кнорре этот рубеж был равен 50—70 см в глубину, в длину же — почти не меньшее количество десятков километров. Хороший строевой конь по снегу глубиной чуть выше полуметра еще пройдет, но так-сяк, со скоростью пешехода. Вроде бы лось и вправду лучше? Однако такого коня можно гонять (пускай не по метровому снегу) недели и месяцы, потому что без проблем удастся кормить: овсом, запас которого можно взять с собой, сеном, реквизированным на первом же попавшемся хуторе. А лось — нет: ни тем, ни другим. Если выпускать на вольный выпас — то в военных условиях за ночь не управиться. Да ведь разбредшихся по лесу сохатых надо потом еще и собрать, что

куда труднее, чем привести с пастбища стреноженных коней или даже северных оленей, у которых стадность выражена гораздо сильнее (именно тут срабатывает этот фактор, а не при формировании кавалерийских корпусов, которые для сохатых вообще из разряда фантастики!). А если самим заготавливать для лосей прутьяные веники и вязанки корья — то воевать уж точно будет некогда. Такова оборотная сторона существования на подножном корме.

Можно ли сохатых в этом смысле перевоспитать? Наверно, вот только потребуются для этого не методы Лысенко и Макаренко, а направленная селекция многих сотен поколений; ну хорошо, при стахановских методах — немногих сотен. Лосиные поколения короче человеческих, но за все время существования советских лосеферм сколько-нибудь заметного успеха достигнуть не удалось, хотя опробованы были самые разные методы.

Не исключено, что тут могла помочь гибридизация. Та самая, к которой, похоже, пытались подступиться в заповеднике Аскания-Нова. Какой вид мог использоваться в качестве «донора» положительных качеств? Априори, конечно, домашний северный олень — и мы знаем, что северных оленей в Асканию действительно завозили. А потом могли опробовать и благородных оленей. Тоже безрезультатно, уж очень сильно обособлен лось в семействе оленьих — но не для того ли в



*Лось, впряженный в индейскую волокушу? Увы: не лось, а «утка». В нескольких современных изданиях эту мистификацию восприняли всерьез, но эффект дагерротипа здесь достигается при помощи фотошопа*



*И это тоже фотошоп (опять-таки неоднократно переиздававшийся как «реальный снимок»). Особой фантастики здесь нет, но де-факто столь роскошный самец, да еще в «рогатые» месяцы, не только для работы непригоден, но и подходить к нему слишком рискованно — даже если он идеально приручен*

асканийские степи доставили североамериканца вапити, самый крупный и, как тогда считалось, самый лосеподобный подвид (по современным представлениям, он удален от лося ничуть не меньше, чем остальные подвиды)? Увы, это уже чистые догадки: в послевоенное время никаких документов об этих попытках скрещиваний не сохранилось.

«Лосиная спецкавалерия блестяще проявила себя с первого дня войны. Лоси вели себя послушно, легко пробирались по самым непроходимым лесам и подмерзшим болотам, молниеносно и почти бесшумно возникали в чаще, устраивая переполох, и так же молниеносно и почти бесшумно исчезали. Легковооруженные группы не могли доставить серьезных неприятностей регулярной армии, ограничиваясь уничтожением вражеских разведчиков и снайперов, но психологический эффект был огромен: когда на поляну в морозной тишине вываливался десяток огромных лосей, ошестившись дулами пулеметов поверх рогов, — даже самые опытные и хладнокровные финские бойцы каменели от страха и сдавались в плен.

<...> Жданов лично передал Глухову похвалу Сталина: «Вы воспитали настоящих советских животных». Питомник принялись расширять, летом 1941 года планировалось построить новые корпуса и основать рядом Академию кавалерии специального назначения. Однако планам не суждено было сбыться — 22 июня 1941 года началась Великая Отечественная война.

Часть лосей (около полсотни) летом отправили в Белоруссию для действий в тылу врага (где их использовали партизаны, которых обучали инструкторы питомника), а остальных было решено оставить в питомнике до окончания гона и отрастания рогов. Но к тому времени началась блокада Ленинграда, а во время одного из артобстрелов снаряд попал в склад топлива по соседству с питомником. Произошел взрыв, начался пожар, который почти дотла уничтожил питомник. Михаил Глухов погиб, остались только его записи, которые чудом удалось раздобыть «Популярной механике».

А вот лоси в большинстве своем остались живы — они разбежались по окружающим лесам. Впрочем, боевую выучку они не забыли. В первые послевоенные годы финские охотники натерпелись страху, сталкиваясь во время охотничьего сезона с необычным поведением животных. Лоси, не обращая никакого внимания на грохот выстрелов, выбегали прямо на охотников и яростно атаковали их, услышав финскую речь».

И снова привет из 1 апреля, как это можно не понять?!

Но это мы сейчас такие умные. А в ту пору, может быть, с балансом достоинств и недостатков лосиной кавалерии еще не разобрались? Или все-таки надеялись пройти путь

«по-лысенковски», за годы вместо веков? Или искали обходные пути? Или, возможно, имитировали такие искания, тем временем бравурно отчитываясь об уже достигнутых успехах (для той эпохи — не редкость!)?

Скажем так: в конце 1930-х на лося еще возлагали много надежд, но даже наиболее заинтересованным сторонам было ясно, что вот прямо сейчас, в ближайшие годы, создать «болотно-чащобную кавалерию» не удастся. Печеро-Ильч — это скорее послевоенное время, к систематическим опытам по одомашниванию лосей там перешли лишь в 1946—1949-м. В Бузулуцком Бору такие эксперименты начались лет на пятнадцать раньше, но первый «тираж» составлял лишь восемь животных; конечно, число их с каждым годом множилось, однако все-таки лоси — не кролики. Впрочем, если подключить ресурсы Серпуховского охотхозяйства, где в 1934–1941 годах тоже этим занимались, да приплюсовать синхронные действия Западносибирского научно-опытного центра на реке Демянке... А еще не забыть и про Якутскую лосеводческую группу...

Подключим, не забудем — но все-таки до фантастических масштабов «Волосовского специального № 3» им, всем вместе, далеко. Да и вывести идеально обученных лосят еще недостаточно: возраст подседельной зрелости у них наступает минимум на третий сезон, причем это совсем уж «салабоны», так что лучше бы дожидаться четвертого.

Итак, резюмируем: из наличных верховых и упряжных лосей к началу Великой Отечественной, а тем более финской войны удалось бы составить максимум кавалерийский эскадрон. Один. С таким мизером просто не стоило огород городить!

Его, по-видимому, и не городили.

...На этой, не самой оптимистической ноте мы и завершаем обзор, посвященный попыткам создания «нестандартных» военных животных. Как видим, в большинстве случаев эти эксперименты — яркие, интересные, а порой и вправду многообещающие! — заканчивались если не провалом, то весьма локальным, ограниченным успехом. Что ж, иногда и вправду приходится пожалеть об упущенных шансах. Зато в других случаях по поводу их нереализованности можно вздохнуть скорее уж с облегчением.

Важный урок: для удачных действий на этих направлениях обычно требовался прорыв не столько в практической селекции, сколько в наукоемких областях знаний. А высокий уровень этологии и хотя бы клеточной (если не генной) инженерии оказывается достигнут, как правило, на таком этапе, когда новые образцы боевых животных уже не могут быть востребованы...



# Кардамон

**Что за растение кардамон?** Кардамон настоящий *Elettaria cardamomum* принадлежит к семейству имбирных, он близкий родственник имбиря и куркумы, о которых «Химия и жизнь» писала в № 11, 2012. Это многолетнее травянистое растение с мясистым корневищем, от которого отходят побеги двух типов: вегетативные с очень длинными листьями и генеративные с соцветиями из трех — шести цветков. Побеги высоченные, до четырех метров, а листья достигают в длину 70 см. Цветки у кардамона белые, их опыляют насекомые и колибри, и в результате их трудов образуются плоды — трехгранная трехгнездная коробочка с темно-коричневыми или черными семенами. В отличие от имбиря, как пряность используют не корневище кардамона, а семена, благоухающие эфирными маслами.

Родиной кардамона считают Южную Индию. До XIX столетия пряность собирали с дикорастущих деревьев, сейчас их культивируют в Индии, Индостане, Южном Китае и на Шри-Ланке, но первенство по производству кардамона принадлежит Гватемале. Выращивание кардамона — занятие непростое. Плантации разбивают на высоте 600—1500 м над уровнем моря. Этой капризной культуре необходимы тепло, влага и тень. Поэтому на плантации приходится специально сажать деревья, иногда кофейные, а под защитой их кроны — кардамон. Растет кардамон медленно, первый урожай можно снимать только через три года, а еще через четыре урожайность падает. Тогда плантацию перепаживают и начинают все сначала. Еще одна сложность — одновременное созревание плодов даже на одном соцветии, поэтому собирать их приходится вручную. Неудивительно, что кардамон входит в тройку самых дорогих пряностей вместе с ванилью и шафраном (о ванили см. «Химию и жизнь» 2011, № 1).

**Что собирают и что используют?** Урожай кардамона — это коробочки. Их сухая оболочка не имеет запаха и вкуса, ценность представляют семена, богатые эфирным маслом. Если дать коробочкам созреть, они раскроются и драгоценные семена упадут на землю. Поэтому плоды собирают недозрелыми и досушивают на солнце или в специальных сушилках. Получаются зеленоватые, иногда бледно-желтые сухие коробочки. Но некоторые люди называют их цвет грязно-зеленым. Специально для них плоды кардамона отбеливают либо паром, либо сернистым ангидридом. Часть аромата они, конечно, теряют, зато становятся чистенькие, беленькие и не такие жгучие. В Азии предпочитают зеленые коробочки.

Различают два подвида кардамона — *Elettaria cardamomum Maton var. minuscula Burkhill*, культивируемого в Южной Индии (мисорский покрупнее и малабарский помельче), и *Elettaria cardamomum Maton var. major Thwaites*, который выращивают на Шри-Ланке. Плоды индийского подвида мельче цейлонского, зато их вкус и аромат тоньше и нежнее. В Гватемале выращивают цейлонский подвид и собирают до 250 кг плодов с гектара. В Индии урожайность существенно ниже, и тамошние ученые работают над выведением новых, более урожайных сортов, быстрорастущих и устойчивых к болезням.

У представителей семейства имбирных эфирное масло содержит все части растения, поэтому у кардамона используют не только семена. Из листьев получают эфирное масло, его там 3—8%, а в индийской медицине применяют корневище как стимулирующее средство, а также при дизентерии и почечно-каменных коликах.

**С какими продуктами сочетается кардамон?** Вкус у кардамона жгуче-сладкий, и его используют очень широко, несмотря на дороговизну. Прежде всего это неременный компонент многих пряных смесей. В Индии кардамоном сдабривают пряный напиток под названием «масала» — смесь черного чая, пряностей и трав. В арабских странах свежемолотые семена кардамона добавляют в кофе прямо перед варкой. Кардамон не только подчеркивает аромат напитка (он называется «бедуинский кофе»), но и смягчает действие кофеина и уменьшает риск сердцебиения и скачков давления, поскольку снимает спазмы сосудов.

Кардамон — ароматизатор колбас, теста, маринадов, мясных и рыбных блюд, супов и салатов, творожных изделий, киселей, варенья и компотов, горчицы и некоторых соусов.

Кардамон используют в производстве ликеров «Кюрасо» и «Шартрёз», а в домашних условиях его добавляют в наливки и вина, чтобы отбить спиртовой запах. Эта пряность хорошо сохраняет аромат при длительном нагревании, поэтому ее используют в выпечке.





В Азии кардамон добавляют в листья бетеля, а в Мексике и Гватемале выпускают жевательную резинку с кардамоном.

В России кардамон известен с XVI—XVII веков, его привозили из Индии и Ирана через Каспий. В нашей стране эту пряность традиционно кладут в коврижки, пряники и куличи и варят с ним каши, например знаменитую гурьевскую.

В общем, трудно найти продукт, в который кардамон не добавляют. Недаром его называют королем специй (а по-английски — королевой, видимо, из-за латинского названия «элетария»).

**Сколько класть?** Кардамон продают в молотом виде или в зернах, что предпочтительнее, потому что молотая пряность быстро теряет аромат. Поэтому семена лучше извлекать из оболочки непосредственно перед использованием и слегка размять. Это очень жгучая пряность, важно с ней не переборщить, чтобы не испортить блюдо. Семян из одной коробочки достаточно на килограмм теста или фарша, для жидких блюд хватит половины или трети плода. Если семена целые, их добавляют за пять минут до готовности, молотые — перед самым окончанием варки.

**Чем полезен кардамон?** Семена кардамона содержат сахара, крахмал клетчатку, витамины А, В, и В<sub>2</sub>, цинк, кальций, натрий, магний, фосфор, калий, железо. Главная ценность пряности — эфирное масло, которого в семенах может быть до 8%. В его состав входят 34 компонента, преобладают 1,8-цинеол и α-терпинилацетат.

Древние народы, индусы, греки и римляне, были уверены, что кардамон может вылечить любую болезнь. Современная медицина рекомендует его главным образом для активизации пищеварения, в том числе моторики желудка, и улучшения аппетита. Кардамон отбивает неприятный запах изо рта, помогает справиться с тошнотой и рвотой, укрепляет нервную систему и стабилизирует работу сердца. Его также рекомендуют при кашле и простудных заболеваниях как антисептическое и отхаркивающее средство.

С кардамоном, как и со всякой жгучей пряностью, должны быть осторожны люди, страдающие язвой желудка и двенадцатиперстной кишки.

**О масле кардамона.** Целебное масло используют в ароматерапии, парфюмерии, зубных пастах. Его получают из высушенных и измельченных семян кардамона паровой отгонкой. Самое лучшее масло отгоняют из индийских сортов. Оно бесцветное и очень ароматное.

Кроме индийского кардамона эфирное масло получают из кардамона высокого *Cardamomum longum*, который растет в диком виде на Шри-Ланке. Масло из его семян желтоватое и слегка вязкое, но вполне может заменить индийский кардамон. Эфирное масло отгоняют еще из нескольких видов кардамона: яванского (*Amomum cardamomum*), китайского (*Amomum globosum*), бенгальского (*Amomum aromaticum*), мадагаскарского (*Amomum korarima*) и узколистного (*Afromomum angustifolium*). Но в этих маслах много борнеола и камфоры, поэтому они и пахнут камфорой, а не кардамоном. Строго говоря, эти растения и не кардамоны, поскольку принадлежат к другим родам семейства имбирных. Их семена используют в азиатской кухне, а в Европу они попадают редко.

**Что такое черный кардамон?** Кроме зеленого кардамона существует еще черный, он же непальский. На самом деле растение называется «амомум шиловидный» (*Amomum subulatum*). Его плоды крупнее, чем у настоящего кардамона, от двух до пяти сантиметров в длину, и цвет у них коричневый. Они слегка пахнут камфорой, а если их сушить на открытом огне, то и дымом.

Черный кардамон иногда называют заменителем зеленого, но это не так. Он иначе пахнет, а вкус его более слабый и лишен сладости. Поэтому индийские повара используют черный кардамон для приготовления простых острых блюд, а зеленый — для более изысканных, с нежными сладкими ароматами. Чтобы черный кардамон раскрыл свой аромат, его нужно долго греть, поэтому его добавляют в блюда, требующие длительной тепловой обработки, и кладут в больших количествах, чем зеленый, — до нескольких коробочек на порцию. В готовом блюде присутствие черного кардамона не ощущается, но он подчеркивает вкус остальных компонентов.

**Свекла с кардамоном.** Специалисты уверяют, что кардамон придает удивительный вкус овощным блюдам и вегетарианским супам. Попробуем приготовить с ним свеклу.

Шесть мытых корнеплодов среднего размера запекают в духовке, закрыв фольгой, до размягчения. При температуре 220°C свекла будет готова через час-полтора. Тогда ее надо остудить, почистить и нарезать дольками.

Четверть чайной ложки тмина, щепотку гвоздики и полчайной ложки кардамона (все пряности молотые) разогревают в трехлитровой кастрюле на медленном огне, пока не появится сильный аромат, добавляют 15 г масла, а когда оно забурлит, кладут в кастрюлю свеклу и соль. Все выдерживают пять минут на малом огне, и за это время свекла пропитывается ароматом экзотических пряностей. После этого делайте с ней, что хотите.

**Н. Ручкина**

Художник Н. Колпакова

ЧТО МЫ ЕДИМ





Линейная графика, чернила на бумаге  
2018 г. Автор: Е. Станикова

Архитектурный эскиз  
Чернила на бумаге  
2018 г. Автор: Е. Станикова

# Цыпленок жареный



Жаклин де Гё

Сухаревский рынок жил своей шумной, крикливой жизнью. Выставленные на продажу примусы громко гудели, показывая недоверчивым покупательницам золотистые, прозрачные на ярком солнце язычки пламени. Торговки выпечкой и лоточники наперебой расхваливали товар, оттепельный ветерок разносил над толпой вкусный запах сдобы. В рядах барахольщиков плескало в глаза разноцветье распяленных на руках кофточек, юбок и женских платков. Невозмутимо восседал над книжным развалом старик букинист, закутанный поверх худого пальтеца в оренбургскую шаль. Две татарки, стоя на брошенной на землю дерюге, оживленно примеряли блестящие, черные, похожие на гигантские семечки галоши. И надо всей этой безостановочно бурлившей мешаниной лиц, красок и звуков возвышался исполинский брусок Сухаревской башни, упирающейся остроконечным навершием в безоблачно-чистый небосвод.

*Цыпленок жареный,  
Цыпленок пареный,  
Пошел по улицам гулять...*

Тронутый хрипотцой мальчишеский голос, хорошо различимый даже в непрекращающемся базарном гомоне, выводил незатейливый мотивчик задорно и весело. Порой певцу не хватало дыхания. Песенка из-за этого звучала отрывисто, сбиваясь местами на речитатив:

*Его пой-ма-ли, а-ресто-ва-ли,  
Велели пач-порт по-ка-зять...*

Неожиданно к пению присоединился другой детский голос. Сильный и звонкий, он сразу вытянул захлебывающуюся на верхах мелодию, добавил в нее щемяще-жалобных ноток:

*Ах, не стреляйте, не убивайте,  
Цыпленки тоже хотят жить...*

Первый исполнитель, невысокий худенький беспризорник в обносках с чужого плеча, не прерывая пения, глянул искоса на неожиданного помощника. Другой малец, в такой же износившейся, грязной, не по росту большой одежде, подмигнул и широко улыбнулся. Серо-голубые глаза его казались неестественно большими и яркими на замызганной худой мордашке.

Закончив историю о незадачливом жареном гуляке, мальчишки некоторое время стояли, приглядываясь друг к другу.

— Петь ты горазд, — сказал наконец тот, что начал «Цыпленка». — У меня так и не получится. А сам откуда?

— Тульской губернии. — Второй бродяжка шмыгнул носом, утерся драным рукавом. — А ты?

— Я всегда в Москве жил. Тебя как звать-то? Певун замаялся.

— Сначала сам назовись, — буркнул он.

Новый приятель слегка удивился, но спорить не стал.

— Коська, — сказал он и замолчал выжидательно.

Туляк глянул исподлобья, поправил на стриженной «под ноль» голове сползший на самые брови картуз.

— Нюшкой меня зовут.

Коська отступил на шаг, посмотрел недоверчиво:

— Ты чего, девчонка, что ли?

— Ну да. — Нюшка вздохнула, опять шмыгнула носом. — Теперь водиться не будешь?

Коська подумал, засмеялся, махнул рукой:

— Буду. Поешь хорошо.

В переулке капало с крыш, хрупал под ногами тонкий лед на весенних лужицах. Извозчичья лошадь, фыркая, косила глазом на беспризорников, таких же серых и грязных, как прыгавшие по мостовой московские воробьи.

— А мы сейчас куда? — Нюшка торопливо семенила вслед за Коськой.

— На кудыкину гору. — Мальчишка бросил взгляд через плечо. — Озябла?

— Есть малость.

— Сейчас отогреемся.

Коськиным жильем оказался чердак стоявшего неподалеку от рынка двухэтажного особняка. Забираться туда пришлось с соседних крыш, но при плотной сретенской застройке это было нетрудно: дома и лавки на этой торговой улице лепились стенами друг к другу. Притихшая во время военного коммунизма Сретенка снова ожила — один за другим открывались магазины, появлялись новые вывески, заполнялись товарами витрины.

Через маленькое чердачное окно видны были только квадратик сияющего весеннего неба да узловатая ветка росшего рядом с домом дерева.

— Я много песен знаю. — Нюшка, развалившись на заброшенном тряпьем топчане, с наслаждением жевала по-братски разделенный бублик. — И по-нашему умею, и по-заграничному. У нас граммофон был с пластинками, так я выучила.

— Здорово! — одобрил Коська. — Сейчас поедем, и меня учить будешь. А твои все где?

— Мать родами умерла, отец с германской не вернулся. Как дед помер, так у меня родных никого не осталось, а чужим лишний рот в избе не нужен — своих бы прокормить... на деревне жрать было вовсе нечего, продармейцы все подчистую забирали. Я пожила-пожила у людей, оголодала вконец, попреков наслушалась. Эх, думаю, чем такое терпеть, лучше, как цыгане, по вокзалам петь, — да и уткла.

— Отчаянная! — уважительно протянул Коська. — А вернуться не хочешь? Голод-то кончился уже.

— Чего мне там делать? Нет, я в Москве останусь. Тут, говорят, если петь хорошо умеешь, в театр поступить можно.

— Можно, — подтвердил Коська. — Только нашего брата никуда не берут — воровства опасаются.

— Правильно опасаются, — засмеялась Нюшка. — Наш брат мимо того, что плохо лежит, ни в жизнь не пройдет.

Мальчик взглянул на нее исподлобья, вздохнул.

— Я не ворую, — тихо сказал он. — Мне нельзя. Что за песни подадут, тем и живу.

— Боженька не велит? — Нюшка смотрела насмешливо-недоверчиво.

— Нет, при чем тут... — Коська задумчиво оглядел огурец, с хрустом отъел от него здоровый кусок. — Просто я знатного рода.

— Бреешь! — Девочка во все глаза смотрела на нового знакомого.

— Больно нужно мне тебе брехать, — обиделся тот. — Пес брешет, а я говорю, что есть. Отец у меня был граф, а я, значит, графский сын. Мать у меня за границей, — Коська понизил голос, — в Париже. Недавно через верного человека весточку ей передал. Теперь она знает, где меня искать, и обязательно придумает, как забрать отсюда. Она умная. На всех языках говорит, на фортепьяно играет. И красивая. И добрая. Она меня знаешь как любит? Больше всех на свете. Я ведь у нее один. — Он помолчал и добавил значительно: — Наследник. Нельзя мне вором быть.

Нюшка молча доедала остатки нехитрой трапезы. Вид у нее был слегка обескураженный.

— Так что мне тебя теперь, сиятельством называть? — спросила она чуть погодя.

— Не надо, — великодушно махнул рукою Коська. — К чему такие церемонии, мы же друзья.

— А я все одно буду, — заверила его певунья и засмеялась. — Хочешь, новой песенке научу? От беженцев слышала. Под нее хорошо подают. Жалостливая. Бабы слушают — плачут. «Купите папиросы» называется.

Долговязый худой подросток с лотком остановился возле поющих ребят.

— Всё горло дерете? — хмуро спросил он. — Здорово, Костян.

— Привет, Жердяй, и тебе не хворать. — Коська смотрел настороженно. — Как торговля?

— К моему бы товару да вашу песенку — мигом все продал бы, — хмыкнул Жердяй. — Но и так разбирают. Без еды мужик день проживет и не заметит, а без курева через час невоготу становится. А у вас?

Нюшка кивнула на лежащий на земле картуз с мелочью:

— Подают помаленьку. Кто баранку, кто денежку. День сегодня хороший, люди солнцу радуются.

Жердяй помолчал, переминаясь с ноги на ногу, оглянулся по сторонам.

— Ты, Коська, в Марьину-то давно наведывался? — спросил он.

Нюшкин приятель перестал улыбаться, поскуцнел лицом.

— С осени не был, — отрывисто бросил он. — Чего мне там делать? Ты иди, Жердяй, иди. Продавай свою махорку, а нам петь надо.

— А чего, уже и спросить нельзя? Думал, может, передать чего хочешь.

— Нечего мне передавать.

— Тогда наше вам с кисточкой. Пойду торговать дальше. У нас, между прочим, и получил махорки товар имеется, — с некоторой гордостью заметил несовершеннелетний частник и, подмигнув Нюшке, наконец улыбнулся. — Не скучай, малая!

Потом поправил лоток и зашагал по Сухаревке, выкрикивая хриплым ломающимся баском:

— Папиросы «Лири» — все, что осталось от старого мира! Коська уныло смотрел ему вслед.

— Слышь, сиятельство, а чего это он у тебя про Марьину Рошу узнавал? — с любопытством спросила девочка.

— Да так, — неопределенно ответил мальчик, пожимая плечами. — Языком почесать захотелось, вот и болтает неведь чего. Петь будем али как?

— Эх, до чего ж хорошая фильма! — Нюшка, все еще под впечатлением от увиденного, тараторила без остановки, гримасничала, оживленно размахивала руками. — А у малыша с бродягой жизнь точь-в-точь на нашу похожа, правда? Как будто подглядел

кто. В конце меня аж на слезу прошибло. Когда тетенька эта дите-то свое в участке нашла, да обняла, да плакать над ним стала — эх, до чего же душевно у них все это вышло... Вот ей-богу, были бы деньги, каждый день в кинематограф ходила бы! На все картины! А на Чаплина — по пять раз!

— Скоро лето будет, сможем в Нескучном бесплатно смотреть, — вяло, словно через силу, ответил Коська. — Там деревья кругом, если залезть повыше, все видно.

Удивленная непривычно тоскливым голосом приятеля, Нюшка тревожно посмотрела на него.

— Не горюй, сиятельство, ты свою маму тоже скоро найдешь, — тихо сказала она, шестым чувством угадав причину Коськиного плохого настроения. — Вот увидишь. Письмо получит и сразу к себе заберет...

Коська слабо улыбнулся, тряхнул головой.

Беспризорники свернули с запруженной пешеходами, извозчиками и дудящими в клаксоны авто Тверской в более тихий Камергерский. Возле одного из особнячков шумная компания рассаживалась по пролеткам: набриолиненные молодые мужчины в светлых летних пальто и лаковых ботинках и девицы, одетые попроще, зато сильно накрашенные, визгливо хохочущие над шутками своих спутников.

Две цветочницы с корзинами, отпихивая друг друга и переругиваясь, торопливо спешили к экипажам в надежде сбыть с рук оставшиеся от дневной торговли ландыши.

— Да не верещите вы, убогие! Давайте сюда ваши цветы, покупаю все!

Один из гуляк — высокий, широкоплечий, сильно подвыпивший — раскрыл портмоне, вытащил, не глядя, несколько купюр, протянул торговкам:

— Держите! Люблю, чтоб красиво! А ну, девочки, разбирай букетики!

Визжавшие от притворного восторга девицы проворно расхватили пучки подвялых белых цветов. Высокий сделал знак возницам, и пролетки, шелестя по брусчатке резиновыми шинами, помчали седоков в сторону Рождественки.

— Что денег-то выбросил! — вздохнула Нюшка, и непонятно было, восхищается она или осуждает. — И было бы за что. Ладно бы розы, а то ландыши.

— Нэпманы, — равнодушно отозвался Коська. — Деньги есть, чего ж не гулять. Заодно теткам коммерцию поддержал... Пойдем поскорее, а то есть так хочется.

Они ускорили шаг.

— Смотри, вроде вечер, а вовсе не холодно... и впрямь уже скоро лето, — опять затараторила Нюшка, стараясь поскорее отвлечь Коську от мрачных мыслей. — На реку будем бегать, рыбу ловить, в прудах купаться... а то по огородам картох нароем да в костре испечем. Летом, сиятельство, жизнь всегда легче.

— Летом в парках хорошо, — подтвердил мальчик. — Публики много гуляет, особенно по выходным, все веселые. Будем по паркам петь.

За разговором не заметили, как проскочили Камергерский, выбежали на Лубянку. Отсюда уже была хорошо видна возвышающаяся вдалеке темная громада Сухаревой башни, похожей на огромный океанский пароход с высоченной трубой, плывущий по морю московских уличных огней. После переулка опять показалось людно, но публики было меньше, чем на Тверской, да и вела она себя потише и посерьезней. На Сретенке лавки уже закрылись, огни в витринах скупо освещали выставленные образцы товаров. Сторожа монументально сидели на табуретах, окидывали недоверчивыми глазами оборванных ребятешек.

Нюшка собиралась свернуть в знакомый тупичок, когда Коська толкнул ее локтем:

— Гляди! Сухаревский звездочет идет!

Со стороны площади по противоположной стороне улицы медленно шел одетый в странную, до самой земли, хламиду человек. Он нес узкий длинный предмет, плохо различимый в неярком свете керосиновых фонарей. Плоская четырехугольная шапка, непохожая ни на один виденный доселе Нюшкой головной убор, была сдвинута чуть назад. Лицо «звездочета» — немолодое, умное, властное, с брезгливо опущенными уголками надменного рта — показалось девочке еще необычной, чем наряд. Словно почувствовав любопытные взгляды, незнакомец вдруг повернул голову и уставился темными, пронзительными глазами прямо на ребяташек. Те, словно испуганные птицы, стремительно сорвались с места и бросились прочь.

Только добравшись до чердака и как следует отдышавшись, девочка наконец спросила:

— А кто он, звездочет-то этот? Чудной какой!

— Не знает никто, — с таинственным видом ответил Коська, затеплил свечу и полез в тайник доставать спрятанные от мышей припасы. — Ты историю про царского колдуна слышала?

— Про Распутина, что ли? — При свете куцега свечного огарка Нюшкины глаза блестели, как елочные шарики.

— Нет, тот царь давно жил, у него свой колдун при дворе имелся, почище Гришки. Все науки знал, снадобья варил, на железном коне вместо ероплана по небу летал, летом пруды замораживал. Сухареву башню у царя выпросил, чтобы оттуда звезды считать и судьбы по ним предсказывать. Смерти сильно боялся, все эликсир вечной жизни изготовить хотел. Книги редкие скупал, чтобы рецепт найти.

— Нашел?

— Говорят, нашел. Только все по-разному рассказывают. Одни говорят, что он все-таки помер, не помог эликсир. Другие — что эликсир-то был хороший, да слуга, которому колдун велел тело свое после смерти обрызгать, по глупости склянку разлил.

— Ой-е-ей!

— Ага... А есть и такие, что верят — не помер колдун, до сих пор по Сухаревке бродит.

— Думаешь, человек этот, что мы давеча встретили, он и есть?!

— Трудно сказать... Про человека этого никто ничего толком не знает — ни имени его, ни откуда взялся, ни где живет. Видят его только ночами, а днем — никогда. Видала трубу, что он с собою носит? Подзорная! Как раз такая, чтобы на звезды смотреть... Слухи ходят, он иногда предсказывает, что в жизни случится. Только это очень редко бывает — он мало с кем говорит. И вообще на людях почти не показывается. Кто-то верит, что он тот самый колдун-звездочет, а другие смеются, за сумасшедшего считают. Спятил, говорят, старорежимный барин от новых порядков.

Мальчишка закончил кромсасть тупым ножом хлеб и ливерную колбасу, разделил скудную трапезу на две равные части:

— Налетай, Анютка!

— Граждане-товарищи, господа хорошие! Подходите, не спешите, по стойте, послушайте! За алтын денег — любую песню для вас или вашей барышни! Чего попросите — то и споем!

— А-а-алтын? — протянул насмешливо подвыпивший мастерской. — Побойся бога, комиссар! Таким артистам и копейки хватит!

— Пробовали, дядя, не получается. Память с годами ослабла, за копейку не работает. Один куплет вспомню, а дальше — никак.

— Языкатый! — хмыкнул мужик. — Ну, черт с вами, босота, давайте хоть один куплет. Ту, что про ямщика.

*Ямщик, не гони лошадей, —  
чистым, печальным голосом вывела Нюшка.  
Мне некуда больше спешить...*

Коська подхватил пение вторым голосом — чуть хрипло, задушевно-грустно, вплеп в мелодию горькой жалобы:

*Мне некого больше любить...*

— Ох, чертяки, что делают! Что делают, что вытворяют! — Потрясенный мастерской покрутил головой, сунул руку в карман, швырнул в лежащий на мостовой картуз еще пару монет. — Пойте до конца!..

День угасал. Палаточники уже сворачивали свои навесы, толпа на площади заметно поредела, но Коська считал, что уходить еще рано. Трюк с пением на заказ он придумал пару недель назад, убедившись, что Нюшка, кроме удивительного голоса, обладает еще и прекрасной памятью. Она могла в секунду припомнить любую мало-мальски известную песню и, к вящему удовольствию публики, исполнить ее так мастерски, словно репетировала по меньшей мере месяц...

В Москву окончательно пришло жаркое среднерусское лето. Сухой, пахнущий лошаадьми и бензином воздух был горяч и неподвижен. На черных булыжниках Сухаревки белыми волнистыми островками лежал тополиный пух. Гасла между домами светлая закатная полоска, зажигались в окнах огоньки, наливалось сумеречной синевою небо.

— А мне споете? — спросил за спиной низкий, чуть надтреснутый голос.

Беспризорники быстро обернулись, и Нюшка громко ойкнула. Сухаревский звездочет стоял в двух шагах, разглядывая уличных певцов все тем же, так поразившим когда-то девочку, тяжелым взглядом черных пронзительных глаз.

Коська опомнился первым.

— Споем, конечно. Чего послушать желаете? — спросил деловито.

Загадочный человек, по-прежнему глядя только на Нюшку, заговорил медленно, словно беседуя с самим собой:

— Жизнь, если она не кончается вовремя, становится тяжким бременем. Душа должна уходить в полет тогда, когда ей назначено, а не томиться бесконечно в несовершенной телесной оболочке... Я слышком поздно понял это... Можешь ли ты, дитя, спеть такую песню, что позволит моей душе хоть на несколько мгновений сбросить груз вечного земного бытия и воспарить к звездам?

Нюшка кивнула. Необычный заказчик вскинул брови, взглянул на нее с любопытством:

— Ты поняла, чего я хочу? Ну, пой тогда, что же ты медлишь!

Девочка чуть кашлянула, прочищая горло, откинула назад голову, наморщила лоб, вспоминая слышанные давным-давно с патефонной пластинки непонятные слова, и, наконец, запела:

*А-аве, Мари-и-ия...*

Коська никогда раньше не слышал этой песни. Ему показалось, что все окружающее — и дома, и прохожие, и палатки с продавцами, и трамваи, — все это исчезло, оказалось в другом мире, а здесь была только эта удивительная, завораживающая мелодия. Она плыла над вечерней площадью, поднималась все выше, заставляла забыть обо всем на свете, увлекая за собою в бездонное ночное небо.

*Са-а-а-анкта Мари-ия, Ма-тер Де-еи...*

Детский голос, наполненный мольбой и надеждой, обрещался к чему-то высшему, могущественному, и казалось, душа человеческая, воплотившись в его нежные звуки, вызывает к нависшему над головами равнодушному звездноглазому мирозданию.

Когда последняя нота Шубертовой молитвы растаяла в воздухе, несколько мгновений никто ничего не говорил. Коська растроганно шмыгал носом. Нюшка, видимо сама не

ожидавшая от себя такого исполнения, растерянно смотрела на звездочета, а тот молчал, и по его непроницаемому лицу невозможно было угадать, понравилась песня или нет.

— Ну так что, дядечка? — не выдержала наконец юная певица. — Исполнила я ваше желание? Если да, гоните алтын!

Выражение глаз человека-призрака изменилось. Что-то мелькнуло в их непроницаемой черноте — то ли брезгливость, то ли жалость...

— Будет тебе алтын, — сказал он и зашарил в складках своей хламиды.

Коську вдруг осенило.

— Не надо алтына! — закричал он. — Желание за желание! Мы ваше исполнили, а вы нам наворожите! Люди говорят, вы судьбу изменить можете.

Звездочет внимательно посмотрел на мальчика.

— Изменить судьбу нельзя, — сказал он очень серьезно. — А вот желание исполнить можно. Только не всегда оно сбывается так, как нам этого хочется. Я когда-то пожелал...

Он осекся, замолчал, опять начал рыться в необъятной накидке.

— Вот, возьмите этот медальон. — В свете фонаря тускло заблестел овальный металлический кулон, качающийся на тонкой цепочке. — Он способен дать своему владельцу то, чего тот хочет. Нужно просто написать просьбу на бумажке и вложить внутрь. Но запомните: желание у каждого из вас только одно! Второе загадывать бесполезно — не сбудется. Поэтому не спешите, подумайте, что для вас действительно важно.

Он опустил кулон на Коськину ладонь. Мальчик и девочка с любопытством разглядывали работу неведомого ювелира. На игравшей золотыми отсветами крышке медальона красовалось изображение большого жука с поджатыми лапками. Жук был сделан так искусно, что казался живым. Зеленые, тщательно ограненные камушки глаз слабо искрились. Коська, напуганный очевидной дороговизной неожиданного подарка, собрался было что-то спросить. Однако когда он поднял глаза, звездочета на площади уже не было.

— Говорил же, надо было в Нескучный идти! — сердито ворчал Коська. — Там гулянье сегодня, а здесь что?

— А здесь тоже... — неуверенно пыталась спорить Нюшка.

— То же, да не то! На гулянье кавалеры перед девками выделяются, песни заказывают, а здесь сегодня одни кухарки с корзинками!

— Ну так кто же знал, что одни кухарки придут? — резонно возразила девочка. — Не сердись, сиятельство, день на день не приходится. А хочешь, сейчас в Нескучный пойдем?

— Не знаю... Поздно уже. Темнеть скоро начнет...

Прошло около двух месяцев с тех пор, как загадочный человек в хламиде подарил беспризорникам медальон. Подарок носил Коська: Нюшка наотрез отказалась загадывать желание первой. «Ты про судьбу спросить догадался, значит, по справедливости, сначала ты должен получить то, что хочешь. — Помолчала и добавила: — И желание твое в сто раз важнее моего». Мальчик сначала спорил, потом вдруг улыбнулся и, оставив пререкания, повесил медальон на шею.

В прилежавших к Сухаревке переулках лежали косые предвечерние тени. Мягкий свет уходящего солнца золотил витрины и крыши домов, бросал на мостовую теплые янтарные блики.

— Нюшк, — вдруг сказал Коська, — а спой еще раз песню... ну, ту самую.

Девочка хотела было возразить, что переулок почти пуст, стоит ли стараться для считанных редких прохожих, но посмотрела на приятеля и поняла, что «сиятельство» просит песню для себя. В последнее время он все чаще беспричинно грустил. Нюшка для себя объясняла это тем, что время идет, а желание никак не сбывается.

— Аве Мария? — уточнила она на всякий случай.

Коська кивнул, сунул руки в карманы и приготовился слушать.

Однако в этот раз Нюшке не дали допеть до конца. Очень немолодой господин в парусиновом костюме, уже почти дойдя до выхода из переулка, после первой же музыкальной фразы замер, потом развернулся и, тяжело опираясь на трость, заспешил к певунье. Его спутница, молодая женщина в красной косынке, укоризненно покачав головой, направилась следом.

— Деточка, где ты этому научилась? — потрясенно спросил пожилой господин, останавливаясь перед Нюшкой.

— Патефон слушала, — охотно объяснила та, довольная произведенным впечатлением.

— Невероятно... На слух с пластинки? Просто не верится!

— Больно надо мне, господин хороший, вам врать, — обиделась Нюшка. — Да я любую песню с одного раза могу запомнить и так вам ее спою, что и патефонные ваши так не умеют!

— Охотно верю, деточка, охотно верю... — пробормотал господин, протирая старомодные очки в круглой металлической оправе. — А скажи, пожалуйста, тебе никогда не хотелось петь со сцены?

Нюшка оторопело уставилась на него:

— Это как артистки, что ли?

— Именно. Хотелось бы тебе самой стать артисткой?

— Скажете! Ясное дело! Только кто ж меня возьмет?

— Дело в том, что мы вот как раз и берем.

— Петр Михайлович! — предостерегающе перебила комсомолка в косынке. — Берем, но не таких же! Вы на него только посмотрите — антиобщественный деклассированный элемент!

Петр Михайлович тяжело вздохнул, снова нацепил на нос очки, посмотрел поверх них на говорившую.

— Как вы любите, Мусенька, ярлыки на живых людей навешивать, — тихо и как-то безнадежно проговорил он. — И слова какие находите — элемент... Это не элемент, а ребенок. Очень грязный, не спорю, даже, если угодно, деклассированный, но невероятно, удивительно талантливый. Такие самородки встречаются один на миллион. Из этой девочки может вырасти великая певица, а оставшись на улице, в кого она в конце концов превратится? Да и подумайте о школе — раз уж решили открыть отделение вокала, у нас должны быть самые лучшие, самые одаренные вокалисты!

Муся скептически посмотрела сначала на старика, потом на будущую «великую певицу», но спорить не стала.

— Как тебя зовут? — сухо, по-деловому спросила она у девочки.

— Нюшка, — растерянно ответила та, чувствуя, что происходит что-то не совсем понятное, но очень важное.

— Анна, значит. — Муся кивнула, словно ожидала именно такого ответа. — А фамилию свою знаешь?

— Четверикова.

— Молодец. Значит, так, Четверикова. Если хочешь быть зачисленной в музыкальное училище, до первого сентября чтоб явилась ко мне, я оформлю тебя и на учебу, и на проживание. Поняла?

— Это на Собачьей площадке которое? — неожиданно вмешался Коська. — То, где при старом режиме барышень учили на фортепианах играть?

— Именно, — подтвердил Петр Михайлович. — Только теперь там, кроме фортепиано, еще и пению учат.

— А паек ей выпишут?

— До чего же практичное поколение! — вздохнул старик. — Не сомневайтесь, молодой человек. Непременно выпишут паек.

— Соглашайся, Нюшка, — одобрил Коська. — Раз с пайком, значит, солидная школа, не жулье какое-нибудь.

— Я без тебя не пойду! — замотала головой девочка. — Возьмите его, пожалуйста, он тоже поет хорошо!

Петр Михайлович растерянно посмотрел на Мусю. Та сделала энергичный жест:

— Профессор, ну вы же сами должны понимать, нам не дадут его оформить. У девочки и правда данные есть, а пацана-то куда? На инструментальный по возрасту уже поздно, на вокал — вот-вот голос ломаться начнет.

— Так что же теперь? — беспомощно спросил профессор. — Оставить его голодать на улице?

— Пусть идет в детприемник для обычных бродяжек, безголосых, — отрезала комсомолка. — А у нас не богадельня. Дать тебе адрес моей ячейки, мальчик? Там скажут, куда пойти.

— Не надо, — угрюмо ответил Коська. — Знаем мы ваши приемники. Слышали. Перебьюсь.

— Ну, как хочешь, — пожала крепкими плечами Муся. — А ты, Четверикова, не забудь — до первого сентября! Идемте, Петр Михайлович, вас и так уже заждались.

Как только старик и девушка скрылись за углом, Нюшка набросилась на товарища:

— Ты чего не упросил их, почему не спел? Они бы послушали тебя, да и взяли! А теперь что делать будем? Я одна не пойду.

— Как это так — не пойду? Ты, Нюшка, даже не думай отказываться. Желание же пропадет!

Девочка устала на Коську:

— Ты что, свое желание на мою мечту истратил?

Мальчик улыбнулся, вытянул из-под рванины золотого жука, открыл. Внутри оказался сложенный газетный обрывок с выведенными химическим карандашом буквами: «Пусть Нюшка станет артисткой».

— Что ж ты, дурной, наделал! Тебе же самому надо было! — укоризненно шептала Нюшка.

Коська отмахнулся, снял с шеи драгоценный талисман, протянул девочке.

— Меня мама и так заберет, — уверенно сказал он. — Без желаний. А тогда, сама подумай, зачем мне эта школа? Ты — другое дело. Сирота, без родителей, позаботиться некому. Иди, не сомневайся. И медальон при себе держи — мало ли что. Звездочет-то, видишь, не соврал — есть в нем сила...

На фронте одного из обступивших Сухаревку зданий трепетал под порывами резкого осеннего ветра кумачовый плакат «Да здравствует 6-я годовщина Великой пролетарской революции!».

Высокий парнишка с лотком свернул в переулок — там тоже были натянуты транспаранты, развевались прикрепленные к стенам красные флаги. Со стороны Лубянки неслась бодрая духовая музыка. Лужи морщились мелкой рябью, мокрые желтые листья липли к подошвам.

— Жердяй! — окликнул за спиной звонкий голос.

Лоточник обернулся. Худенькая, коротко стриженная девочка стояла в пяти шагах, заслоняя лицо от ветра поднятым воротником казенного черного пальто.

— Какой я вам Жердяй, барышня, — недовольно буркнул парнишка. — Чего надо?

Девочка шагнула ближе, обдала взглядом знакомых синих глаз, улыбнулась прежней радостной улыбкой:

— Не узнал? Это же я, Нюшка!

— Малая?.. — Жердяй отступил слегка, оглядел бывшую оборвашку. — Ишь какая стала! Где же тебя теперь признать — новая одежда, умытая рожа... Чего так давно не приходила?

— Так не пускают же нас одних-то! — виновато объяснила Нюшка. — Сегодня повезло — на демонстрацию повели, я в толпе и сбежала.

— А не попадет?

— Конечно, попадет, — беспечно ответила Нюшка. — Да и пусть. Соскучилась я по Сухаревке — сил нет! Два месяца здесь не была... Как живешь-можешь, что новенького?

— Живем помаленьку, — пожал плечами Жердяй. — Пора мне, малая, бросать эту коммерцию — два раза уже фининспектор подходил, интересовался, сколько мне лет, да что, да как. Получу пачпорт, враз налогом обложат.

— И куда ж ты пойдешь?

— Мало ли... А ты все поешь?

— Пою...

Помолчали.

— А Коська-то где? — спросила, опять улыбнувшись, Нюшка. — Обещал приходиться проведывать, а сам так ни разу и не навестил.

— Так ты что, не знаешь ничего? — Подросток отвел глаза. — Помер Коська-то. Месяц назад. Простыл сильно, горячка началась. Три дня один на чердаке без еды, без воды провалялся. Пока я хватился его, пока нашел — он уже совсем плохой был. В больнице и помер. Врачи сказали — поздно я его принес. На день бы раньше — может, и спасли бы.

Нюшка смотрела на Жердяя блестящими от слез глазами.

— Как же так? — еле слышно произнесла она. — А я-то думала — раз не приходит, значит, и правда мать-графиня в Париж забрала.

Жердяй взглянул непонимающе:

— Ты о чем, малая? Чья мать-графиня? В какой Париж?

— Ну, ясное дело, Коськина — она же графского рода.

— С чего ты взяла? Прачка она у него была, это тебе в Марьиной любой скажет. По людям ходила, белье стирала, да и от другой поденной работы не отказывалась. Мы соседями раньше были, я ее хорошо помню.

— А что с ней стало?

— Коськин отец по пьянке насмерть забил. Тогда Костян в бега и ударился. А ты говоришь — графского рода!

Девочка потрясенно молчала. Потом, вспомнив что-то, недоверчиво мотнула головой:

— Подожди, если он не из благородных, почему же воровать отказывался?

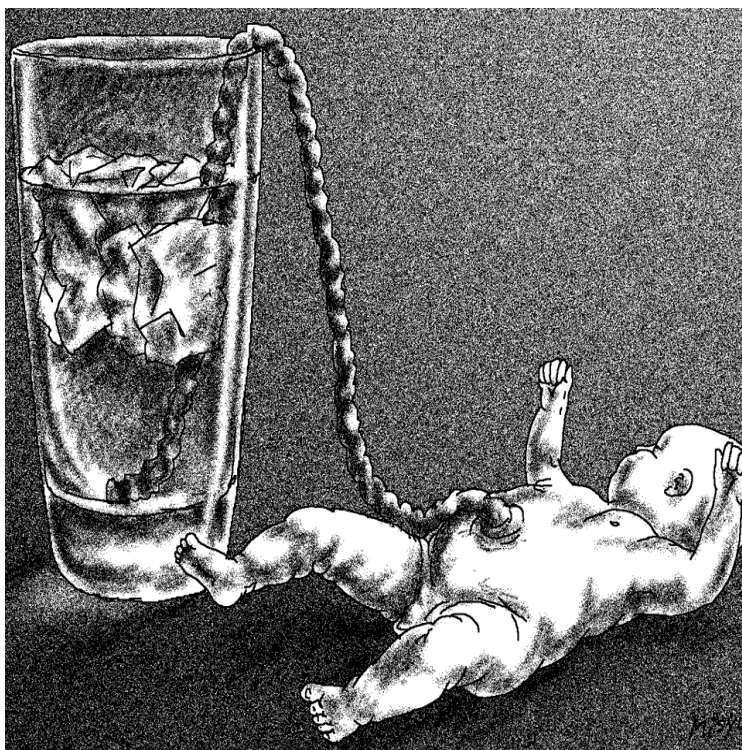
— Кто же теперь скажет! — по-взрослому вздохнул Жердяй. — Ну, будь здорова, малая, не хворай. Учись в своей школе. Будешь петь в Большом — приду к тебе за контрамарочкой.

Нюшка проводила знакомя взглядом, отступила к стене. Вытянула за цепочку медальон, выудила из-под выпуклой крышки клочок бумаги, разжала худые, покрасневшие от холода пальцы...

К полуночи тучи над Москвой разошлись, сильно похолодало. Загулявшие граждане, несмотря на позднее время, продолжали праздновать годовщину революции — на улицах визгливо пели под гармошку, из освещенных окон слышались звуки патефонной музыки, пьяные застольные голоса.

Рыночная площадь почти опустела, только на трамвайной остановке ребята из ФЗУ смеялись и перешучивались с озябшей продавщицей пирожков. В Сретенском тупике ветер раскачивал фонари, шуршал подмерзшими листьями, гонял, крутя и подбрасывая, мятый обрывок тетрадного листа с расплывшимися от уличной сырости каракулями: «Пусть Коська скорее встретится с мамой». Черный прямоугольник Сухаревской башни казался зловещим провалом в звездном небе, входом в притаившуюся за мерцающим сводом бездну, пожирающую беззаботно гуляющих по улицам жареных цыплят.





Художник В. Мискак

## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### Рано пить — здоровью вредить

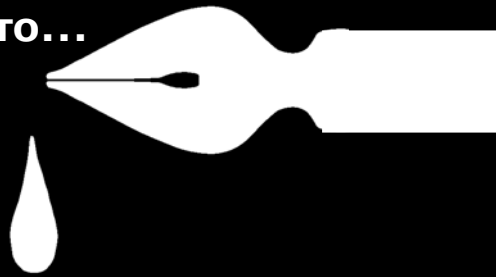
Дискуссия о том, с какого возраста можно разрешать потребление алкоголя, идет не только в России. Американские законодатели, обеспокоенные разгульными пьянками в студенческих общежитиях, хотят понизить минимальный возраст с тем, чтобы молодые люди, достигшие заветного рубежа, не срывались, пытались наверстать упущенное. Психиатры из Вашингтонского университета в Сент-Луисе во главе с доктором Ричардом Грушей разочаровали энтузиастов этого проекта. А изучали они традиции потребления спиртного в штатах, которые различались нижним возрастом доступности алкоголя: 18 и 21 год соответственно («Alcoholism: Clinical & Experimental Research», 2013, 37, 3, 463—469).

По мнению Груши и его коллег, если человек каждый день выпивает по бокалу вина, в этом ничего плохого нет. А вот если всю недельную дозу он употребит в один день, тогда уже получится пьянка, вредящая здоровью. И относиться к ней нужно отрицательно. Согласно проведенному ими длительному исследованию, сначала в 1990-х годах, потом в начале 2000-х, в тех штатах, где спиртные напитки продаются с 18 лет, частота случаев, когда человек напивается хоть раз в месяц, на 19% больше, чем в тех штатах, где ограничения отменяются с 21 года. А если брать людей без образования, то различие достигает 31%. Таким образом, более ранний возраст начала употребления спиртных напитков не просто приводит к росту пьянства среди молодежи, но еще и формирует привычки на всю оставшуюся жизнь.

«Если кто-то хочет понизить возраст легального потребления алкоголя, проявляя заботу о студентах, он должен иметь в виду, что ситуация несколько сложнее: существует огромная группа людей, которые студентами никогда не будут. Они от этого проигрывают. Принимая решения, не надо сужать свое поле зрения до интересов небольшой группы граждан, ведь закон один для всех», — предупреждает Эндрю Планк, коллега доктора Груши.

**С.Анофелес**

## Пишут, что...



...17 октября 2012 года исполнилось 10 лет со дня запуска на околоземную эллиптическую орбиту международной астрофизической обсерватории INTEGRAL, 25% наблюдательного времени которой принадлежит российским ученым («Вестник РАН», 2013, 83, 2, 172—176)...

...площадь распространения морских льдов в Арктике в сентябре уменьшилась в 1998—2011 гг. за десятилетие на 12%, или на 80000 км<sup>2</sup> в год, от ее средней величины в 1979—2000 гг. («Известия РАН. Физика атмосферы и океана», 2013, 49, 1, 3—18)...

...в зоне сильного загрязнения воздуха вблизи Норильского металлургического комбината атмосферных осадков стало больше, а вокруг него — меньше («Метеорология и гидрология», 2013, 2, 41—48)...

...предложена модель передвижения животного с произвольной формой лап и туловища по сыпучей среде, перспективная для создания шагающих роботов («Science», 2013, 339, 6126, 1408—1412, doi: 10.1126/science.1229163)...

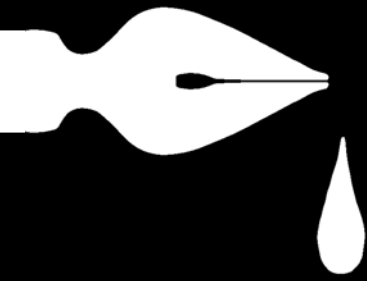
...мозг младенца по-разному реагирует на различные слоги и тембры голоса уже на седьмом месяце («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2013, 110, 12, 4846—4851, doi:10.1073/pnas.1212220110)...

...формирование навыка чтения у детей можно оценивать по движениям глаз («Физиология человека», 2013, 39, 1, 83—93)...

...генетические отличия между собаками и волками связаны, в частности, с приспособлением собак к рациону, богатому углеводами («Nature», 2013, 495, 7441, 360—364, doi:10.1038/nature11837)...

...созданы металлические чернила, с помощью которых можно рисовать на коже человека электроды для снятия





электрокардиограммы (PLoS One, 2013, doi: 10.1371/journal.pone.0058771)...

...тромбоциты и эритроциты подвержены апоптозу, то есть программируемой гибели, хотя у тромбоцитов нет ядра, а у эритроцитов — ядра и митохондрий («Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова», 2013, 99, 1, 99—110)...

...электрическая активность клариевых сомоиков при агрессивно-оборонительных взаимодействиях в темноте выше, чем на свету, то есть, возможно, заменяет им зрение («Вопросы ихтиологии», 2013, 53, 1, 96—112)...

...для разрушения ледяных заторов на реках можно использовать суда-амфибии на воздушной подушке («Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», 2013, 1, 63—69)...

...концентрация мужского полового гормона тестостерона в крови самцов рыжей полевки, заботящихся о потомстве, существенно выше, чем у самцов, склонных к убийству детенышей («Известия РАН. Серия биологическая», 2013, 1, 111—116)...

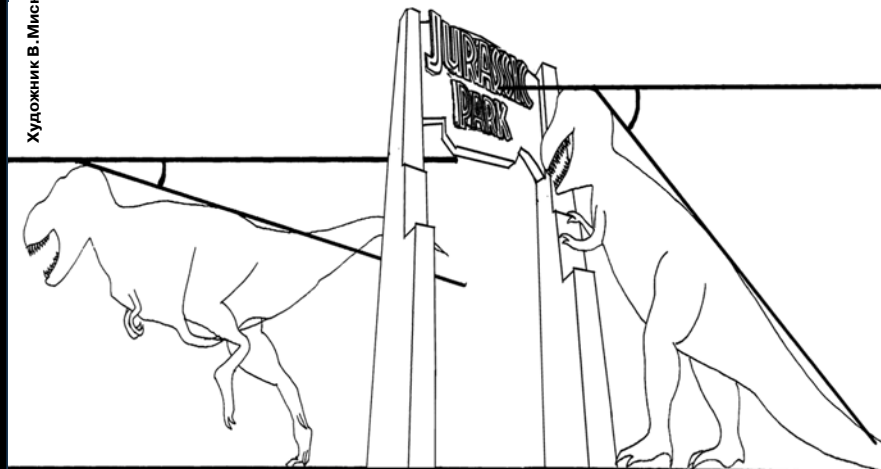
...самке дельфина-бутылконоса, потерявшей хвост в ловушке для крабов, заменили его протезом («Scientific American», 2013, 308, 3, 78—81)...

...современный кризис в Сирии во многом напоминает события, предшествовавшие падению Аккадской империи в Месопотамии более 4000 лет назад («Journal of Archaeological Science», 2013, 40, 4, 1866—1878)...

...в китайской «Шелковой книге» IV века приводится первый каталог комет, разделенных на 27 типов по характеру вреда, который они якобы причиняют («Земля и Вселенная», 2013, 1, 16—30)...

...камчатские крабы реагируют на геомагнитные бури повышенной двигательной активностью («Доклады Академии наук», 2013, 448, 6, 729—731)...

Художник В. Мисюк



## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

## Игрушка против палеонтологии?

Бывает, что звезда погасла миллионы лет тому назад, а ее свет еще летит к Земле. Примерно так получается порой и с научной истиной: исследователи уже давно опровергли какое-то мнение, а популярные издания по-прежнему его тиражируют. Классический пример — утверждение о повышенном содержании железа в шпинате: при его определении была допущена опечатка, увеличившая это значение в десять раз. Опечатку заметили и исправили, однако новость уже разлетелась миллионными тиражами и «шпинат против анемии» нет-нет да и всплывает в советах по здоровому питанию.

А вот другая история. В начале XX века палеонтологи были уверены, что тираннозавр, как и многие другие двуногие динозавры, ходил с гордо поднятой головой и опирался на свой могучий хвост. С тех пор тираннозавры во многих фильмах и книгах ходят именно так. Однако парадигма уже изменилась: с 70-х годов считается, что хвост служил тираннозавру не для опоры, а в качестве балансира и нес он свое тело не перпендикулярно поверхности земли, а параллельно ей, подобно птице; именно так динозавры изображены в фильме «Парк юрского периода». Казалось бы, времени для усвоения новой научной концепции прошло достаточно. Ан нет.

Американские палеонтологи во главе с Уорреном Элмоном из Корнеловского университета провели такое исследование («Journal of Geoscience Education», 2013, 61, 1, 145—160). Они просили учеников старших классов и студентов-первокурсников нарисовать тираннозавра. И оказалось, что 63% первых и 72% вторых с заданием не справились: в среднем на их рисунках угол наклона тела составлял 50—60° с горизонталью, то есть в пределах отклонения в 5° от неправильной позы. Поначалу возникла мысль, что в этом повинны научно-популярные книги, однако гипотеза не подтвердилась. Тогда исследователи обратились к шедеврам массовой культуры: футболкам, игрушкам, этикеткам, мультфильмам, детским передачам и прочему, что проходит перед глазами маленького ребенка. Догадка оказалась верной: именно там динозавры изображены прямостоящими, как человек. «Видимо, образ прямостоящего динозавра так прочно запечатлевается в сознании ребенка, что он, повзрослев, бессознательно его использует. Даже “Парк юрского периода” при всей его популярности не способен с этим образом ничего поделать. Ну что ж, приходится работать с теми студентами, которые у нас есть», — замечает доктор Элмон.

А. Мотыляев



# Химические иероглифы: от Древнего Египта до Лавуазье

**К**огда говорят «иероглиф», обычно вспоминают древнеегипетские стилизованные рисунки и таинственные китайские значки, обозначающие слоги, целые слова и понятия. Можно считать, что знаки любого алфавита — это тоже иероглифы, только они обозначают отдельные звуки. Тогда и уравнение химической реакции записывается иероглифами. У химиков сплошь и рядом встречаются значки, по сути, очень близкие тому, что мы привыкли считать иероглифами. Среди них и всем известные  $\odot$  или  $\ominus$ , и менее известные, например  $\odot$  (9-борабицикло[3.3.1]нонан).

Свои самые первые символы химики, точнее, алхимики, заимствовали у небесных тел, сопоставляя знаки планет с известными им металлами (см. «Химию и жизнь», 2013, № 2), а также у египетских иероглифов, например, знак воды  $\text{☉}$ . Важнейшими знаками оставались главный алхимический символ — философский камень  $\text{☉}$ , или  $\text{☉}$ , и четыре первоначала древнегреческих философов — огонь  $\Delta$ , земля  $\nabla$ , воздух  $\triangle$  и вода  $\nabla$ . А их совокупность могла обозначаться символом  $\text{⬠}$  или  $\text{⬢}$ . Искусство алхимии в целом обозначали символами  $\text{⊕}$ ,  $\text{⊗}$  или  $\text{⊛}$ , а знак  $\text{⊗}$  начал тайное, эзотерическое учение.

Постепенно, по мере приобретения знаний о веществах и их свойствах, список условных обозначений расширялся и к середине XVIII века стал необъятным. Множество символов с их толкованием вошло в 28-томную Энциклопедию Дидро и Д'Аламбера, которая выходила с 1751 по 1772 год. Основная проблема была в том, что очень часто в разных трактатах одному веществу соответствовали разные символы: алхимики разных стран и разных школ использовали свои обозначения. Например, помимо наиболее часто встречающегося символа золота  $\text{☉}$ , этот важнейший для алхимиков металл мог обозначаться также знаками  $\text{☉}$ ,  $\text{☉}$ ,  $\text{☉}$ ,  $\text{☉}$ ,  $\text{☉}$ ,  $\text{☉}$ ,  $\text{☉}$ , и другими. А в энциклопедии Дидро последних два символа означают... стекло. Отпечатанный в 1701 году в Нюрнберге «Латинско-немецкий химико-фармацевтический лексикон Иоганна Зоммергофа» дает 37 разных символов для слова *augur* и 14 для слова *acetum* (уксус). Вот примеры последних:  $\text{+}$ ,  $\text{+}$ ,  $\text{+}$ ,  $\text{+}$ ,  $\text{+}$ . Множество различных символов можно найти в алхимических трактатах для ртути — важнейшего металла, из которого они, в частности, хотели получить тот самый *augur*.

Чтобы внести хоть какой-то порядок в эту кашу, алхимики склеивали разные знаки. Так, соединенные знаки серебра  $\text{☽}$  и золота  $\text{☉}$  дали символ их сплава — электрума  $\text{☽☉}$ . Сплав серебра с медью (знак  $\text{♀}$ ) дал символ  $\text{♀☽}$ . Аналогично построены символы позолоченного серебра  $\text{☽☉}$ , позолоченной меди  $\text{♀☉}$ , посеребренной латуни  $\text{♂☽}$  (соединение символов серебра и латуни  $\text{♀♂}$ ; последний напоминает знак меди). «Ручка зеркала Венеры» то есть крестик в символе меди, присутствует у алхимиков в обозначениях различных производных меди, таких, как медный купорос  $\text{☉+}$ , кристаллы ацетата меди  $\text{+☉}$ , мышьяковистая медь  $\text{☉☽}$  ( $\text{☉☽}$  или  $\text{☉☽}$  — символы мышьяка), желтая медная руда (медный колчедан, халькопирит)  $\text{☉☽}$  или  $\text{☉☽}$ . А любой медный сплав мог обозначаться крестиком в кружочке  $\text{+}$ . Сочетанием символов золота и железа  $\text{☉♂}$  алхимики обозначали *ferrum auretum* — некий минерал железа золотистого цвета, вероятно, железный колчедан, пирит, природные кристаллы которого блестят, как золото. Хотя для пирита могли также использовать знак  $\text{♂}$ . Отдельные элементы из наиболее распространенного символа серы  $\text{☿}$

**Д.Н.ЯКУБОВУ, Челябинск:** Тривиальное название итаконовой кислоты (она же метиленбутандиовая и метилениantarная) — анаграмма аконитовой кислоты, декарбоксилированием которой получается итаконовая.

**А.Н.ЛЕБЕДЕВОЙ, Волгоград:** «Жидкая кожа» для реставрации изделий из кожи и кожзаменителя — это водная суспензия, которая образует полиуретановую «заплату» на месте царапины или потертости.

**Е.Г.ТЕМНОВОЙ, Москва:** Деколь (декаль, декалькомания) — технология нанесения изображения на фарфоровые или стеклянные изделия методом «переводной картинки»; изображение печатают на бумаге, потом переносят на посуду и закрепляют обжигом; метод получил распространение еще в XIX веке.

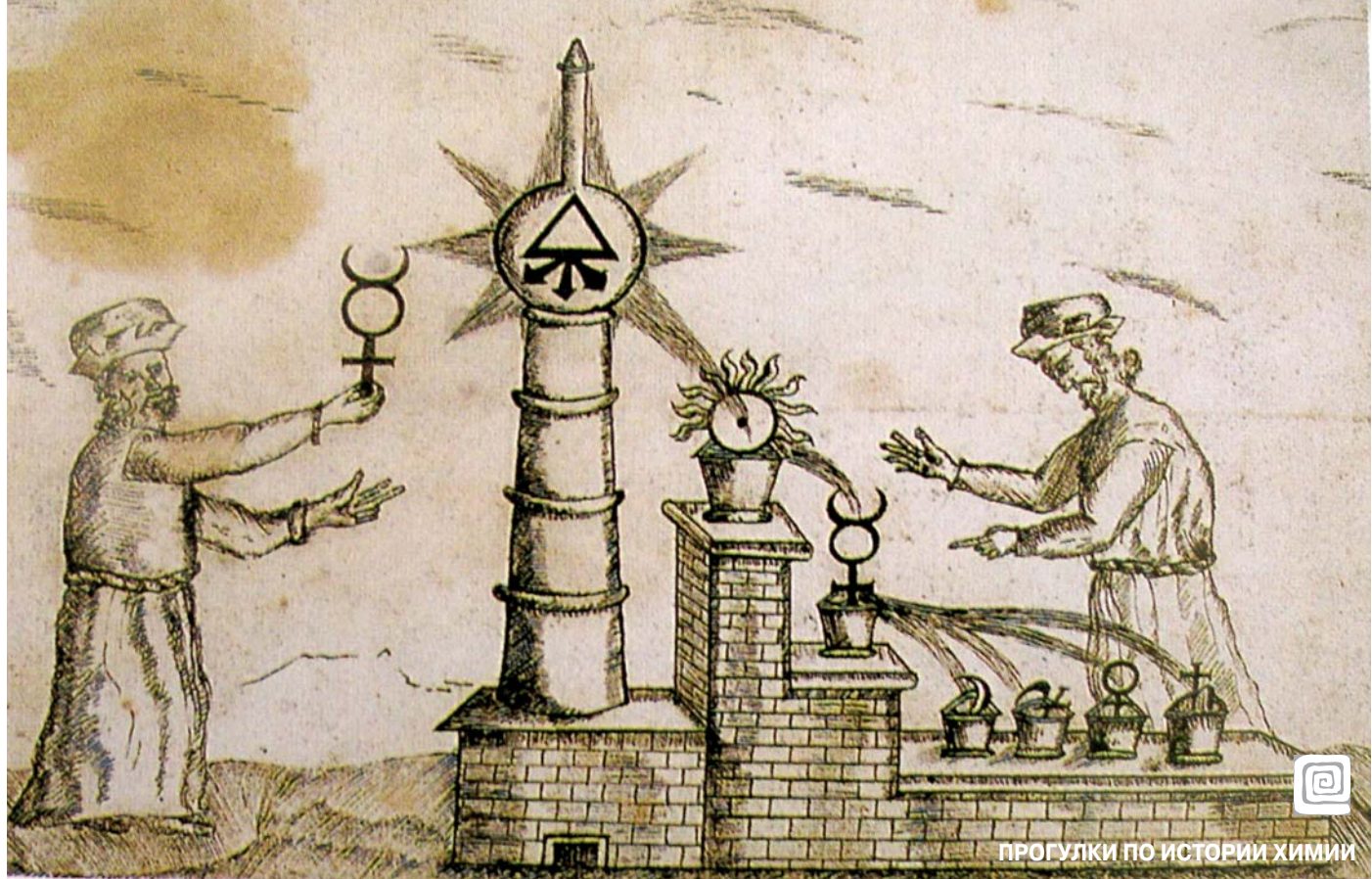
**В.М.ЖЕЛЕЗНЯКОВОЙ, Бронницы:** Чтобы очистить от грязи гипсовую скульптуру, нанесите на нее жидкий крахмальный клейстер и, когда он высохнет, соскоблите деревянным скребком.

**С.С.РОМАНОВИЧУ, Санкт-Петербург:** Новозеландский лён, или формиум прочный (*Phormium tenax*), с европейским льном никак не связан, это однодольное растение из семейства лилейниковые, или Ксанторреевые; волокно его, действительно очень прочное, используют при производстве шпагата и канатных изделий, тканей, устойчивых к действию воды.

**О.В.ВЕЛИЧКО, Пермь:** Орехи кешью не продают в скорлупе, потому что между скорлупой и орешком находятся едкие вещества, анакардовая кислота и кардол; по той же причине их нельзя жарить в скорлупе.

**Л.Ф.ПАНКРАТОВОЙ, Зеленоград:** Пищевая морская соль, безусловно, содержит калий, кальций, магний и микроэлементы, но ее полезность реклама зачастую преувеличивает — все же это просто соль, а не целебная биодобавка.

**А.Н., электронная почта:** Колебания пламени свечи, а также появление треска и копоти вполне объясняются физическими причинами, поэтому эзотерические объяснения представляются избыточными.



ПРОГУЛКИ ПО ИСТОРИИ ХИМИИ

могли обозначать самородную серу ☉, серную печь ☽, сернистое соединение металла (сульфида) ☿, серную кислоту ☿☽ и купоросное масло ☿☽, сульфид мышьяка ☿☽ (минерал реальгар  $As_4S_4$ ), а также таинственную «серу мудрецов» ☿☽.

Были у алхимиков и обозначения таких веществ, как глина ☽ или ☽, стекло ☽, ☽ или ☽, чернила ☽, моча ☽, тальк ☽, масло ☽, поваренная соль ☽ (хотя для нее существовали и другие символы, причем отдельные для каменной соли и морской соли, а также для соленой воды), камфора ☽, воск ☽, песок ☽, мыло ☽ или ☽, клей ☽ и даже конский навоз ☽ или ☽. Видимо, он был важным ингредиентом.

Отдельные символы изобретались неведомыми творцами для обозначения различных процессов, а также лабораторного оборудования: разделение ☽, смешивание ☽, осаждение ☽, ферментация (брожение), ☽, измельчение ☽, растворение ☽. Множеством значков могли обозначать тигель, разные типы плавильных печей — с дутьем и без него, перегонные кубы разной конструкции... Если учесть, что алхимические тексты писались для адептов, так, чтобы непосвященные и конкуренты не могли их прочитать, становится понятным, почему расшифровка алхимических трактатов до сих пор весьма произвольна.

К началу XVIII века алхимия начала постепенно превращаться в научную химию. В 1718 году парижский профессор медицины Этьен Франсуа Жоффруа-старший опубликовал «Таблицу сродства». В верхнем ее ряду помещены символы 16 наиболее распространенных веществ (кислоты, щелочи, металлы, сера, вода, спирт и другие), а под ними, в 16 колонках, следуют более полусотни веществ в порядке уменьшения «сродства» к веществу верхнего ряда. Таблица в какой-то мере помогла упорядочить хаос обозначений, ими пользовались такие известнейшие химики, как Пьер Жозеф Макёр (1718—1784), Торнберн Улаф

Бергман (1735—1784), Карл Вильгельм Шееле (1742—1786), Антуан Лоран Лавуазье (1743—1794) и другие. Вот, например, как описывает Шееле получение открытого им (независимо от Пристли) нового газа — кислорода: «☽ ☽ rubr. ☽ cessit multo ☽ ☽ non ☽ fix, parum admodum ☽ ☽ rubro flavis et ☽ viv». В переводе с алхимического это означает: «При нагревании красной окалины ртути образуется много купоросного газа, не образуется фиксированного воздуха, очень мало красно-желтого сублимата и живая ртуть». Этот перевод требует пояснений. «Красная окалина ртути» — это красная модификация оксида ртути. «Купоросный газ» — кислород. Такое странное его название связано с тем, что ранее Шееле получил этот газ нагреванием крепкой серной (купоросной) кислоты с пиролюзитом:  $2MnO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 2H_2O + O_2$ . «Фиксированный воздух» — это углекислый газ, а «живая ртуть» — жидкая ртуть. Осталось разобраться с красно-желтым сублиматом. Очевидно, это смесь красной и желтой модификаций  $HgO$ . Но оксид ртути не возгоняется, а разлагается. Вероятно, пары ртути при высокой температуре могли вступать в обратную реакцию с кислородом, образуя налет на стенках реторты. Современная запись этого процесса несколько короче:  $HgO \xrightarrow{t} Hg + \frac{1}{2} O_2$ .

У Лавуазье также можно найти старинные алхимические обозначения. Так, в результате анализа образца «chaux de fer» (оксида железа(II), дословно — железной извести) он нашел, что в нем содержится 0,200 livres (фунтов) железа ☽ и 0,058 livres «principe oxugene» (дословно — кислородного начала) ☽. Это хорошая точность: мольное соотношение Fe:O получается 1 : 1,012.

Быстрый прогресс в записи химических формул и уравнений произошел в первой половине XIX века, и они стали куда более удобными. Но об этом — в следующей статье.

**И.А.Леенсон**

11-я международная специализированная выставка

16–19 апреля 2013 года  
Москва, КВЦ «Сокольники»

Аналитика Экспо

Мир инноваций!



получите билет на сайте

[www.analitikaexpo.com](http://www.analitikaexpo.com)

- анализ и контроль качества
- контрольно-измерительные приборы
- лабораторное оборудование и технологии
- лабораторная мебель

- химические реактивы и материалы
- комплексное оснащение лаборатории
- биотехнологии и диагностика
- нанотехнологии

Организатор:



**MVK**  
В составе группы компаний ITE  
Тел.: +7 (495) 935 81 00  
E-mail: lomunova@mvk.ru

Соорганизаторы:

НП «РОСХИМРЕАКТИВ»  
ААЦ «Аналитика»



НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН  
по аналитической химии

Генеральный спонсор:

Научно-производственный рецензируемый  
журнал «Разработка и регистрация  
лекарственных средств»



РАЗРАБОТКА И РЕГИСТРАЦИЯ  
ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ