



Министерство  
образования  
и науки  
Российской  
Федерации

# ХИМИЯ И ФИЗИКА

2007









**Химия и жизнь**  
Ежемесячный  
научно-популярный  
журнал

7  
2007

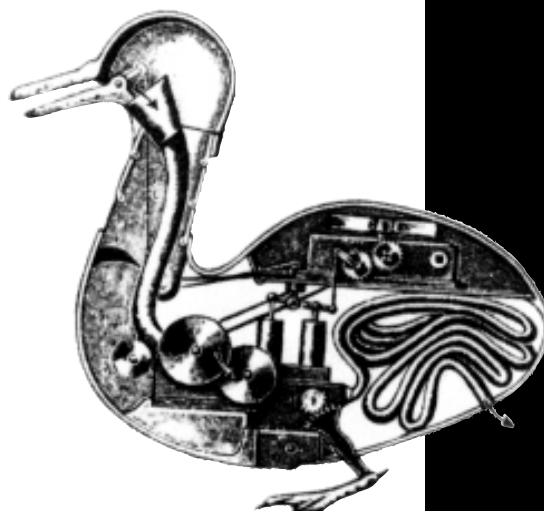
*Оптимист — тот, кто точно знает,  
до чего плох может быть мир,  
а пессимист открывает  
это каждое утро.*

*Питер Устинов*



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина  
А. Беклина «Рыбалка Панов». Долгие годы в озере Лох-  
Несс пытаются что-нибудь поймать, хотя бы русалку.  
Жабу на дне уже обнаружили. Кто следующий?  
Об этом читайте в статье «Новости со дна  
озера Лох-Несс».





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

#### НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

**Главный редактор**  
Л.Н.Стрельникова  
**Заместитель главного редактора**  
Е.В.Клещенко  
**Ответственный секретарь**  
М.Б.Литвинов  
**Главный художник**  
А.В.Астрин

#### Редакторы и обозреватели

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

#### Технические рисунки

Р.Г.Бикмухаметова

#### Агентство ИнформНаука

О.О.Максименко,  
Н.В.Маркина,  
О.Б.Бакицкая-Каменева  
textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 3.07.2007

#### Адрес редакции:

105005 Москва, Лефортовский пер., 8

#### Телефон для справок:

(495) 267-54-18,  
e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в интернете по адресам:

<http://www.hij.ru>;  
<http://www.informnauka.ru>

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



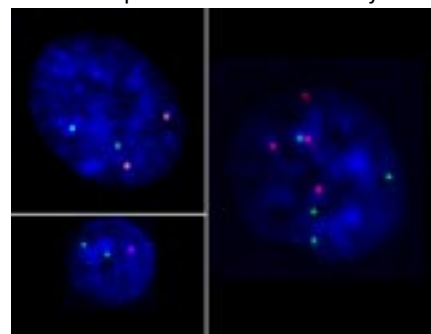
## 6

Программа «Водородная энергетика и топливные элементы» стартовала четыре года назад. Что сделано за это время?

#### Химия и жизнь

## 26

Стволовые клетки, размножаясь в культуре, потеряли одну из хромосом: такие клетки опасно пересаживать больному.



#### ИНФОРМАУКА

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| НАНОАЛМАЗЫ В ХРОМАТОГРАФИИ ..... | 4 |
| КАМНИ НА СЕРДЦЕ .....            | 4 |
| ЗАРАЗНЫЕ РАСТЕНИЯ .....          | 5 |

#### ТЕХНОЛОГИИ

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Л.Н.Стрельникова</b> |   |
| ЭНЕРГИЯ 2.0 .....       | 6 |

#### ТЕХНОЛОГИИ

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| <b>Ю.И.Зайцев</b>                |    |
| КОГДА К НАМ ПРИДЕТ ГЛОНАСС ..... | 15 |

#### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| <b>Е.В.Балановская, О.П.Балановский</b> |    |
| РУСЬ ФАМИЛЬНАЯ .....                    | 20 |

#### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| <b>Е.Котина</b>                        |    |
| КАК ОБЕЗОПАСИТЬ СТВОЛОВЫЕ КЛЕТКИ ..... | 26 |
| <b>БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА</b>             |    |

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| <b>Е.Клещенко</b>                        |    |
| ОБОНЯТЕЛЬНЫЙ ЭПИТЕЛИЙ: ОКНО В МОЗГ ..... | 28 |

#### ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| <b>Д.А.Лось</b>                          |    |
| КАК ЧУВСТВУЮТ СТРЕСС ЦИАНОБАКТЕРИИ ..... | 32 |

#### ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| <b>И.А.Савинов</b>                       |    |
| САДЫ И ГЕРБАРИИ ТУМАННОГО АЛЬБИОНА ..... | 36 |

#### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

|                        |    |
|------------------------|----|
| <b>М.Т.Мазуренко</b>   |    |
| ДНЕВНИК БОТАНИКА ..... | 41 |

#### ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| <b>М.Ю.Кожевников</b>                                  |    |
| ВОЛЬНЫЕ СЫНЫ САРАТОВСКОГО ЭФИРА (1966–1976 ГОДЫ) ..... | 46 |



Сбор гербария был для А.П.Хохрякова смыслом жизни. Он искал редкие растения и в горах Колымы, и в тропическом лесу на Кубе, самовольно покинув туристическую группу...



Это не Несси. Это похожий на нее ствол дерева

57



59

Вышел матрос на палубу покурить. Стоит, любуется ночным небом, а в это время кто-то хрясь его в лоб. Оказывается, это всего-навсего летучая рыбка.

## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

**А.А.Галигузов**

НА ОСТРИЕ «ЧЕРНОГО КАРАНДАША» ..... 50

## ЦИКЛ ВОДЫ

**Д.Я.Фашук**

МОРЕ СОЛИ И СОЛЬ МОРЯ ..... 54

## РАССЛЕДОВАНИЕ

**С.М.Комаров**

НОВОСТИ СО ДНА ОЗЕРА ЛОХ-НЕСС ..... 57

## РАССЛЕДОВАНИЕ

**С.Анофелес**

ЛАЗЕР СОХРАНИЛ ПАМЯТЬ О ДИНОЗАВРЕ ..... 59

## ВОДА И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

**В.Сербин**

РОЖДЕННЫЙ ПЛАВАТЬ – ЛЕТАТЬ УМЕЕТ ..... 60

## ФАНТАСТИКА

**Татьяна Апраксина**

АНОМАЛЬНАЯ ГРУППА ..... 64

## НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ

**Л.Викторова**

СМОРОДИНА ..... 68

## КСТАТИ О КОСМОСЕ

**П.Данилов**

КОСМОС – ЭТО ПОЖАР ..... 72

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ 14

ИНФОРМАЦИЯ 35

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

ПИШУТ, ЧТО... 70

ПЕРЕПИСКА 72



# В номере

4

## ИНФОРМАУКА

О сорбенте из алмазного порошка, камнях, которые отягощают сердце не в переносном, а в прямом смысле, и о том, как чувствуют себя бактерии, патогенные для человека, в помидорах и картошке.

15

## ТЕХНОЛОГИИ

Чтобы определить свое место на поверхности Земли, человек испокон веков смотрел на звезды. Теперь он принимает сигналы от спутников глобальной системы навигации. Сможет ли российская система ГЛОНАСС составить конкуренцию американской GPS?

20

## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Ученые, исследующие генофонд населения, берут образцы крови у множества людей, выделяют из них ДНК, анализируют последовательности генов... К счастью, есть и другие, более удобные маркеры — фамилии, которые, как и гены, передаются по наследству.

46

## ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

«Я прослушал 25-метровый КВ-поддиапазон, надеясь поймать «Голос Америки» на украинском языке, а затем переключился на СВ и начал крутить ручку к отметке «300 м». Неожиданно я услышал женский голос: «Иркут, Иркут, я — Ангара, все поняла...»

50

## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Еще до экспериментов Дэви с вольтовой дугой, в 1803 году вышел труд профессора математики и физики Санкт-Петербургской Медико-хирургической академии Василия Владимировича Петрова «Известия о Гальвани-Вольтовских опытах». В своей книге он весьма подробно рассказал о тепловом действии вольтовой дуги на металлы...



## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

### Наноалмазы в хроматографии

*Российские ученые Химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова предлагают использовать детонационные наноалмазы в качестве сорбентов в хроматографии. Исследования, проведенные авторами, позволяют надеяться, что такие сорбенты, приготовленные должным образом, будут и эффективными, и долговечными (Pavel.Nesterenko@utas.edu.au).*

Статью в престижнейшем научном журнале «The Analyst», опубликованную учеными по результатам работы, сопровождал эпиграф про бриллианты и про девушек — фраза из легендарного фильма. И в этом есть логика: как не стареет любовь девушек к бриллиантам, так не ухудшается со временем качество наноалмазов. Поэтому сорбенты, сделанные на их основе, прослужат куда дольше, нежели обычные, сделанные из оксида кремния или алюминия. Правда, наноалмазы в первозданном виде — сорбенты неважные. Но подготовленные по методу, предложенному доктором химических наук профессором П.Н.Нестеренко и его коллегами, они работают в хроматографии не хуже традиционных сорбентов, но гораздо дольше, поскольку практически ни в чем не растворимы.

Исходные наноалмазы совсем не блестят, они представляют собой невзрачный серенький порошок, полученный, например, при утилизации взрывчатки: ее взрывают в камере в недостатке кислорода. Он состоит из частиц размером от 4 до 20 нанометров, которые спекают при высокой температуре и получают более крупные, пронизанные порами частицы, весьма разнородные по размеру. Сорбционные

свойства у них так себе, поэтому московские химики предлагают брать предварительно отожженные при 1200° и давлении около 3 гигапаскаль наноалмазы и выделять фракцию частиц размером 3–6 микрон. Теперь ее надо как следует отмыть. Для этого разработана специальная многоступенчатая процедура, в результате которой эффективность сорбента можно поднять более чем в десять раз.

Полученный сорбент, то есть наноалмазы, пронизанные порами диаметром от 1,2 до 7,5 нм, показал прекрасные рабочие качества. Например, с его помощью удалось почти идеально разделить компоненты смеси диалкилфталатов, молекулы которых отличались между собой всего лишь по числу  $\text{CH}_2$ -групп. Но почему с обычных, больших алмазов практически любые растворы просто стекают, а маленькие удерживают на своей поверхности молекулы в течение некоего времени, зависящего от структуры соединений?

«При отмывке наноалмазов от остатков графита и других примесей используют очень сильные окислители, например концентрированную серную кислоту, — объясняет П.Н.Нестеренко. В результате на поверхности наноалмазов образуются карбоксильные и гидроксильные группы, и частицы теряют химическую инертность, свойственную обычным, то есть более крупным кристаллам алмаза. Эти приобретенные группы играют главную роль в удерживании молекул определяемых веществ. Ведь и классические сорбенты, например оксиды алюминия и кремния, проявляют свои сорбционные свойства как раз благодаря поверхностным гидроксильным группам».

Хроматография, открытая еще в 1903 году российским ученым М.С.Цветом, до сих пор остается одним из самых распространенных методов анализа и разделения веществ. Проходя в потоке жидкости или газа сквозь массу сорбента — как правило, порошка с высоко развитой поверхностью, — определяемые вещества удерживаются на сорбенте с разной силой и потому разное время. В результате из колонки, набитой сорбентом, различные соединения выходят не одновременно. Поэтому разработка новых сорбентов — это огромная область науки, а их производство — важнейшая отрасль химической промышленности. Конечно, сорбенты, предложенные авторами, предназначены не для хроматогра-

фии вообще, а для одного из ее вариантов — высокоэффективной жидкостной. Но в любом случае эта работа может стать основой нового направления в технологии материалов для хроматографии. Отрадно, что оно тоже будет связано с именами российских ученых.

## МЕДИЦИНА

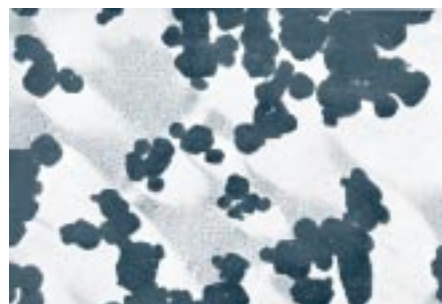
### Камни на сердце

*Камень на сердце — не метафора, а патология. Сотрудники Объединенного Института геологии, геофизики и минералогии им. А.А.Трофимука СО РАН, института геологии нефти и газа СО РАН и Института катализа им. Г.К.Борескова СО РАН в Новосибирске доказали, что сердечные клапаны обрастают апатитом так же, как морское дно, то есть биогенным путем. Бактерии, образующие вокруг себя каменные мешки, с одинаковым успехом живут и в море, и в сердцах млекопитающих (lgilinskaya@uiggm.nsc.ru).*

Вообще-то задача геохимиков — исследовать, как в природе формируются апатитовые отложения, главный источник фосфора для человечества. Но они предположили, что аналогичные процессы происходят под действием микробов в живых тканях, например в сердце. Так же, как в почках и печени, сердечные камни состоят из минеральных чехлов, которыми покрываются колонии бактерий, часто обитающих в эндокарде и на поверхности клапанов, но лишь изредка дающих о себе знать инфекционным воспалением — эндокардитом.

Бактерии живут в крови и осаждают из нее апатит. В результате образуются кардиолиты — коралловидные камни весом 1–4 г, пронизанные органическими пленками. Их приходится извлекать из сердца хирургическим путем. Бактериальное происхождение кардиолитов выдала их микроструктура: они состоят из мельчайших шариков-глобул, размером меньше тысячной доли миллиметра, а такие конструкции обычно строят бактерии. Глобулы срастаются, образуя грозди, шары или друзы в форме цветка.

Немногом позже удалось поймать и самих строителей. Ими оказались бактерии кокковидной (шарообразной) формы,







связанные полисахаридными нитями. Исследователи не исключают, что это те самые энтерококки и стрептококки, которые вызывают инфекционный эндокардит. По крайней мере, многим людям, перенесшим его, потом приходится удалять из сердца камни, так как полностью избавиться паразитов удается редко. Эндокардит проходит, уцелевшие микробы опираются от антибиотиков и опять принимаются за свое.

Ученые рассмотрели в электронный микроскоп, как устроены кардиолиты. Их изъяли во время операций на сердце в нескольких клиниках Сибири. Природные образцы для сравнения привезли из Европейской России, Марокко и Колумбии. Исследователи сделали серию препаратов из разных участков камней. Выяснилось, что и природные апатиты органического происхождения, и кардиолиты состоят из похожих глобулярных образований. Глобулярная структура — это, как уже отмечено, признак биогенного происхождения минералов: так же устроены, например, природные карбонаты. В кардиолитах же глобулы отсортированы по размеру: мелкие расположены с краю колонии, а крупные в середине. Это указывает на постепенное созревание друз в среде, которая насыщена органическим веществом, содержащим фосфор и кальций.

Природные и человеческие апатиты отличаются по своему химическому составу. Первые лучше окристаллизованы, и в них содержится меньше органики. Оно и неудивительно: одним камням миллионы лет, а другим — считанные годы. Источником кальция и фосфора для бактерий-каменщиков служат фосфорорганические молекулы, которых много и в крови, и в природных водах. Их клетки искусственно концентрируют вокруг себя фосфор и кальций, и с точки зрения геохимии уже нет большой разницы между сердечной мышцей и насыщенным органикой придонным слоем воды. Апатит в сердечной мышце, таким образом, представляет собой начальную стадию процесса, а природные минералы — конечный продукт.

Возможность биоминерализации внутри организма тесно связана с составом крови. Несколько лет назад биологам удалось воспроизвести обрастание микробов фосфоритными чехлами в культуре *in vitro*. Так, например, цианобактерия спо-

собна покрыться минералом за несколько часов. Теперь, когда известно, что разнообразные «камни» в организме — это постройки бактерий, можно придумать, как помешать этому строительству.

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

### Заразные растения

*Кто помыл фрукты перед едой, пусть не считает себя в безопасности. Патогенные для человека бактерии могут быть не только снаружи, но и внутри растения. Энтеробактерии способны распространяться по всему растению и заражать человека, съевшего это растение. Такую весть принесли нам сотрудники Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН при участии коллег из Научно-исследовательского противочумного института Сибири и Дальнего Востока, Института эпидемиологии и микробиологии ВСНЦ СО РАМН (Иркутск) и новосибирского Центра гигиены и эпидемиологии (matmod@sifibr.irk.ru).*

Среди энтеробактерий есть и безвредные для человека виды, и патогенные, и условно-патогенные, которые могут вызвать болезнь при неблагоприятном стечении обстоятельств. Многие энтеробактерии обитают в кишечнике человека и животных. С испражнениями они попадают в окружающую среду, в которой довольно долго сохраняются, в том числе благодаря тому, что находят убежище в растительных тканях. В корневую систему растений энтеробактерии проникают из зараженной почвы. Причем, как установили иркутские ученые, зараженность растений «человеческими» микроорганизмами напрямую зависит от степени антропогенного и техногенного загрязнения местности. Ранее исследователи обнаружили энтеробактерии в листьях городских деревьев и трав: клена, груши, чистотела и подорожника. Теперь они провели лабораторные эксперименты и заразили растение несколькими видами энтеробактерий.

В опытах участвовал патогенный штамм *Yersinia pseudotuberculosis*, выделенный из клинического материала. Эти бактерии вызывают хроническое желудочно-кишечное расстройство и другие заболевания, достаточно тяжелые. Второй вид бактерий называется *Morganella morganii*. Эти микробы могут стать причиной инфекции дыхательных путей, ран и мочевыводящих путей. Штамм морганеллы, исполь-

зованный в эксперименте, ученые вывели из плодов томата, причем он обладал устойчивостью к антибиотикам, а приобрести такую устойчивость могли только микробы, чьи предки побывали в человеческом организме. И наконец, третий участник эксперимента — неизбежная кишечная палочка, верный спутник человека. Бактериями заражали семидневные картофельные проростки разных сортов, отличных по степени устойчивости к фитопатогенам. Для заражения суспензию бактерий наносили на слегка поврежденную прикорневую часть стебля. Контрольные растения смазывали чистой питательной средой. Через несколько дней экспериментаторы оценили результаты.



Бактерии не остались в точке заражения в нижней части стебля. Все они распространились по растению, достигнув его верхушек. При этом они явно влияли на развитие картофельных проростков. Кишечная палочка заметно стимулировала рост стебля, особенно у сорта Лукьяновский, восприимчивого к кольцевой гнили, но устойчивого к другим фитопатогенам. Морганелла, напротив, угнетала растения, листья у них становились скрученными и пятнистыми, с очагами некроза. Особенно чувствительным к человеческому микробу оказался сорт Домодедовский, неустойчивый и к фитопатогенам. Иерсинии заметно не влияют на рост картофельных проростков. Но именно эти микроорганизмы ученые, выделив из растения, подвергли некоторым иммунологическим и молекулярно-генетическим испытаниям. Оказалось, что иерсинии, побывавшие в картофельных проростках, полностью сохраняют факторы патогенности и, следовательно, представляют опасность для человека.

Исследователи отмечают, что энтеробактерии могут попадать не только в картофельную ботву, но и в съедобные части растений, внутрь плодов и семян, а затем заражать съевшего их человека.







# Энергия 2.0

Л.Н.Стрельникова

Водородная энергетика — это не мыльный пузырь. Иначе стали бы крупные мировые корпорации вкладывать в это дело живые денюжки? Водородная энергетика — это перспектива, по оценкам многих специалистов — вполне радужная. Так какой же она будет? Давайте об этом поговорим. И для начала вспомним, что четыре года назад (2003 год) компания «Норильский никель» вместе с Российской академией наук объявила о запуске совместной программы «Водородная энергетика и топливные элементы» (см. «Химию и жизнь», 2004, № 1). Тогда «Норни-





Фотограф Эдит Хунн



## ТЕХНОЛОГИИ

нашел свое место в мощном мировом «водородном движении», которое создает новую водородную реальность, названную «Энергия 2.0» с легкой руки Нола Брауна из Массачусетского технологического института. «Энергия 2.0» — это та, что не загрязняет окружающую среду.

### Таинственный остров

Впервые назвал водород потенциальным топливом и носителем энергии Жюль Верн в 1857 году в романе «Таинственный остров. Помните диалог Пенкрофа и Смита?

«— Какое топливо заменит уголь?

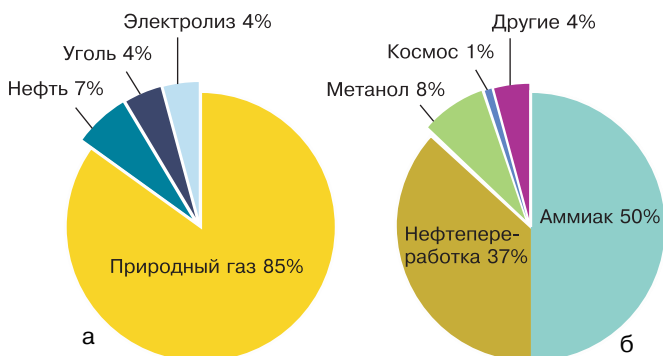
— Вода, — ответил инженер.

— Вода? — переспросил Пенкроф...

— Да, но вода, разложенная на составные части, — пояснил Сайрес Смит. — Без сомнения, это будет делаться при помощи электричества... Наступит день, и вода заменит топливо... Водород и кислород, из которых она состоит, окажутся таким мощным неисчерпаемым источником тепла и света, что углю до них далеко!»

Вот так, минуя нефть и газ, Жюль Верн перескочил от угля, основного топлива XIX века, к водороду, топливу XXI века.

Но прошло почти полтора столетия, прежде чем энергетики обратили внимание на водород. Жизнь заставила. Во-первых — исчерпание природных углеводородов (нефти, угля и газа), которое происходит на наших глазах. Этот природный ресурс ограничен и рано или поздно закончится. Для России с ее холодным климатом это особенно важно, поскольку на долю природных углеводородов в нашей энергетике приходится более 90% (см. диаграмму 1). Во-вторых, углеводородная энергетика —



1

Сегодня водород получают в основном из природного газа (а), и весь он идет на нужды химической, нефтеперерабатывающей, металлургической и пищевой промышленности (б).

Источник — «Российский химический журнал», 2006, № 6

грязная. Выбросы ТЭЦ и автомобилей содержат букет самых разных органических веществ, продуктов неполного сгорания топлива, а также оксиды серы и азота. В результате люди в городах стали чаще страдать аллергиями, заболеваниями верхних дыхательных путей и пр.

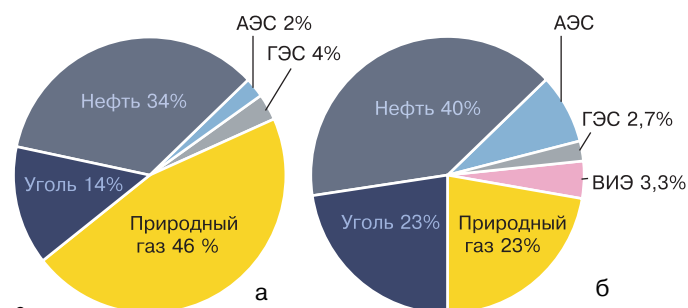
кель» выделил 120 миллионов долларов для поисковых, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в этой области. Разговоров и жарких дискуссий было много, опасений, что деньги будут потрачены впустую, — тоже. А главное, первый всплеск публикаций сменился подозрительным молчанием. Уж не похоронена ли эта программа по причине несостоятельности нашей науки и ограниченности финансов? Забегая вперед, скажу — нет. За эти годы «Норникель» создал действенную инфраструктуру, объединяющую науку и бизнес, и



*Так выглядит стационарная энергоустановка с щелочными топливными элементами «ЭЛТЭГ» мощностью 6 кВт (в центре). Установка была представлена на выставке «Водородные технологии для производства энергии» в Москве в 2006 г.*

Наконец, глобальное потепление на Земле многие ученые связывают с резким ростом концентрации углекислого газа в атмосфере, создающего парниковый эффект. А углекислый газ образуется при сжигании бензина, угля и газа.

Вообще с энергетикой у нас дела плохи. Мы производим на душу населения в 4,6 раза больше энергии, чем в среднем в мире. А энергоэффективность (ВВП на единицу используемой энергии) в 2,5 раза ниже среднемировой. Мы выбрасываем углекислого газа в 2,5 раза больше (опять-таки в пересчете на душу населения). А доля топлива в структуре экспорта товаров у нас в 6,2 раза больше среднемирового уровня. Такими темпами мы быстро разбазарим доставшиеся нам запасы ископаемого топлива. И если нынешние тенденции развития энергетики на фоне глобальной энергетической революции сохранятся, то на технологической карте мира Россия со временем превратится в захолустье, остав-



**2** *Энергетика России сегодня питается в основном природным ископаемым топливом (а), в США похожая ситуация (б). Источник — «Россия: стратегия перехода к водородной энергетике», 2007*

ясь лишь поставщиком топлива и сырья и рынком сбыта готовой продукции. Уже сейчас мы начинаем ощущать дефицит электроэнергии, что неизбежно тормозит экономический рост. Так оценивает ситуацию известный

экономист Б.Н.Кузык — один из самых активных деятелей в отечественном водородном процессе. Но об этом чуть позже.

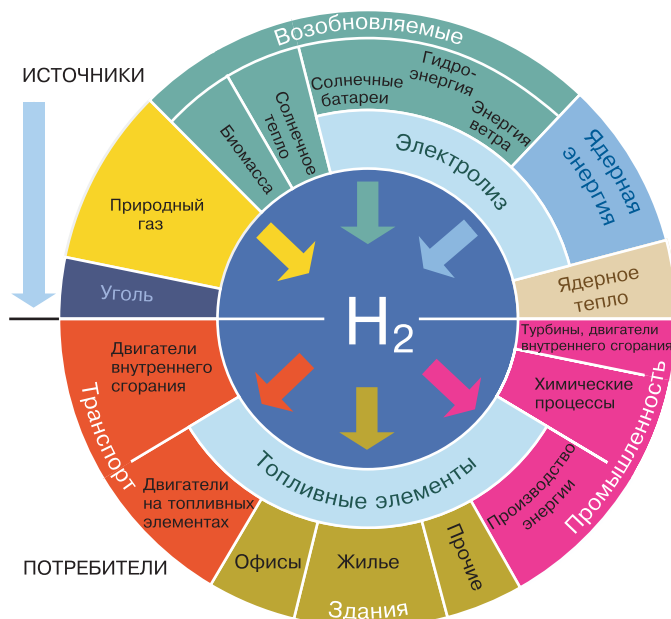
Сегодня уже нет сомнений, что решением проблемы должна стать альтернативная энергетика. Энергию ветра, волн, Солнца, тепла Земли уже умеют преобразовывать в электричество. Но автомобили от розетки не ездят. Что же может заменить бензин в автомобилях? Например — водород.

Реакция окисления водорода, а попросту его сгорание, — чистейший с экологической точки зрения процесс. Ведь в результате образуется только вода. Из выхлопной трубы автомобиля, заправленного водородом, будут вырываться пары чистой воды и больше ничего. А энергии выделяется больше, чем при сгорании пороха. Если автомобиль в год сжигает в среднем 3,2 тонны моторного топлива, то водорода потребуется всего тонна. Иначе говоря, водород почти в три раза эффективнее бензина.

Где взять водород? Этот самый распространенный элемент во Вселенной входит в состав огромного количества соединений, находящихся на Земле и в Земле. Значит, водород надо выдрать из молекул этих веществ. А для этого потребуется много энергии. Самый привычный и отлаженный способ получения водорода — паровая конверсия метана, который содержится в природном газе. Сегодня мы получаем изрядное количество водорода этой самой конверсией — около 60 миллионов тонн в год. Но весь этот продукт уходит на нужды металлургии, химической и пищевой промышленности (см. диаграмму 2). Однако в результате этого процесса выделяется не только водород, но и углекислый газ. По сути, мы сжигаем природный газ, а значит, не решаем проблемы, о которых говорилось выше.

Самый лучший способ получения водорода — это тот, о котором писал Жюль Верн, — электролиз воды. Но электролиз требует огромного количества энергии. Каждый год мир потребляет 2200 млн. тонн моторного топлива. Чтобы его полностью заменить, потребуется 679 млн. тонн водорода. Чтобы его получить с помощью электролиза воды, понадобится 29 700 млрд. кВт·ч. А сегодня во всем мире производится вдвое меньше электроэнергии. Это одна из ключевых проблем водородной энергетики (см.





## ТЕХНОЛОГИИ

первых крупных вложений была проста – мониторинг всего, что уже сделано в российской науке на тему топливных элементов, всего ценного, что лежит невостребованным на полках в институтах и научных центрах. А сделано немало. Еще в 1941 году в блокадном Ленинграде было создано устройство для использования водорода в качестве автомобильного топлива и впервые в мире начато его массовое применение.

«Норникель» собрал прекрасный урожай. Тогда по соглашению с РАН были получены заявки из 118 научных организаций, в которых предлагались конкретные технологии. Из этого массива удалось выбрать наиболее ценные разработки. Сорок уже запатентовано. В работе еще пара десятков. Так что первый этап, несомненно, окупился. Теперь идет прицельная работа с главными научными партнерами, которые были определены в ходе мониторинга.

Но прежде чем эти стратегические партнеры были определены, «Норникель» понял, что необходимо создавать систему, в которой логично увязаны несколько секторов – научно-исследовательский, инженерный, производственный и рыночный. А ядром этой системы должна стать серьезная управляющая компания, которая будет не только эффективно распоряжаться финансами, но и обеспечивать взаимодействие между всеми элементами системы. Так, спустя год после объявления «Водородной программы», появи-

лась Национальная инновационная компания «Новые энергетические проекты» (НИК НЭП), созданная «Норильским никелем» и РАН специально для реализации этой программы, – едва ли не единственный в России пример системного подхода к водородной энергетике. Она контролирует и формирует весь процесс от идеи и научной разработки до производства готовых изделий. Компанию возглавляет известный экономист, член-корреспондент РАН Б.Н. Кузык.

Итак, НИК НЭП взялась за дело: строгий учет финансов, оценка эффективности их расходования, отбор научных партнеров, разработка стратегии и тактики освоения водородного будущего, определение своей ниши на водородном рынке. НИК НЭП стала тем недостающим системным элементом, без которого успеш-

«Химию и жизни», 2006, № 5). Над ее решением бьются ученые во многих странах, пытаясь создать процесс разложения воды с минимальным расходом энергии.

Но вот водород получен. И здесь появляются новые проблемы. Как водород транспортировать и хранить? Для его сжижения под давлением и при охлаждении опять требуется энергия. Кроме того, водород легко просачивается даже через металл. Кстати, Н.С. Прохоров из РНЦ «Прикладная химия» в Санкт-Петербурге рассказал нам, что в СССР производили около 500 тыс. тонн жидкого водорода в год и перевозили автомобильным, железнодорожным и воздушным транспортом, правда, никто из обычных людей об этом не знал и не догадывался. Водород нужен был для космоса, и тогда все вопросы его транспортировки, хранения и безопасности были решены. В мае этого года исполнилось 20 лет со дня запуска ракеты «Энергия-Буран» (15 мая 1987 года) в которой использовались водородные топливные элементы. Отсюда ясно, что обращаться с водородом мы уже умеем. По мнению Н.С. Прохорова, сегодня проблема хранения и транспортировки водорода не столько технологическая, сколько экономическая. И – управленческая, добавлю я.

Топливные элементы (ТЭ) – один из наиболее эффективных и безопасных способов использования водорода. На них и делает ставку «Норникель».

## Недостающий элемент

Топливный элемент – изделие высокотехнологичное. Здесь без серьезной науки не обойтись. Вот почему первым шагом «Норникеля» и Российской академии наук стала комплексная программа «Водородная энергетика и топливные элементы». Цель



Фотография предоставлена НИК НЭП

**Батарея на твердополимерных топливных элементах**



ная работа в высокотехнологичной отрасли сегодня невозможна.

Стратегия компании, как следует из названия, немного изменилась. НИК НЭП теперь делает ставку не только на водородную энергетику в виде топливных элементов, но и на солнечную. Та и другая могут хорошо работать в связке. Вот как комментирует устремления компании В.Л.Туманов, один из активных идеологов водородных технологий, директор программы НИК НЭП: «Норильский никель» делает основную ставку на энергетику на основе топливных элементов, в частности – на водородную. Водород – это наиболее эффективный промежуточный энергоноситель. Это не всеобщая панацея, тем не менее это вид энергетики с максимальным кпд, который оказывает минимальное воздействие на окружающую среду». Но мне, кажется, понятны предпочтения «Норникеля». Производство водорода, его транспортировка по нашей гигантской стране, сеть водородных заправок, привязанных к существующим бензиновым, – за такое масштабное дело ни одна частная компания не возьмется. К тому же это зоны, в которых уже хозяйничают газовики и нефтяники. Тут не договоришься, тут только государство может отрегулировать процесс. Впрочем, топливные элементы – ключевое звено водородной энергетики.

Каждой энергетике – свое время. Водородная придет на смену углеводородной через 40–50 лет. Солнечные фотопреобразователи, ветровые, приливные, геотермальные и атомные электростанции будут давать энергию, которую можно будет преобразовывать в водород, получая его электролизом из воды, конверсией природного газа, газификацией угля и из биомассы. Этот носитель энергии станет питать огромное разнообразие топливных элементов – для транспорта всех видов, для обогрева и освещения домов, кварталов и городов, для обеспечения работы промышленных предприятий (см. диаграмму 3). Это будет чудесное время, когда мы забудем о теплосетях, которые постоянно выходят из строя и модернизация которых требует огромных денег. Города освободятся от большей части проводов, теряющих энергию. Дом, стоящий в чистом поле, куда не дотягиваются линии электропередач, сможет сам обеспечить себя светом и теплом с помощью стационарной энергетической установки. Настанет эра независимого энергосуществования. Стационарная энергоустановка будет давать не только электричество, но и воду – еще один бесценный ресурс: каждый час от установки мощностью 10 кВт получается около 5 литров чистой воды. В городах, где будет ездить транспорт на водородных топливных элементах, будет чистый воздух. Появятся и миниатюрные топливные элементы, которые позволят нам сделать ноутбуки, мобильники и прочую бытовую технику независимыми от электрической сети. Дожить бы...

«Водородная программа», ее стратегия и тактика, расписаны в НИК НЭП до 2020 года. К 2007 году суммарные инвестиции в проект «Водородная энергетика и топливные элементы» составили почти 400 млн. долларов. До 2015 года будет потрачено еще 500 млн. долларов, до 2020 года – несколько миллиардов долларов. Жизнь, конечно, подкорректирует планы. Но уже в 2009 году «Водородная программа» планирует выйти на российский



На фотографии сверху – резервная энергоустановка «НИК НЭП – 1» с твердотопливным ТЭ мощностью 1 кВт, внизу – макет водородной топливной заправки, представленный НАВЭ на выставке в Санкт-Петербурге в 2006 г.





Фото А. Киреевой



*Директор программы НИК НЭП Владимир Туманов рассказывает о водородной энергетике на научном кафе в Санкт-Петербурге, которое организовали агентство «ИнформНаука», Фонд Д.Б.Зимины «Династия» и НИК НЭП*

кий рынок с первыми изделиями. И, что очень важно, компания будет производить все эти устройства для российских потребителей, то есть для нас с вами.

## Если наука не подкачает

Однако всем этим планам не суждено сбыться, если наука подкачает. Дает ли она основания для оптимизма? Безусловно. Хотя ей предстоит решить огромное количество проблем. Нужны малоэнергоемкие технологии получения водорода, нужны надежные материалы и устройства для хранения водорода, да и все технологические решения в области альтернативной энергетики дол-

Фотографии предоставлены НИК НЭП



жны идти в ногу с водородным процессом. Одно без другого не живет.

Среди стратегических научных партнеров НИК НЭП – Физико-технический институт имени А.Ф.Иоффе (Санкт-Петербург). Работы по водородной энергетике здесь возглавляет директор института А.Г.Забродский. Исследования по заказу компании выполняют в двух крупных лабораториях. Одной из них, лабораторией полупроводниковой квантовой электроники, руководит доктор физико-математических наук С.А.Гуревич. На уникальной установке, где каждая деталь выточена из нержавеющей стали по чертежам самих физиков, изучают и изготавливают сердце топливного элемента – катализатор.

Напомню, что в водородный топливный элемент поступают водород и воздух, содержащий кислород. Их разделяет тонкая мембрана, покрытая катализатором. Задача этого катализатора – сделать водород и кислород активными. Тогда они будут взаимодействовать, образуя лишь воду, а энергию этого взаимодействия можно преобразовать в электрическую, что и происходит в ТЭ. Это весьма поверхностное описание сути топливного элемента (см. «Химию и жизнь», 2003, № 4; 2004, № 1). Однако принцип ясен. И ясно также, что многое зависит от катализатора, от того, насколько он эффективен и живуч. А катализатор этот – мельчайшие частицы платины.

Эти частицы в лаборатории Гуревича получают, обрабатывая кусочек обычной платины лазерным лучом. И выяснилась удивительная вещь: при такой обработке образуются частицы платины строго определенного размера, диаметром всего два нанометра, состоящие примерно из трех сотен атомов металла (как тут не вспомнить уже навязшие в зубах нанотехнологии...). Эти частицы не кристаллические, а аморфные, то есть в них нарушено правильное, как в обычном металле, расположение атомов. Оказалось, что каталитическая активность таких кластеров чрезвычайно высока – в десять раз выше той, которую американцы планируют достичь лишь к 2010 году. Остается только эти частицы аккуратно и надежно закрепить на мембране. В лаборатории С.А.Гуревича это умеют. А значит, совсем близок тот день, когда эти исследования воплотятся в миниатюрные топливные элементы для, например, мобильных телефонов, которые можно будет купить в магазине. По расчетам физиков, их ТЭ мощностью 2 Вт и размером с аккумулятор мобильного телефона будут в пять раз эффективнее тех, которые используются сейчас.

«Водородная энергетика – это комплекс технологий, который позволяет нам манипулировать энергией», – считает С.А.Гуревич. И этот комплекс может и даже должен включать также и полупроводниковые солнечные элементы, преобразующие энергию света в электричество. В.Д.Румянцев, доктор физико-математических наук, считает, что для получения водорода из воды надо

*Стационарная когенерационная энергоустановка с твердополимерными ТЭ "Полимер-5" мощностью 5,2 кВт*



*Солнечная энергоустановка на крыше одного из корпусов Физико-технического института им. А.Ф.Иоффе*

использовать энергию Солнца. А для этого водородную энергетику нужно «скрестить» с солнечной. В лаборатории фотоэлектрических преобразователей, в которой работает В.Д.Румянцев, занимаются разработкой солнечных батарей на основе полупроводниковых наноструктур. (И тут без нано не обошлось...) Высокоэффективные фотопреобразователи для таких батарей выращивают в специальном реакторе. Нам показали эту чудо-машину, занимающую полкомнаты. Сотрудники с нее пылинки сдувают. Еще бы, эта установка стоит почти два миллиона долларов. Ее купил для лаборатории «Норникель». Здесь методом молекулярной эпитаксии делают бутерброд из тончайших пленок полупроводников разного состава — слой за слоем напыляют нужные компоненты. Получаются фотоэлементы на основе гетероструктур с хорошим кпд.

Однако их преобразующую способность можно еще увеличить, если сфокусировать падающий на них рассеянный свет. Это делается с помощью линз Френеля. Сегодня их штампуют из пластика, поэтому они дешевые, и вы наверняка видели их, например — в проекторах. В лаборатории Румянцева линзы совместили с фотоэлементами и получили фотопреобразователи с кпд 40%. Ученые уверены, что в ближайшем будущем «высота» с кпд 50% будет взята. На крыше корпуса, где расположена лаборатория, стоит действующая установка, умеющая поворачиваться за солнцем. Она совсем небольшая и

какая-то домашняя — кажется, и сам можешь такую собрать. В панелях сложены в ряды десятки солнечных элементов, прикрытых линзами Френеля. Эти ряды маленьких прозрачных кубиков, переливающихся на солнце, выглядят куда более дружелюбно и празднично, чем даже самая маленькая ТЭЦ. Решение хорошее, ведь бесплатным солнечным светом мы пока что не обделены. Бери эту энергию и делай с ней что хочешь. По замыслу разработчиков, такие фотоэлементы можно будет использовать для получения водорода электролизом воды, то есть энергию Солнца закачивать в водород — носитель энергии, которым можно будет воспользоваться при необходимости.

Это лишь два примера успешных научных исследований, выполняемых по заказу НИК НЭП. Но не единственных. Водородная программа реализуется по контрактам с более чем 50 лабораториями, институтами и научными центрами. Своим вниманием НИК НЭП охватывает все ключевые компоненты водородных устройств — и катализаторы, и мембраны, и электролизеры, и прочее железо. Работа кипит в разных уголках страны, но в строгом соответствии с календарным планом.

Итак, если наша наука не подкачает, то в скором времени на российском рынке появятся:

- миниатюрные топливные элементы мощностью от одного до нескольких десятков ватт для мобильных устройств, ноутбуков и плееров, работающие не только на водороде, но и на биоэтаноле;

- автономные стационарные энергетические установки размером с холодильник мощностью 5–10 киловатт





для обеспечения электроэнергией и теплом домов, что называется, в чистом поле (кстати, 650 подобных установок уже продано в мире американской компанией Plug Power – зарубежного партнера российского НИК НЭП);

- энергетические установки для аварийного и бесперебойного питания, которые позарез нужны службам МЧС, больницам, полевым госпиталям на случай веерных отключений электричества. Наконец, распределительные энергетические системы мощностью от 200 кВт до 2 МВт;

- накопители энергии – гибридные установки, использующие энергию Солнца, ветра и пр. для получения водорода;

- топливные элементы для автомобилей, которые вместе с водородным баллоном превращают машину в водородный электромобиль.

Как видите, ничего лишнего!

## Напоследок

Успех «Водородной программы», начатой «Норильским никелем» и РАН четыре года назад и сегодня реализуемой НИК НЭП, для меня очевиден. Но движение вперед могло быть еще более быстрым, если бы водородной энергетикой столь же заинтересованно занялось государство. Вообще, мировая практика сотрудничества бизнеса и государства в области высоких технологий такова. Государство берет на себя финансирование самой рискованной части проекта – фундаментальных исследований и разработок на лабораторном этапе. С этого все начинается, но здесь же может и ничего не получиться. Как правило, на этом этапе расходуется 20–30% всей сметной стоимости проекта. А остальные 70–80% вкладывает бизнес, подхватывая тепленькую разработку из лаборатории.

Б.Н.Кузык написал в соавторстве с доктором экономических наук Ю.В.Яковцом хорошую книгу «Россия: стратегия перехода к водородной энергетике». В ней дан основательный экономический анализ энергетической отрасли в мире и в России, подробно рассказано, как происходит становление водородной энергетике за рубежом, как уже сейчас формируется рынок топливных элементов и что происходит в России. Но пожалуй, главное в этой книге – это детальнейшим образом расписанная Национальная научно-инновационная программа «Водородная энергетика», в которой государство и бизнес работают рука об руку. Здесь есть все: цели и задачи, бюджет, механизмы реализации, международное сотрудничество и региональный аспект. Есть поэтапное планирование, оценка эффективности и социально-экономических последствий реализации программы. Просто бери готовую программу, утверждай на заседании правительства – и вперед! И деньги от государства требуются не такие уж и большие. По оценкам авторов книги, «всего на реализацию трех этапов программы с 2006

по 2050 год понадобится 17,6 миллиардов долларов (на 45 лет!), причем на федеральный бюджет ложится лишь малая часть расходов – 2,7 млрд. долларов. Для сравнения: по программе развития атомной энергетики намечено выделить из бюджета за тот же период около 25 млрд. долларов, а программа «ГОЭЛРО-2», представленная РАО ЕЭС, рассчитана на 170 млрд. долларов инвестиций». США, Япония, ЕС – все приняли и активно развивают водородные программы. Почему у нас государство тянет с принятием решения – непонятно. Возможно, все упирается в отсутствие закона об интеллектуальной собственности?

Пока партнерство бизнеса с государством на ниве водородной энергетики в России только начинает складываться, и государственные, по сути, задачи приходится решать частной компании – НИК НЭП. За этим стоят не только интересы компании получать в будущем доходы (пока что это только убытки). За этим стоит еще и глубокая убежденность, что другого пути у нас нет. «Направление развития России может быть только одно – в русле высоких технологий, в сторону интеллектуального бизнеса, – считает Б.Н.Кузык. – Перераспределять ренту внутри страны – занятие нехитрое, это задача на сегодня. Наша цель – вывести Россию на перераспределение интеллектуальной ренты в мире».

Ну вот, скажет читатель, всучили нам заказную оплаченную статью про частную компанию. Отвечаю: статью никто не заказывал и не оплачивал. Вообще, мы стараемся писать о том, что интересно нам, создателям журнала. Тогда есть шанс, что это будет интересно и вам, уважаемые читатели. «Норильский никель» и НИК НЭП – первые, кто начал осваивать «Энергию 2.0» в России. Завтра к ним присоединятся другие компании, подключится государство. Работы хватит на всех, и мы обязательно будем рассказывать об этом. А заказных статей мы не публикуем вовсе. Такова наша политика. Рекламные материалы печатаются в разделе «Реклама» и «Информация». Это я говорю вам как главный редактор.

### Что можно прочитать про водородную энергетику

**Кузык Б.Н., Яковец Ю.В.** Россия: стратегия перехода к водородной энергетике. М.: Институт экономических стратегий, 2007. В свободном доступе книга есть на [www.kuzyk.ru](http://www.kuzyk.ru)

**Российский химический журнал.** Том L (2006), № 6. Проблемы водородной энергетики. Журнал доступен по адресу <http://www.chem.msu.su/rus/jvho/2006-6/welcome.html>

## РАДАР СОГРЕЕТ

*Ученые из США придумали устройство, которое позволяет собирать рассеянное тепло.*

Пресс-секретарь  
Lee Siegel,  
leesiegel@  
ucomm.utah.edu

## ПОРА ЛЕТАТЬ НА ВОДОРОДЕ

*Ученые из ЕС получили грант в 2,9 млн. евро на разработку водородного самолета.*

Virginia Mercouri,  
CORDIS,  
press@cordis.europa.eu

## ИЗОБРЕТЕНИЕ УМНОГО КОЛЕСА

*Британские инженеры начинили колесо электромогиля микропроцессорами и заставили его думать.*

Пресс-секретарь Lisa  
Egan,  
lisa.egan@port.ac.uk

## МАТЕРИАЛ ЗАТЯГИВАЕТ РАНЫ

*Американские ученые создали материал, который способен залечивать возникающие на его поверхности трещины.*

Nancy Sottos,  
n-sottos@uiuc.edu

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

**В**округ нас много рассеянного тепла. А в некоторых местах его очень много. Например, там, где расположены огромные военные радары или работают мощные энергетические установки. Собрав это тепло и преобразовав его в электроэнергию, можно было бы сэкономить немало топлива. Как это сделать, придумал профессор Орест Симко из Университета штата Юта (США). В основе конструкции лежит термоакустическое преобразование: поступающее в цилиндр-резонатор тепло превращается в звуковую волну. В определенный момент ее параметры становятся такими, что резонатор поглощает чуть ли не 80% падающей энергии. Затем волна действует на пьезокристалл, и тот вырабатывает электричество. Одно из серьезных достоинств устройства — отсутствие движущихся частей.

Свою работу профессор Симко начал в 2005 году, предполагая разработать миниатюрный охладитель для электроники. Теперь на этот проект ему выделили 2 млн. долларов, причем заинтересованность проявило Министерство обороны, которому нужно снижать выбросы тепла от радаров. Скорее всего, эта технология вскоре будет востребована, поскольку подобные генераторы могут питать электричеством микроэлектромеханические устройства.

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

**«Т**опливные элементы уже достаточно хорошо разработаны, и пора найти им новое применение. Мы считаем, что это — легкий самолет для местных авиалиний», — утверждает руководитель проекта профессор Ромео Джулио из Туринского университета (Италия).

Чтобы сделать самолет на топливных элементах, нужно полностью переделать всю его двигательную часть: вместо обычного двигателя поставить электрический, который и станет вращать моторы полностью электрического самолета.

Основные преимущества такого вида транспорта — отсутствие вредного выхлопа и низкий уровень шума. Последнее особенно важно для местных европейских авиалиний: малошумный самолет сможет взлетать и садиться вблизи любых населенных пунктов и днем, и ночью. Ныне так делать нельзя, поскольку в странах ЕС действуют жесткие нормативы на уровень шума, особенно в ночное время.

Правда, полет на самолете, на борту которого расположен бак с водородом — удовольствие не для слабонервных, ведь этот газ просачивается даже сквозь металл и взрывается, достигнув концентрации гремучей смеси. Поэтому, как рассказывают участники полета на отечественном водородном самолете, в голове постоянно присутствует мысль: сработают ли датчики, которые должны фиксировать утечку водорода из бака?

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

**«С**овременная электроника позволяет отказаться от старых концепций электромогиля. Если оснастить его небольшим бензиновым двигателем, который станет питать электрогенератор, такой автомобиль проедет на одном галлоне бензина 80–100 миль. Это в два раза больше, чем обычный автомобиль с двигателем внутреннего сгорания», — считает Крис Ньюман из компании «PML Flightlink», которая совместно с Портсмутским университетом получила финансирование на разработку умного колеса для электромогиля. Недавно они создали гибридный электромогиль, который может ездить со скоростью 240 км/ч. Именно на эту машину предполагается устанавливать умные колеса.

«Обычно, когда колеса попадают на разбитую дорогу, подвеска начинает трястись, а на крутом повороте приходится сбавлять скорость. Вмонтированные в колеса микропроцессоры получают сигналы от электронных систем контроля за сцеплением с дорогой и управления подвеской, так что колесо само решает все эти проблемы, — говорит доктор Дэвид Браун из Портсмутского университета. — В принципе, вполне возможно сделать следующее поколение автомобилей автоматическим, однако кто откажет себе в удовольствии подержаться за баранку? Поэтому при всей автоматизации водителю все-таки надо предоставить полную свободу».



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

**«Т**очно так же, как из ссадины на коже выступает кровь, которая быстро сворачивается и закрывает рану тромбом, из трещины в разработанном нами материале вытекает быстрозатвердевающая жидкость. Она и залечит повреждение», — говорит профессор Нэнси Соттос из Иллинойского университета.

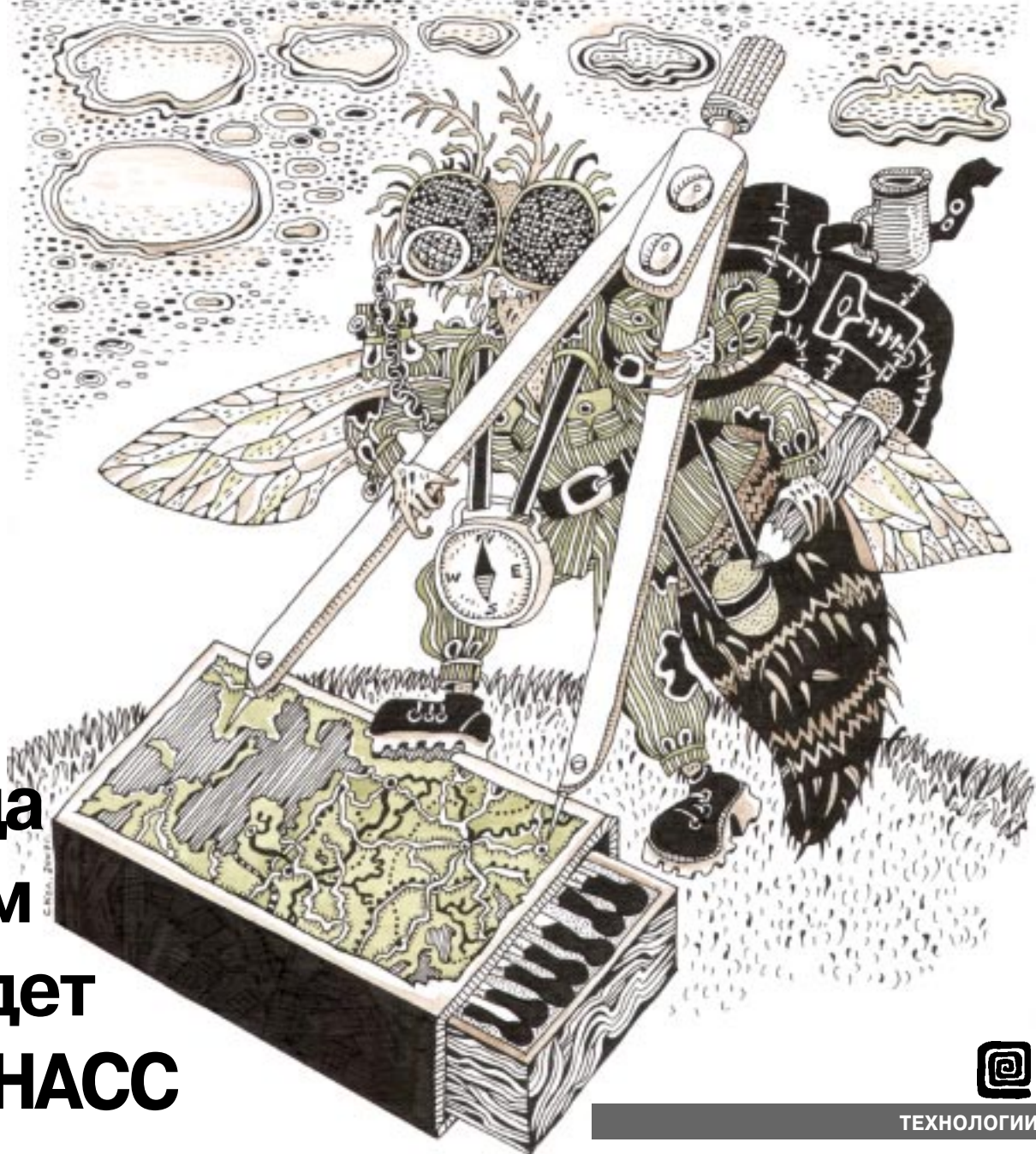
Другие самозалечивающиеся материалы делают из композита, в который вмонтированы микрокапсулы с жидкостью и катализатором. При повреждении микрокапсулы разрушаются, и жидкость оттуда вытекает, образуя твердую заплатку. Увы, она вытекает один раз, и повторно повреждение в этом же месте залечить нельзя. Ученые из Иллинойского университета создали материал, в котором жидкость свободно циркулирует и залечивает один и тот же участок много раз.

Технология изготовления такого материала следующая. Сначала делают трехмерный шаблон будущих микроканалов для жидкости. Специальный робот подобно струйному принтеру формирует трехмерную структуру из густых полимерных чернил. Затем этот шаблон заливают эпоксидной смолой. После ее затвердевания готовую деталь нагревают, чернила плавятся и вытекают, освобождая микроканалы. Последний этап — на поверхность наносят слой хрупкой эпоксидки.

Во время испытаний деталь били до тех пор, пока в покрытии не возникала трещина. Как только она достигает какого-нибудь микроканала, оттуда начинала поступать залечивающая жидкость. Взаимодействуя с катализатором, распределенным по телу детали, она быстро твердела. Если трещина снова открывалась, лечение возобновлялось.



# Когда к нам придет ГЛОНАСС



ТЕХНОЛОГИИ

Действительный академический советник  
Академии инженерных наук РФ  
**Ю.И. Зайцев**

Для того чтобы определить свое место на поверхности Земли, человек издавна смотрел на звезды. Теперь он смотрит на спутники глобальной системы навигации, точнее, принимает сигнал от этих спутников. Чтобы определять все три координаты плюс высоту над уровнем моря, причем делать это в любой точке земного шара, навигационная система должна состоять не менее чем из 24 спутников. 18 спутников позволяют покрывать лишь часть глобуса, например давать круглосуточную навигацию по территории России. Самая совершенная (и, по сути, единственная) на сегодня глобальная система навигации — американская GPS — дает возможность любому путешественнику узнать свои координаты с точностью до метра. Однако скоро ее монопольное положение может быть нарушено...

## Приемник для координат

Космические аппараты навигационной спутниковой системы движутся по орбитам с периодом обращения 12 часов и каждую миллисекунду передают на Землю сообщения о своем статусе, текущей дате, времени, а также точное время отправления всей совокупности сообщений. Приемник пользователя на основе этой информации, используя триангуляцию, то есть разбивку окружающего пространства на смежно расположенные треугольники, вычисляет точное местоположение космического аппарата. По сути, приемник сравнивает время, переданное спутником, со временем, когда эта информация была получена. Разница говорит о том, как далеко находится спутник. Измерив расстояние еще до нескольких спутников, приемник вычисляет свое местоположение в земных координатах и отображает его на электронной карте.

Для определения широты и долготы необходимо принять сигналы по крайней мере от трех спутников. Имея в поле зрения четыре космических аппарата, приемник может вычислить еще и высоту над уровнем моря. Как только положение будет определено, система сможет

давать и другую информацию: скорость, курс, расстояние от исходного пункта до места назначения, время восхода и захода Солнца, а также некоторые другие параметры.

## GPS

Американская глобальная система позиционирования GPS (Global Positioning System), известная также под названием NAVSTAR (Navigation Satellite Time and Ranging — навигационный спутник измерения времени и координат), появилась в феврале 1978 года. Именно тогда первые ее четыре спутника были запущены на орбиту. Хотя систему создавали для Министерства обороны США, с самого начала планировали ее широкое применение в гражданской сфере. По мысли американских военных, привлечение «цивильных» пользователей должно было сделать систему самокупаемой.

Конечно, приоритет был и остается за военными, и навигационные приемники разрабатывали прежде всего в интересах вооруженных сил США. К концу прошлого века Пентагон приобрел несколько сотен тысяч приемников, почти половина из которых были карманными. Но уже с 1980-х годов началась свободная продажа серийных GPS-приемников для гражданских пользователей. Сегодня свыше сотни частных компаний разрабатывают и делают такие приемники, число типов которых превышает две сотни. Рынок пользователей американской системы стремительно расширяется и захватывает все новые и новые страны. Параллельно GPS-технологии проникают в геофизику, сейсмологию, системы контроля за стабильностью инженерных сооружений, фундаментальную геодезию и прикладные геодезические исследования. Свободный доступ к точной навигационной информации совершенно изменил составление земельных кадастров, разработку геоинформационных систем и сказался на некоторых других сферах человеческой деятельности.

Емкость мирового рынка GPS-технологий и услуг сейчас составляет более 15 млрд. дол. в год. В ближайшие пять лет ожидается его увеличение до 25 млрд. дол., в первую очередь за счет гражданских индивидуальных и корпоративных пользователей. При этом контролировать систему, как и раньше, будут военные. Пока что эта политика себя полностью оправдывает. Например, по данным Министерства торговли США, 5% GPS-приемников используется для решения прикладных задач в авиации, 2% — на морском транспорте, 2% — в вооруженных силах. Остальные задействованы для контроля за движением наземного транспорта, перемещением грузов, в производстве, геодезии и в быту — вплоть до слежения за перемещениями детей и домашних животных. Ежегодно Минобороны США, под эгидой которого функционирует GPS, вносит в государственную казну миллиарды долларов.

## Принцип «трех Р» и его последствия

При коммерческом использовании GPS американцы руководствуются принципом «трех Р»: Preservation — сохранение качества услуг, предоставляемых гражданским пользователям за пределами театра военных действий; Protection — защита военной навигации в боевых действиях; Prevention — предотвращение использования GPS вероятным военным противником. «Предотвращение» в данном случае подразумевает возможность выборочного отклонения или искажения спутниковых сигналов на определенных территориях. С этим последним «Р» довелось столкнуться российским авиаторам в Чечне. Вертолетчики, например, заметили, что при выполнении боевых заданий

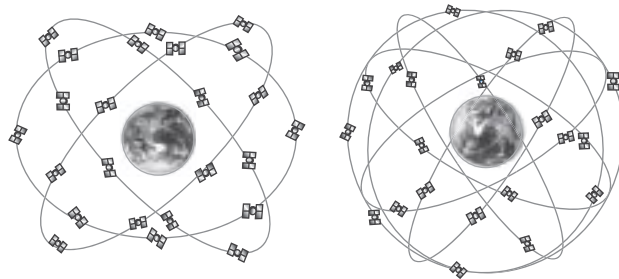
над Терским хребтом навигационные приемники «вдруг» переставали ловить сигналы американских спутников и выключались. И еще одно наблюдение: как только боевые действия против бандформирований становились активнее, тут же возрастала погрешность, выдаваемая «джипиз». «Ошибки» в определении координат порой доходили до 800 м и более, при заявляемой американцами точности в считанные метры. А надо сказать, что точность, даваемая навигационной системой, играет определяющую роль при спутниковом наведении высокоточного оружия.

Впрочем, как оказалось, данные, передаваемые спутниками, может искажать не только владелец навигационной системы. Статистика гласит: в операции «Буря в пустыне» (1991) GPS использовали для наведения 9% высокоточных бомб и ракет, в войне против Югославии (1999) — уже 75% и в очередной, против Ирака (2003), — 90%. Тем не менее американские военные не раз разводили руками, пытаясь понять, почему летали мимо цели их «томагавки». Причина, оказывается, простая: навигационные сигналы можно «глушить» и умное оружие со спутниковым наведением слепнет.

В 1997 году на Международном авиационно-космическом салоне (МАКС-97) в городе Жуковском специалисты отечественного предприятия «Авиаконверсия» продемонстрировали портативные передатчики помех для подавления приемников GPS (jammers). Излучаемые ими сигналы поступают на вход навигационных приемников вместе с сигналами от спутников. В результате приемники прекращают определять текущее местоположение объекта и выдают потребителю последние координаты перед началом помех. Российская разработка вызвала сенсацию в мире и ужас среди военных пользователей. Стало очевидным, что ни одна спутниковая навигационная система не уживется на «чужих» территориях, а технология jammers — наиболее эффективное и экономичное средство противодействия.

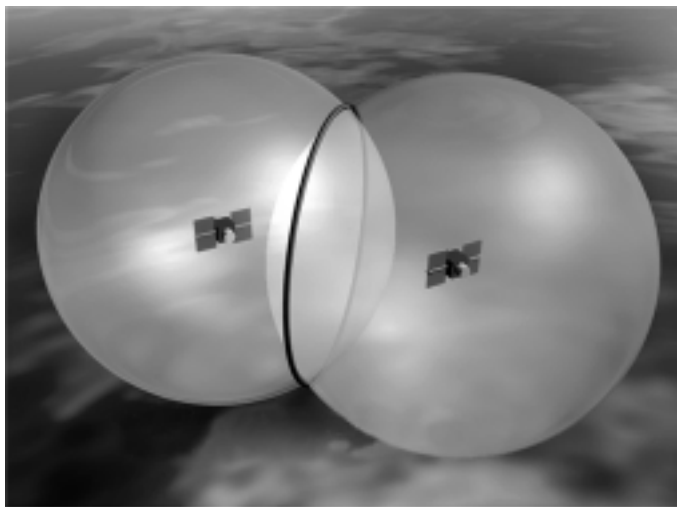
Поэтому перед каждой технически развитой страной встала задача: создать собственную систему навигации, чтобы ни от кого не зависеть в столь важном деле, как управление современным оружием. Сегодня помимо США работы по навигационным космическим системам ведут ученые Китая, Индии, Японии. Европейские страны также активно разрабатывают систему «Galileo» — они не хотят полагаться на нечто управляемое из-за океана. Принятая европейцами конфигурация группировки должна покрыть всю территорию планеты и решать навигационные задачи для любых подвижных объектов с точностью до одного метра.

В декабре 2005 года с космодрома Байконур ракета-носитель «Союз-ФГ» вывела первый из двух спутников, предназначенных для испытаний технологий, которые разработаны для европейской системы. Следующий пуск из-за финансовых проблем состоится только в 2009 году, хотя планировалось, что орбитальная группировка будет полностью развернута к 2008 году. Для специалистов с



*В отечественной системе ГЛОНАСС 24 спутника будут распределены по трем орбитам (слева), а в американской GPS — по шести (справа)*





*Алгоритм расчета координат при спутниковой навигации работает примерно так. Если построить вокруг спутника сферу, радиус которой равен расстоянию между ним и приемником, то приемник окажется на этой сфере. Но в какой точке? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно взять второй спутник, измерить расстояние до него и построить еще одну сферу. Она пересечется с первой по окружности. Такая же сфера, построенная вокруг третьего спутника, пересечется с этой окружностью в двух точках. Одна из точек и даст координаты приемника*



## ТЕХНОЛОГИИ

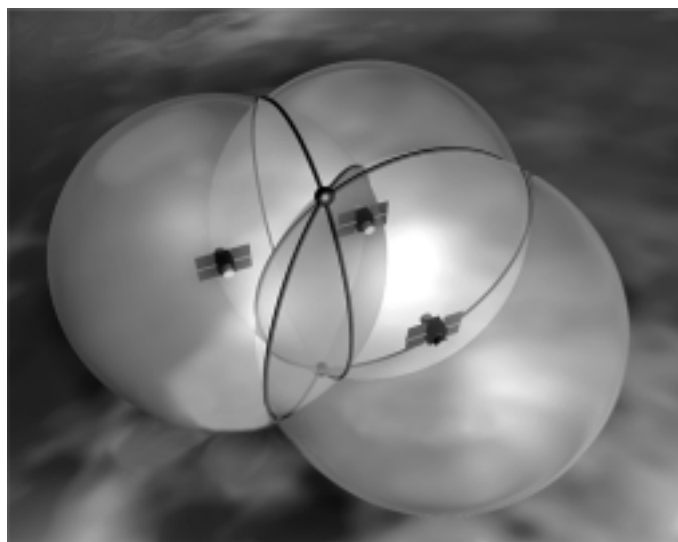
на экваторе спутники проходили через зону видимости в среднем через 1,5 часа. Наконец, из-за того, что в сеансе порой использовался лишь один космический аппарат, для построения схемы триангуляции приходилось ждать, пока он отойдет на значительное расстояние. В итоге измерения могли продолжаться 16 минут.

## Мучительное рождение ГЛОНАСС

ГЛОНАСС изначально проектировали свободной от всех недостатков систем-предшественников. Главным требованием для нее стало обеспечение потребителю возможности определения трех пространственных координат (широты, долготы и высоты), вектора скорости и точного времени. Для этого орбитальная группировка должна насчитывать не менее 18 космических аппаратов. В дальнейшем их число решили увеличить до 24, что позволяло бы выбирать из числа видимых спутников четверки, обеспечивающие наивысшую точность.

Летные испытания ГЛОНАСС начались в октябре 1982 года запуском на ракете-носителе «Протон» первого аппарата «Ураган» и двух его габаритно-массовых макетов (ГММ). Работающие спутники пришлось заменять макетами потому, что не была готова электроника, а ракета, которая должна нести расчетную нагрузку, не может вывести один спутник вместо положенных трех. В последующих шести пусках на орбиту выводили по два штатных аппарата и одному ГММ, то есть треть грузоподъемности ракеты-носителя расходовалась впустую. Лишь с восьмого запуска в сентябре 1986 года на орбиту стали выводить по три штатных спутника за раз. К апрелю 1991 года система была готова для ограниченного использования (12 аппаратов в двух плоскостях), и в сентябре 1993 года ее приняли на вооружение в составе 18 спутников. В декабре 1995 года, после 27-го запуска «Протона-К» с тремя «Ураганами», систему наконец развернули в штатной конфигурации из 24 космических аппаратов. И почти сразу она стала потихоньку «сыпаться»: старые спутники, отработав свой гарантийный ресурс, выходили из строя, а на запуск новых не было средств. К декабрю 1998 года последние три спутника перешагнули трехлетний гарантийный срок, и вся орбитальная группировка ГЛОНАСС оказалась загарантированной. Для поддержания ее работы в декабре 1998 года, октябре 2000 года и декабре 2001-го на орбиту вывели еще девять аппаратов. В результате в конце 2001 года в ГЛОНАСС вместо штатных 24 спутников работало всего шесть. Система оказалась столь недееспособной, что к ней не стали привязывать первые мобильные ракетные комплексы «тополь».

В общей сложности с октября 1982 года и до середины 2007 года было запущено 90 космических аппаратов семейства «Ураган». Из них шесть оказались на нерасчетных орбитах и по назначению не работали. Кроме того, в первых семи пусках на ракетах-носителях устанавливалось по одному габаритно-массовому макету. В состав орбитальной группировки входят также два пассивных



самого начала этот срок выглядел достаточно сомнительным. По западным оценкам, стоимость европейской системы составит примерно 4 млрд. евро. По данным из других источников, на ее разработку и развертывание потребуется 10 млрд. — сумма весьма существенная даже для объединенной Европы. Важно отметить, что в отличие от американской GPS и российской ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система) «Galileo» будет решать исключительно гражданские задачи.

## «Циклон», предок ГЛОНАСС

ГЛОНАСС представляет собой второе поколение спутниковых навигационных систем, созданных в СССР и РФ. Систему первого поколения — навигационно-связную «Циклон-Б» на базе спутников «Парус» — Советская армия приняла на вооружение в 1976 году. Ее использовали только в интересах Министерства обороны. Спустя два года в эксплуатацию была сдана радионавигационная система «Цикада» в составе четырех аппаратов, предназначенная главным образом для навигации морских судов. Погрешность определения координат у этих систем была 80—100 метров, что мало соответствовало запросам потенциальных потребителей, нуждавшихся в высокоточной привязке своего положения.

Другим недостатком первых отечественных навигационных систем было отсутствие глобальности. Например,

аппарата «Эталон», которые предназначены для уточнения моделей орбитального движения спутников системы. На них нет аппаратуры, которую можно использовать для навигации.

## Закон против ГЛОНАСС

По оценкам, сделанным в 1997 году, на развертывание ГЛОНАСС было потрачено почти 2,5 млрд. дол., при этом ее практически так и не использовали. С самого начала систему создавали исключительно для военных целей. И только по мере изучения опыта работы GPS в США встал вопрос о гражданском применении российской системы. К сожалению, его решение свелось не к развертыванию массового производства приемной навигационной аппаратуры, а к бесконечным совещаниям в правительстве и слушаниям в Думе о «национальном достоянии России — Глобальной навигационной системе». Даже после объявления ГЛОНАСС системой двойного назначения мало что изменилось. По-прежнему разработкой наземной навигационной и геодезической аппаратуры занимался лишь ограниченный круг предприятий военно-промышленного комплекса. Они не смогли обеспечить серийный выпуск надежной и конкурентоспособной наземной аппаратуры не только для гражданских, но и для военных пользователей. Совершенно недостаточной была и поддержка научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по развитию ГЛОНАСС-технологий со стороны «хозяев» системы — Министерства обороны и Росавиакосмоса. В результате российский рынок стали заполнять наземные приемники конкурирующей американской GPS.

Значительный урон нанесло ГЛОНАСС и действовавшее в России законодательство, согласно которому разработка, приобретение и использование наземной аппаратуры ГЛОНАСС и GPS без специального разрешения были запрещены, а рядовой гражданин получить такое разрешение не мог: данные о координатах наземных объектов на территории РФ точнее 30 м считались секретными. Все это лишило ГЛОНАСС поддержки со стороны гражданских потребителей. Бремя финансирования системы целиком легло на военное ведомство, которое при резком сокращении бюджета не смогло поддерживать в необходимом составе орбитальную группировку.

## ГЛОНАСС сегодня и завтра

Возможно, ГЛОНАСС совсем умерла бы, но Россия договорилась с США о совместном использовании национальных навигационных систем. Дополняя одна другую, они могут вместе давать более точную навигационную информацию, чем каждая по отдельности. Да и Европейский союз, планируя создание «Galileo», для повышения точности измерений намерен использовать данные от американских и российских спутников. Видимо, эти международные программы и не дали российскому правительственному и космическому руководству совсем забыть об отечественной навигационной системе: развитию, а по существу, ее воссозданию, в 2001 году был придан статус национальной программы. Она предусматривала разработку и испытания космических аппаратов нового поколения со сроком службы 7 лет («Ураган-М») и затем 10–12 лет («Ураган-К»), а также модернизацию наземного комплекса управления системой.

В 2003 году был изготовлен и запущен первый модернизированный «Ураган-М». Эксплуатация этих аппаратов рассчитана на период 2003–2015 годов. Всего предполагается запустить 16 спутников. Гражданским пользователям они обеспечат значительное улучшение точности определения координат, поскольку транслируемые ими

сигналы с кодом стандартной точности передаются помимо основного частотного диапазона и на так называемой второй навигационной частоте. Аналогичный шаг предприняли и США на своем модернизированном спутнике GPS. Причем первый такой американский аппарат стартовал на два года позже «Урагана-М».

В 2009–2010 годах планируется начать запуски спутников «Ураган-К», которые разрабатывают на базе новой негерметичной платформы «Экспресс—1000». У этих аппаратов будет еще один (третий) гражданский канал. В составе его сигнала станет передаваться информация о целостности навигационной системы и дифференциальные коррекции к эфемеридам и часам, что обеспечит точность глобальной навигации лучше 1 м (региональной — лучше 5 см) в реальном времени для мобильных потребителей.

В качестве дополнительной полезной нагрузки на «Ураган-К» предполагается устанавливать аппаратуру системы поиска и спасения КОСПАС/SARSAT.

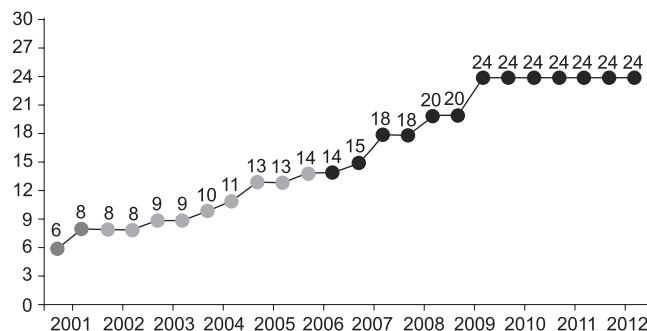
Вес «Урагана-К» примерно в два раза меньше, чем у «Урагана-М». Значит, запускать его удастся не тяжелым и дорогим «Протоном», а новой ракетой-носителем среднего класса «Союз-2», причем сразу по два спутника в одном пуске, в том числе и с российского космодрома в Плесецке. Всего предполагается вывести на орбиту до 27 таких аппаратов, которые станут работать примерно до 2025 года.

## Задачи на сегодня

Надо заметить, что до этого ни одна космическая программа России не удостоивалась такого внимания руководства страны. Даже участие в создании Международной космической станции и полеты к ней российских пилотируемых кораблей входят лишь составной частью в Федеральную космическую программу.

Объем финансирования ФЦП «Глобальная навигационная спутниковая система» на 2002–2011 годы был запланирован в сумме 23 млрд. руб., в том числе 12 млрд. руб. (51,8%) из госбюджета, а остальные — из привлеченных внебюджетных средств. В июле 2006 года Роскосмос и Министерство обороны представили правительству проект изменений в программе на период 2007–2011 годов. Стоимость программы в целом утроилась и составила 70 с лишним млрд. руб. На 2007 год было запрошено и получено почти 10 млрд. руб. — в два с лишним раза больше, чем в 2006 году. Ожидаемое внебюджетное финансирование в этом году должно составить 1,9 млрд. руб.

Самое важное сейчас — восстановить орбитальную группировку, но если решать эту задачу в отрыве от массового производства аппаратуры потребителей, то огромные затраты на создание и запуск новых космических



Число работоспособных спутников системы ГЛОНАСС на околоземных орбитах



аппаратов, как и ранее, оставались бы бессмысленными. Поэтому были сняты все ограничения на разработку, изготовление, приобретение и использование на территории России наземной приемной навигационной аппаратуры пользователя. Привлечение гражданских индивидуальных и корпоративных пользователей навигационных услуг ГЛОНАСС, причем не только в России, но и из других стран, дает возможность значительно расширить клиентскую базу, а значит, и увеличить источники финансирования российской системы. При этом ГЛОНАСС должна стать доступной не только для субъектов экономики, но и прежде всего для рядовых граждан. То есть пойти по тому же пути, что GPS.

В 2005 году и особенно в 2006-м появилось много решений, связанных с ускорением работы по ГЛОНАСС. Президент РФ В.В.Путин потребовал, чтобы орбитальная группировка из 18 космических аппаратов, обеспечивающих непрерывное оказание навигационных услуг на территории России, была создана до начала 2008 года. К 2009 году (вместо 2011-го, как планировалось ранее) орбитальная группировка должна достичь численности 24 аппарата, с тем чтобы обеспечить постоянную навигацию по всему земному шару. Модернизация наземного комплекса управления должна закончиться в 2011 году. В этом случае по точности и надежности ГЛОНАСС выйдет на уровень GPS и будет соответствовать заявленным характеристикам европейской «Galileo». Президент поручил обеспечить массовое производство навигационной аппаратуры для конечных пользователей и развитие массового рынка навигационных услуг.

В ноябре 2006 года на совещании у В.В.Путина первый вице-премьер С.Б.Иванов заявил, что с 1 января 2007 года Генштаб снимает все ограничения на точность определения координат, «чтобы вся система ГЛОНАСС начала работать на развитие экономики и транспорта». Иванов также сообщил: «На сегодняшний день на орбите находятся 14 космических аппаратов. Таким образом, осталось запустить к концу 2007-го — четыре и к 2009 году — 10 аппаратов».

К сожалению, это не совсем верно. Самый старый из действовавших в системе на конец 2006 года аппаратов (с трехлетним сроком активного существования) отработал к тому времени уже два полных срока своего ресурса, а самый молодой — год. К концу 2008 года все старые аппараты будут иметь полное право перестать работать. Поэтому до конца 2009 года необходимо запустить не 10, а 17 спутников, которые присоединятся к четырем работающим в системе (их четыре, считая три выведенных на орбиту в декабре 2006 года) модернизированным аппаратам «Ураган-М». Запуск шести спутников запланирован на 2007 год. Остальные — в последующие два года, что представляется достаточно трудноосуществимым. Кроме того, запустить аппараты в космос — только часть задачи: их нужно еще и включить в работу, а на это уходит много времени («рекорд» — восемь месяцев). Но даже если ГЛОНАСС укомплектуют 24 спутниками, можно ли будет использовать ее в глобальном масштабе?

В GPS, как и в ГЛОНАСС, 24 штатных спутника, но есть еще и пять резервных. В перспективе в американской системе число рабочих аппаратов планируется довести до 48 плюс несколько резервных. В российской резервных аппаратов не предусмотрено. При этом часть спутников регулярно выводится на плановое и внеплановое обслуживание. Фактически с 1995 года, когда ГЛОНАСС была впервые развернута до штатной численности, она ни одного дня не функционировала в полном составе, а значит, ни о какой глобальности речи быть не может.

Другая проблема: при численности в 24 аппарата для наземного наблюдателя один из спутников будет нахо-

диться над самым горизонтом и может быть недоступен для навигации. При 18 спутниках ГЛОНАСС обеспечит работу только экипажей кораблей в открытом море и самолетов в небе. Для большинства других пользователей ожидание может составить до двух часов и более.

Как следствие, рынок навигационного сервиса в России сегодня практически полностью принадлежит американской GPS, и вряд ли ситуация изменится в ближайшие 5—10 лет. По заявлению министра транспорта И.Е.Левитина, только около 1200 летательных аппаратов российских авиакомпаний из 5000 оснащены навигационной аппаратурой. При этом 92% ее замкнуты на GPS и лишь 8% — на ГЛОНАСС.

Конечно, государство может ввести ограничения на ввоз и продажу устройств с поддержкой GPS. С таким предложением выступило, в частности, Министерство промышленности. Однако зарубежные изготовители и поставщики всегда найдут способ обойти эти запреты. Да и регулировать рынок при помощи ограничений было бы ошибкой.

Развитие отечественной навигационной системы сегодня курирует первый вице-премьер С.Б.Иванов. Ею же занимаются Космические войска и Роскосмос. При этом, как справедливо заметил В.В.Путин, никто конкретно не отвечает за конечные результаты и, в частности, за наземный сегмент системы, а выпуск пользовательской аппаратуры в необходимом количестве так и не налажен. Как поясняет командующий Космическими войсками России генерал-полковник В.А.Поповкин, к концу 2009 года может быть развернута только орбитальная составляющая системы, но не ее наземный сегмент и не производство пользовательских терминалов.

Ситуация очень напоминает историю системы поиска и спасения КОСПАС/SARSAT. Эта система была создана по инициативе и при активном участии Советского Союза. Ее космический сегмент развернули в полном составе еще в 1995 году, а вот оснащение потребителей аппаратурой пустили на самотек. В настоящее время в мире используется приблизительно 700 тысяч аварийных радиобуев. В России же счет количества воздушных судов, оснащенных ими, идет на десятки и лишь в последние годы — на сотни. Как и раньше, где-то в тайге или тундре падает самолет, и его не могут найти месяцами.

Необходимо смириться с мыслью, что ГЛОНАСС может быть полностью введена в эксплуатацию не ранее 2010—2011 годов, а разговоры о 18 спутниках вообще следует прекратить: в России сегодня такая «усеченная» группировка почти никому не нужна. Правильнее было бы не форсировать события, а сначала развернуть наземную составляющую системы, усовершенствовать «борт» и уже после этого наращивать орбитальную группировку аппаратами с увеличенным ресурсом работы.

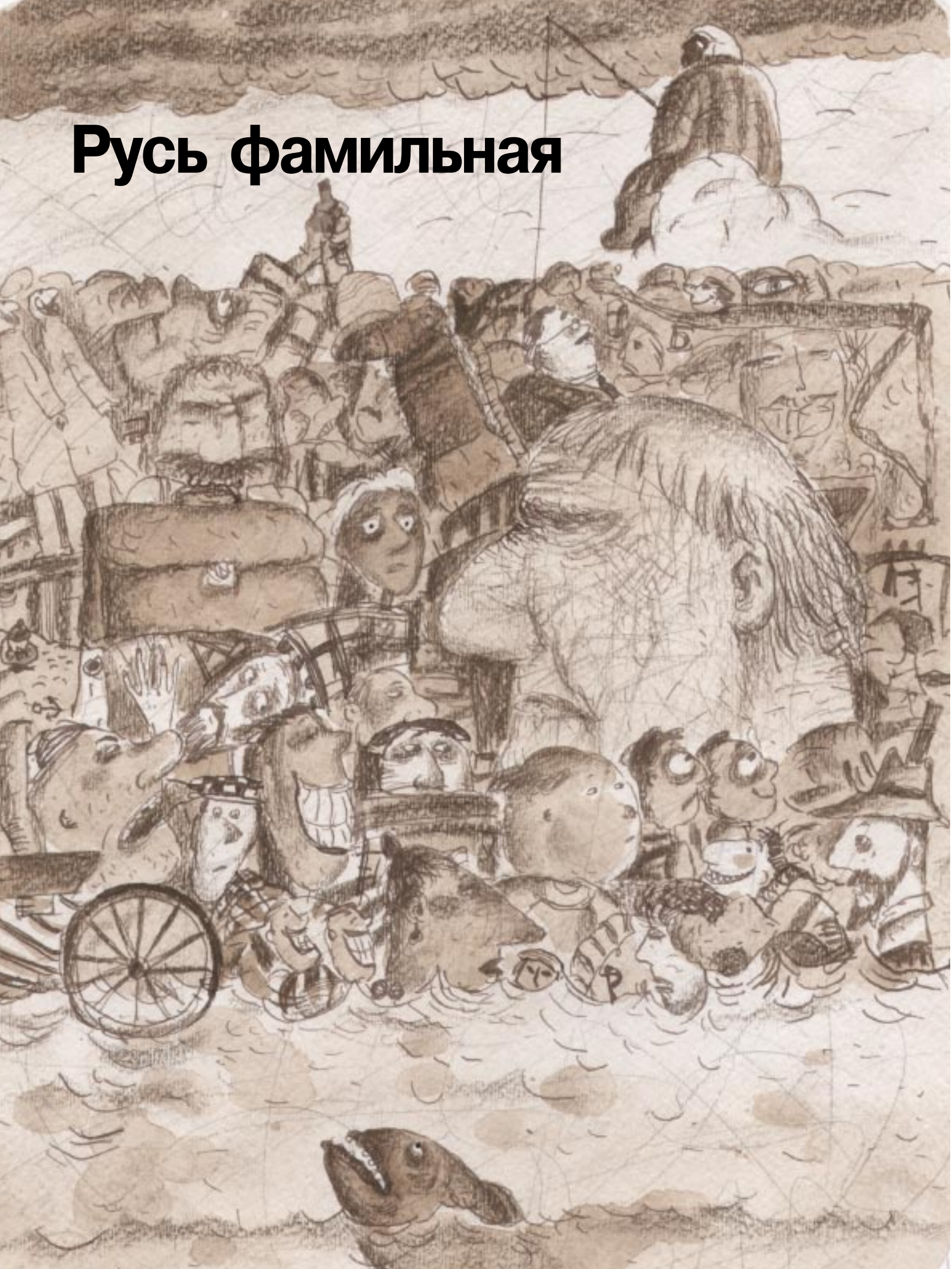


## ТЕХНОЛОГИИ





# Русь фамильная







Любители истории часто сетуют, что у нас осталось мало письменных свидетельств о давно минувших днях. Но помимо летописей есть и другие исторические источники. Один из них — генетика. Гены сохраняются тысячелетиями и хранят информацию о тех, кто нам их передал. Люди не сидят на месте, и вместе с ними переселяются гены. Изменчивость генофонда в пространстве изучает геногеография. Ее основатель Александр Сергеевич Серебровский настаивал на том, что геногеография — наука историческая, а не биологическая. Исследуя современное состояние генофонда, можно многое узнать о возникновении народов и центрах их происхождения. Прошлое генофонда важнее всего, ибо оно определяет и настоящее, и будущее.

Чтобы исследовать генофонд, надо получить образцы ДНК. Ее выделяют из крови, которую приходится брать у множества людей, живущих на обширной территории, затем из всех образцов ДНК выделяют и анализируют последовательности определенных генов. Когда экспериментальных данных наберется достаточно, они подлежат статистической обработке. Чем больше объем выполненной работы, тем более точную картину она дает и тем больше времени занимает. А кроме времени, молекулярно-генетическое исследование генофонда требует дорогостоящего оборудования и множества реактивов, тоже недешевых.

К счастью, есть маркеры, которые позволяют осуществить более масштабное исследование при гораздо меньших затратах. Это фамилии. Если считать, что фамилия наследуется от отца к сыну и далее в поколениях (что, как правило, совершенно справедливо), и если знать частоты фамилий в популяциях (а собрать такие сведения вполне реально), то эти частоты можно рассматривать как частоты аллелей одного гена и применить к фамилиям все обычные методы популяционной генетики.

Методику использования фамилий в качестве аналога генетических маркеров предложили Дж.Ф.Кроу и А.П.Мэндж еще в 1965 году. С тех пор фамилии для изучения генофонда широко применяли и зарубежные, и отечественные генетики — Ю.Г.Рычков, А.А.Ревазов, Е.К.Гинтер, их последователи и ученики. Оказалось, что у разных народов генетическое и «фамильное» разнообразие очень близко друг к другу, поэтому фамилии — маркер вполне адекватный.

В настоящее время сбором и геногеографическим анализом русских фамилий активно занимаются в лаборатории популяционной генетики человека ГУ Медико-генетического научного центра РАМН. В первую очередь нас интересует история формирования русского генофонда, и поэтому мы исследовали распространение десятков тысяч русских фамилий. Хотя эта уникальная работа еще не завершена — учитывая огромную площадь ареала, нужны многие годы для кропотливого сбора данных, — некоторые итоги можно подвести и сейчас. И в этой статье рассказано лишь о небольшом кусочке огромной работы.

## Каждой фамилии — свое место

Работая с ДНК, ученый не может исследовать генотип каждого гражданина и вынужден ограничиться некоторой выборкой — сравнительно небольшой группой граждан, а потом мучиться сомнениями, отражает ли она истинное положение дел. Что касается фамилий, то они уже заботливо собраны чиновниками в списки, и это значительно облегчает работу: от выборок можно отказаться и исследовать всю популяцию поголовно. Но с чего-то нужно начать. С чего же?

Поскольку нас интересует прошлое русского генофонда, исследовать надо фамилии коренных жителей «исконного» русского ареала, то есть территории, на которой происходило формирование русского народа: Центральной России и Русского Севера. В этом ареале мы наметили восемь областей, сгруппированных в пять регионов: Северный (Архангельская область), Восточный (Костромская область), Центральный (Кашинский район Тверской области), Западный (Смоленская область) и Южный (Белгородская, Курская и Воронежская области). В каждой области выбрали несколько сельских районов и исследовали фамилии всех их совершеннолетних жителей. Выбранные районы расположены в среднем в 1000 км друг от друга и как сеть покрывают всю территорию. Мы учли фамилии почти миллиона сельских жителей и обнаружили 67 тысяч разных фамилий. Таким количеством аллелей не обладает ни один ген. Но нужно ли анализировать все фамилии? Это зависит от того, все ли они «коренные».

В наше беспокойное время мигрантов можно встретить даже в селах и маленьких городах, а их фамилии, попав в анализ, исказят историческую картину. Поэтому для исследования генофонда коренного населения надо удалить из полученно-



Восемь областей, в которых паспортные фамилии изучались с точки зрения генетики

го списка все фамилии, занесенные в «исконный» ареал мигрантами. Но списки фамилий, с которыми работают генетики, не содержат никакой другой информации, кроме самой фамилии и того места, где она сейчас находится. Поэтому, чтобы исключить «залетные» фамилии, мы выбрали только те из них, которые носят по крайней мере четыре человека в изучаемом районе, например двое родителей и двое их взрослых детей, то есть фамилии, которые уже исторически не случайны и с высокой вероятностью сохраняются в грядущих поколениях. После такого отбора количество фамилий сократилось до 14 428, то есть от исходного списка фамилий осталась примерно четверть, зато эти фамилии носит большая часть переписанного населения (примерно 700 тысяч чело-

| Восточный регион                    |        | Центральный регион                  |         | Западный регион                     |         | Северный регион                     |          | Южный регион                        |           |
|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|-------------------------------------|----------|-------------------------------------|-----------|
| Частые фамилии                      | Балл   | Частые фамилии                      | Балл    | Частые фамилии                      | Балл    | Частые фамилии                      | Балл     | Частые фамилии                      | Балл      |
| Смирнов                             | 1      | Смирнов                             | 1       | Иванов                              | 2       | Попов                               | 5        | Попов                               | 5         |
| Лебедев                             | 6      | Иванов                              | 2       | Новиков                             | 8       | Хромцов                             | 22       | Гончаров                            | 66        |
| Кузнецов                            | 3      | Соколов                             | 4       | Козлов                              | 7       | Булыгин                             | 35       | Шевченко                            | 140       |
| Соколов                             | 4      | Кузнецов                            | 3       | Васильев                            | 13      | Богданов                            | 19       | Ковалев                             | 32        |
| Виноградов                          | 18     | Лебедев                             | 6       | Петров                              | 12      | Кузнецов                            | 3        | Иванов                              | 2         |
| Иванов                              | 2      | Козлов                              | 7       | Смирнов                             | 1       | Поташев                             | 79       | Новиков                             | 8         |
| Попов                               | 5      | Волков                              | 11      | Федоров                             | 28      | Рябов                               | 57       | Колесников                          | 115       |
| Румянцев                            | 20     | Морозов                             | 9       | Соловьев                            | 10      | Дорофеев                            | 69       | Бондаренко                          | 212       |
| Соловьев                            | 10     | Куликов                             | 37      | Павлов                              | 15      | Ильин                               | 26       | Ткаченко                            | 195       |
| Голубев                             | 16     | Голубев                             | 16      | Михайлов                            | 30      | Сауков                              | 90       | Кузнецов                            | 3         |
| Скрябин                             | 82     | Петров                              | 12      | Ковалев                             | 32      | Лазарев                             | 58       | Шаповалов                           | 208       |
| Чистяков                            | 39     | Соловьев                            | 10      | Зайцев                              | 14      | Кузьмин                             | 31       | Черкашин                            | 260       |
| Тихомиров                           | 51     | Белов                               | 27      | Семенов                             | 17      | Новиков                             | 8        | Литвинов                            | 251       |
| Морозов                             | 9      | Зайцев                              | 14      | Волков                              | 11      | Черноусов                           | 94       | Бондарев                            | 176       |
| Кудрявцев                           | 29     | Воробьев                            | 21      | Романов                             | 45      | Бобрецов                            | 106      | Кравченко                           | 234       |
| Веселов                             | 76     | Баранов                             | 42      | Григорьев                           | 70      | Семенов                             | 17       | Захаров                             | 53        |
| Зайцев                              | 14     | Гусев                               | 34      | Кузнецов                            | 3       | Порохин                             | 110      | Морозов                             | 9         |
| Козлов                              | 7      | Киселев                             | 40      | Андреев                             | 38      | Пономарев                           | 52       | Медведев                            | 59        |
| Беляев                              | 24     | Новиков                             | 8       | Степанов                            | 55      | Тарасов                             | 25       | Головин                             | 244       |
| Герасимов                           | 49     | Румянцев                            | 20      | Николаев                            | 67      | Морозов                             | 9        | Черных                              | 346       |
| $I_p$ / $I_{p_{10}}$ / $I_{p_{20}}$ | 6/9/23 | $I_p$ / $I_{p_{10}}$ / $I_{p_{20}}$ | 3/10/16 | $I_p$ / $I_{p_{10}}$ / $I_{p_{20}}$ | 8/13/24 | $I_p$ / $I_{p_{10}}$ / $I_{p_{20}}$ | 17/40/46 | $I_p$ / $I_{p_{10}}$ / $I_{p_{20}}$ | 49/78/131 |

Примечания: Балл — порядковый номер фамилии в общем списке русских фамилий.

Обозначения:  $I_p$  — индекс места:  $I_{p_5}$  — по пяти самым частым фамилиям;  $I_{p_{10}}$  — по 10 фамилиям;  $I_{p_{20}}$  — по 20 фамилиям.

По нашим данным, Брежнев занимает в списке коренных фамилий 3767-е место. Путины очень редки — на 14 250-м месте. Ельцины в этом списке вообще не значатся. Хрущевы (4248-е место) чуть-чуть обогнали Черненко (4749-е место) и практически в два раза превышают Андроповых (8939-е место). Ну, а Горбачевы оказались лидерами политической гонки фамилий — они заняли 158-е место в списке общерусских фамилий.

век из миллиона). Именно эти коренные фамилии заменяют генетические маркеры в наших популяционных исследованиях. Они и ведут себя подобно аллелям гена.

Во-первых, фамилии заметно различаются по частоте. Так, примерно один из ста жителей основного русского ареала — Кузнецов, каждый семьдесят пятый — Иванов, а Смирнов — почти каждый пятидесятый. Другие же фамилии столь редки, что во всем русском ареале удалось найти лишь считанных носителей. Во-вторых, фамилии неравномерно распределены по территории ареала: где густо, а где и совсем ничего. Ученые составили общий список всех фамилий, расположенных в порядке убывания частот. Такие же списки составили для каждого из пяти регионов. Региональные списки отличаются друг от друга и набором фамилий, и порядком их расположения.

Когда каждая фамилия обрела свое место в списках, общерусском и хотя бы одном региональном, а также на географической карте, стало можно приступать собственно к изучению фамильной географии и сравнению регионов (не зря же их выделяли). Для наглядности (и «обозримости») сна-

чала можно рассмотреть не все фамилии, а только самые частые в общем списке и их «индекс места» ( $I_p$  — Index place). Что это такое?

Каждая фамилия в общем списке имеет порядковый номер, или балл: самой частой фамилии присвоен номер 1, десятой — 10, сотой — 100 и так далее. В региональных списках фамилии расположены не в том порядке, как в общем списке, но сохраняют тот же балл. Тот же балл фамилии имеют и в региональных списках. Сумма баллов самых частых фамилий региона, деленная на число суммированных фамилий, и есть «индекс места». Чем ближе индекс места к общерусскому, тем ближе регион к общему порядку русских фамилий, тем менее он своеобразен. Для каждого региона рассмотрели три варианта индекса:  $I_{p_5}$ ,  $I_{p_{10}}$  и  $I_{p_{20}}$  — по пяти, десяти и двадцати самым частым фамилиям.

Например, у нас есть список фамилий Западного региона, расположенных по убыванию частоты. Насколько он близок общерусскому? Пять самых частых «западных» фамилий — Иванов, Новиков, Козлов, Васильев, Петров. А в общерусском списке Иванов занимает второе место, прочие фамилии соответственно восьмое, седьмое, тринадцатое и двенадцатое. Чтобы рассчитать индекс места по пяти фамилиям, усредним эти величины:  $(2+8+7+13+12):5=8,4$ . Для общерусского списка  $I_{p_5}$  равен трем:  $(1+2+3+4+5):5$ . А теперь по индексу места Западный регион можно легко сравнить и с любыми другими регионами, и с «исконным» русским ареалом. Читатель может сделать это самостоятельно, воспользовавшись приведенной таблицей.

По индексу места три региона средней полосы (Восточный, Западный и Центральный) близки к спектру общерусских фамилий, а Северный и Южный значительно от него отличаются. Это значит, что, двигаясь с запада на восток, мы наблюдаем гораздо меньшие генетические различия, чем двигаясь с севера на юг (или с юга на север). Стало быть, «исконный» русский ареал у нас полосатенький, и в нем мож-

| Классы фамилий   | Средняя позиция в «топ-50» общих фамилий | Доля фамилий данного класса в «топ-50» общих фамилий |
|------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| «Приметные»      | 17-е место                               | 10%                                                  |
| Профессиональные | 21-е место                               | 8%                                                   |
| «Зверинные»      | 22-е место                               | 32%                                                  |
| Иные             | 29-е место                               | 6%                                                   |
| Календарные      | 31-е место                               | 44%                                                  |

Из этой таблицы следует, что класс календарных фамилий — самый обширный, но календарные фамилии не самые частые. Лидируют в списке приметные и профессиональные фамилии: Смирнов, Кузнецов, Попов...



но выделить южную зону, среднерусскую и Русский Север. В средней полосе преобладают те же фамилии, что и в «общерусском» списке, а на Юге и на Севере — местные, причем в обоих «своеобразных» регионах на первое место вышла почему-то одна и та же фамилия — Поповы.

Интересно, что портрет генофонда других народов Восточной Европы оказался совершенно иным — там изменчивость больше по оси «запад — восток». А русский генофонд, занимающий огромную часть Восточной Европы, обнаружил свое собственное строение, связанное, очевидно, с его историей. И в трех горизонтальных полосах российского государственного флага сокрыт, оказывается, глубокий генетический смысл.

По всем трем вариантам индекса исследователи получили сходные результаты, а это означает, что речь идет о закономерности, мало зависящей от размера выборки, поэтому анализ всего 20 самых частых фамилий позволяет черне классифицировать генофонды, не дожидаясь завершения сложных видов анализа по полным фамильным спискам регионов. К сожалению, полного анализа избежать нельзя: не изучив все фамилии, не определишь, какие из них коренные и какие частые. Но главное, никогда не известно заранее, каким количеством фамилий можно ограничиться, не исказив картину. Поэтому, чтобы оценить истинные «взаимоотношения» регионов, приходится анализировать весь фамильный фонд.

Говоря о регионах, нельзя обойти вопрос их сходства по спектру фамилий. Существуют ли такие фамилии, которые встречаются во всех региональных списках? Оказалось, что да. С учетом дополнительно обследованного Сибирского региона таких фамилий набралось 250, и их список мы с удовольствием приводим.

Можно было ожидать, что общерусские фамилии в силу своей общности окажутся равномерно распределенными по всему ареалу, но этого не случилось. Каждая из них, как и все прочие фамилии, имеет свою географическую зону распространения, причем непредсказуемую. Вот, например, Иванов — можно сказать, лицо русского этноса (русские Иваны). В церковном календаре имя Иоанн встречается 79 раз, его частота среди других календарных мужских имен составляет около 15%. Для столь распространенной и, надо полагать, полифилетичной фамилии (то есть многократно возникавшей по всему ареалу от самого распространенного имени) естественно было ожидать повсеместного распространения. Тем не менее на некоторых территориях Ивановы практически отсутствуют. Их ареал расположен на западе и северо-западе, откуда тянется почти сплошным «горным массивом» до северо-востока. На севере и на юге, за исключением отдельных «островков», Ивановы очень редки.

Самая частая русская фамилия — Смирнов. Для нее четко выделяются три широтные зоны: северная, среднерусская и южная. Основная масса Смирновых обосновалась в средней полосе. На Русском Севере Смирновы встречаются хотя и повсюду, но редко. На юге Смирновых нет.

Ареалы Козловых и Волковых удивительным образом совпадают, образуя «коридор», который ведет от смоленских

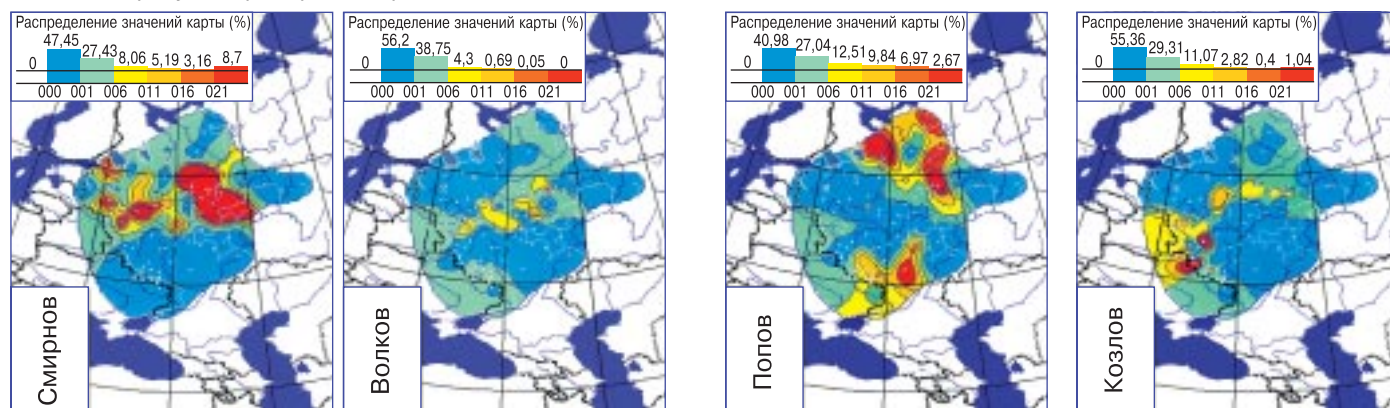
земель через Волго-Окское междуречье в земли тверские и костромские, а затем, расширяясь, но ослабевая по частоте, уходит на север, к Вологде и Архангельску. Причем, как и положено в пищевой цепи, почти везде Козловых больше, чем Волковых. Котовы гуляют сами по себе и встречаются разбросанными «островками» в море популяций, в которых Котовых нет. Есть и фамилии, равномерно распределенные по всему русскому ареалу, Кузнецовы например, но их везде очень мало.

Кстати, по частотам «общерусских» фамилий регионы заняли иные места в генетическом пространстве, чем по итогам «горячей двадцатки»: центральное положение досталось Южному региону. Видимо, на юг стремились переселенцы со всей Руси, и потому частоты общих фамилий в этом регионе близки к средним. Возможно, анализ общерусских фамилий поможет выявить наиболее интенсивные потоки миграций, которые оставили след во всех частях русского ареала. Но это лишь рабочая гипотеза, требующая специальной проверки.

В этих исследованиях и во многих других, для описания которых просто нет места, фамилии играют роль удобного эквивалента генетических маркеров. Но фамилии — не гены, у них есть собственная история и, в отличие от генов, национальная принадлежность. И если позволить фамилиям говорить, они расскажут много нового и интересного о русском генофонде и его структуре.

## Каждому месту — свои фамилии

Попробуем оценить происхождение 50 самых частых фамилий в каждом региональном списке. Для этого их придется классифицировать. Вообще-то подобной классификацией должен заниматься специалист в области науки об именах — ономастики. Но мы не нашли лингвистов, пожелавших участвовать в такой работе, и сами разнесли фамилии по классам. Их пять: *календарные* (то есть фамилии, произведенные от имени из святцев — православного календаря), *«звериные»*, к которым отнесли все фамилии, имеющие связь с животным на Земле — не только зверями, но и птицами, и рыбами, и насекомыми, и растениями, и даже их частями (например, Листьев, Цветков), *профессиональные*, *«приметные»*, которые отмечают особенности внешнего или социального обли-



Для неспециалиста все эти фамилии — самые обычные. Однако у каждой из них своя география и, следовательно, своя история



Полный список «общих» фамилий, встречающихся во всех пяти основных регионах исторического ареала русского народа (расположены по убыванию средней русской частоты)

|                |               |                 |                 |                   |                   |
|----------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| 1. Смирнов     | 43. Сергеев   | 85. Суханов     | 127. Горшков    | 169. Прохоров     | 211. Бирюков      |
| 2. Иванов      | 44. Романов   | 86. Миронов     | 128. Чернов     | 170. Нестеров     | 212. Шарапов      |
| 3. Кузнецов    | 45. Захаров   | 87. Ширяев      | 129. Овчинников | 171. Харитонов    | 213. Никонов      |
| 4. Попов       | 46. Борисов   | 88. Александров | 130. Селезнев   | 172. Агафонов     | 214. Шукин        |
| 5. Соколов     | 47. Королев   | 89. Коновалов   | 131. Панфилов   | 173. Муравьев     | 215. Дьячков      |
| 6. Лебедев     | 48. Герасимов | 90. Шестаков    | 132. Копылов    | 174. Ларионов     | 216. Одинцов      |
| 7. Козлов      | 49. Пономарев | 91. Казаков     | 133. Михеев     | 175. Федосеев     | 217. Сазонов      |
| 8. Новиков     | 50. Григорьев | 92. Ефимов      | 134. Галкин     | 176. Зимин        | 218. Якушев       |
| 9. Морозов     | 51. Лазарев   | 93. Денисов     | 135. Назаров    | 177. Пахомов      | 219. Красильников |
| 10. Петров     | 52. Медведев  | 94. Громов      | 136. Лобанов    | 178. Шубин        | 220. Гордеев      |
| 11. Волков     | 53. Ершов     | 95. Фомин       | 137. Лукин      | 179. Игнатов      | 221. Самойлов     |
| 12. Соловьев   | 54. Никитин   | 96. Давыдов     | 138. Беляков    | 180. Филатов      | 222. Князев       |
| 13. Васильев   | 55. Соболев   | 97. Мельников   | 139. Потапов    | 181. Крюков       | 223. Беспалов     |
| 14. Зайцев     | 56. Рябов     | 98. Щербаков    | 140. Некрасов   | 182. Рогов        | 224. Уваров       |
| 15. Павлов     | 57. Пляков    | 99. Блинов      | 141. Хохлов     | 183. Кулаков      | 225. Шашков       |
| 16. Семенов    | 58. Цветков   | 100. Колесников | 142. Жданов     | 184. Терентьев    | 226. Бобылев      |
| 17. Голубев    | 59. Данилов   | 101. Карпов     | 143. Наумов     | 185. Молчанов     | 227. Доронин      |
| 18. Виноградов | 60. Жуков     | 102. Афанасьев  | 144. Шилов      | 186. Владимиров   | 228. Белозеров    |
| 19. Богданов   | 61. Фролов    | 103. Власов     | 145. Воронцов   | 187. Артемьев     | 229. Рожков       |
| 20. Воробьев   | 62. Журавлев  | 104. Маслов     | 146. Ермаков    | 188. Гурьев       | 230. Самсонов     |
| 21. Федоров    | 63. Николаев  | 105. Исаков     | 147. Дроздов    | 189. Зиновьев     | 231. Мясников     |
| 22. Михайлов   | 64. Крылов    | 106. Тихонов    | 148. Игнатьев   | 190. Гришин       | 232. Лихачев      |
| 23. Беляев     | 65. Максимов  | 107. Аксенов    | 149. Савин      | 191. Кононов      | 233. Буров        |
| 24. Тарасов    | 66. Сидоров   | 108. Гаврилов   | 150. Логинов    | 192. Деметьев     | 234. Сысоев       |
| 25. Белов      | 67. Осипов    | 109. Родионов   | 151. Сифонов    | 193. Ситников     | 235. Фомичев      |
| 26. Комаров    | 68. Белоусов  | 110. Котов      | 152. Капустин   | 194. Симонов      | 236. Русаков      |
| 27. Орлов      | 69. Федотов   | 111. Горбунов   | 153. Кириллов   | 195. Мишин        | 237. Стрелков     |
| 28. Киселев    | 70. Дорофеев  | 112. Кудряшов   | 154. Моисеев    | 196. Фадеев       | 238. Гушин        |
| 29. Макаров    | 71. Егоров    | 113. Быков      | 155. Елисеев    | 197. Комиссаров   | 239. Тетерин      |
| 30. Андреев    | 72. Матвеев   | 114. Зуев       | 156. Кочелев    | 198. Мамонтов     | 240. Колобов      |
| 31. Ковалев    | 73. Бобров    | 115. Третьяков  | 157. Костин     | 199. Носов        | 241. Субботин     |
| 32. Ильин      | 74. Дмитриев  | 116. Савельев   | 158. Горбачев   | 200. Гуляев       | 242. Фокин        |
| 33. Гусев      | 75. Калинин   | 117. Панов      | 159. Орехов     | 201. Шаров        | 243. Блохин       |
| 34. Титов      | 76. Анисимов  | 118. Рыбаков    | 160. Ефремов    | 202. Устинов      | 244. Селиверстов  |
| 35. Кузьмин    | 77. Петухов   | 119. Суворов    | 161. Исаев      | 203. Вишняков     | 245. Пестов       |
| 36. Кудрявцев  | 78. Антонов   | 120. Абрамов    | 162. Евдокимов  | 204. Евсеев       | 246. Кондратьев   |
| 37. Баранов    | 79. Тимофеев  | 121. Воронов    | 163. Калашников | 205. Лаврентьев   | 247. Силин        |
| 38. Куликов    | 80. Никифоров | 122. Мухин      | 164. Кабанов    | 206. Брагин       | 248. Меркушев     |
| 39. Алексеев   | 81. Веселов   | 123. Архипов    | 165. Носков     | 207. Константинов | 249. Лыткин       |
| 40. Степанов   | 82. Филиппов  | 124. Трофимов   | 166. Юдин       | 208. Корнилов     | 250. Туров        |
| 41. Яковлев    | 83. Марков    | 125. Мартынов   | 167. Кулагин    | 209. Авдеев       |                   |
| 42. Сорокин    | 84. Большаков | 126. Емельянов  | 168. Лапин      | 210. Зыков        |                   |

ка человека, и «иные» фамилии, не отнесенные ни к одному из перечисленных классов. Глядя на 50 самых частых региональных фамилий с точки зрения этой классификации, мы неожиданно обнаружили, насколько индивидуален каждый регион.

Отличительная черта Южного региона — огромное число профессиональных фамилий: 34%. Они охватывают широчайший круг профессий — это и ткачи, и кузнецы, и гончары, и бондари, и портные, и шапошники (Шаповалов), и пекари (Калашников), и колесных дел мастера. Причем один и тот же род деятельности представлен несколькими частыми фамилиями. Бондари — Бондарев и Бондаренко. Ткачи — Ткачев и Ткаченко. Кузнецы — Кузнецов, Ковалев и Коваленко. Портные — Кравцов и Кравченко, Шевцов и Шевченко. Очень мало в Южном регионе «звериных» фамилий, но Медведевых почему-то в три раза больше, чем на Севере: расхожее мнение, что где больше водится каких зверей, там и больше производных от них фамилий, не подтверждается. Возможно, впрочем, что в то время, когда формировался фонд «звериных» фамилий, медведей на юге было полным-полно... «Приметных» фамилий тоже мало (14%), но они очень выразительно говорят о наличии миграции и, возможно, об облике пришельцев: Новиков, Литвинов («литвинами» русские называли и белорусов, которые до воссоединения с Россией жили в составе Литовского, а затем Польско-Литовского государства), Черкашин («черкаши» — население Правобережной Украины и казаки Поднепровья), Черных, Лысенко, Голо-

вин (большоголовый, умный). Кстати, только на юге встречаются фамилии, производные от названий других регионов, — Смоленский (120 чел.), Курский (64 чел.), Костромичский (46 чел.) и Архангельский (23 чел.).

Главное отличие Севера — обилие «иных», в том числе диалектных, фамилий: 34%! Среди них две очень северные — Мерзлый и Морозов (обычно Морозом называли ребенка, родившегося в морозный день). Но основная часть — это диалектные фамилии: Лешуков (так называли детей для «оберега» от леших), Порохин (связывается с зимней порошей), Ошуков (диалектное производное от православного имени Осип), Сауков (диалектное от православного имени Савва), Галашев (диалектное имя от Галактион), Фофанов (диалектное имя от Феофан, но также и прозвищное имя, «простофиля»), Чурсанов (Чур — славянское языческое божество домашнего очага), а также Третьяков и Шестаков (третий и шестой ребенок в семье), Булыгин, Кувалдин, Когин, Дверин и Карманов.

Обилие «звериных» фамилий — отличительная черта Центрального региона. Таких фамилий — половина. Помимо общерусских, в этом списке есть и особые фамилии, рисующие специфический облик Центрального региона: Бобров, Воронин, Жуков, Журавлев, Калинин, Корольков, Крылов, Скворцов, Соболев, Цветков.

В Восточном регионе прежде всего бросается в глаза необычайно высокая частота Смирновых — 5,9%! Эта частота в 2–7 раз выше, чем частоты лидеров в других регионах. Осо-



бость Смирновых ждет своих исследователей. Тем более что Тихомировы распространены в Восточном регионе тоже с высокой частотой (0,8%). Но главная особенность Восточного региона — это необычайно высокая частота «приметных» фамилий — 36%. И фамилии какие славные: Смирнов и Тихомиров, Беляев и Белов, Серов и Рыжов, Сизов и Румянцев, Шорохов (со следами оспинок) и Крутиков, Большаков и Громов (сильный голос, такие фамилии часто носили певчие), Чистяков и Скрябин (то есть «чистюля», от «скрывать»), Кудрявцев и Кудряшов, Разумов и Веселов... Все вместе они рисуют очень радостный портрет Восточного региона. А вспомним «приметные» фамилии Русского Юга: Новиков, Литвинов, Черных, Головин, Лысенко. А на Севере — Хромцов, Рябов, Черноусов, Лешуков, Суханов... Все же удивительно, насколько различаются региональные портреты!

Западный регион, пожалуй, самый типичный. Его «портрет» очень беден неповторимыми фамилиями. Но одно характерное отличие у этого региона все же есть — преобладание календарных фамилий. Их 60%, в два — четыре раза больше, чем в других основных регионах. Зато профессиональных фамилий на западе почти нет (4%), в «топ-50» вошли только Кузнецовы и Поповы.

## Окраины

Этнический ареал русских на протяжении столетий неуклонно расширялся, и мы включили в анализ три региона, окраинных по отношению к «исконному» русскому ареалу. Северо-Западный регион представлен населением двух исторически и географически различных районов Псковской области: Островский район издревле относился к псковским землям, в то время как территория Порховского района входила в новгородские земли и только после падения Великого Новгорода отошла во владения Пскова.

Другая окраина — Кубань. Кубанские казаки поселились вблизи южной границы исконного русского ареала в середине XIX века, на исходе Кавказской войны. Это выходцы частью из донских казаков, частью — русские переселенцы из Южной и Центральной России. Хотя казаки — по определению «профессиональная» группа служилых людей, их обычно рассматривают как своеобразную этническую группу. В список включали фамилии только потомков кубанских казаков, а недавнее пришлое русское население не учитывали.

Современное население Кемеровской области представляет иной пласт поздних миграций русских — в Сибирь. Население Кемеровской области сформировалось слиянием множества миграционных потоков, и его можно рассматривать как модель современного населения, ушедшего за пределы «исконного» русского ареала. Возможно, оно даже представляет некую модель нашего будущего. Все три региона анализировали и по индексу места, и по типам фамилий.

В Северо-Западном регионе бросается в глаза преобладание календарных фамилий — их 82%. Зато профессиональная фамилия в «топ-50» лишь одна (2%) — Кузнецовы. По трем вариантам I<sub>р</sub> Северо-Западный регион очень близок к Северному, но не к Западному, поэтому по степени своеобразия частых фамилий Северо-Запад никак нельзя отнести к региону среднерусской полосы. Это действительно «окраинный» регион.

Важнейшая черта семейного портрета кубанских казаков — их своеобразие. Оно на порядок больше, чем в основных русских регионах, и даже в несколько раз выше, чем в самом своеобразном из них Южном регионе. У кубанских казаков велика доля профессиональных фамилий (22%). В этом они схожи с Южным регионом. Но семейный фонд казаков никак нельзя рассматривать как «филиал» Южного региона. У него богатый спектр неповторимых черт и устойчивые связи с общерусским ядром фамилий.

Сибирская популяция — самая удаленная, от Москвы ее отделяют 3000 км. Но от исконного ареала она оторвана не



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

столько географически, сколько исторически. Это зона переселенческая, промежуточная, текучая, которой бесконечные потоки новых миграций не дают сформировать собственное лицо. И благодаря этой текучести семейный портрет Сибирского региона заметно напоминает среднерусскую полосу. Сибирский генофонд оказался «более общерусским», чем многие исконные территории, чья своеобразность обусловлена их историей. Анализ классов фамилий позволяет предположить, что из всех регионов средней полосы Сибирский регион более всего тяготеет к Западному, самому географически удаленному. Возможно, наиболее мощная волна миграции пришла именно с Запада, но эта гипотеза требует проверки.

Таким образом, две группы русских переселенцев являют собою две разные модели формирования частых фамилий: казаки резко своеобразны, а русские сибиряки максимально близки к общерусскому набору.

## Так что же дает исследование русских фамилий для изучения русского генофонда?

Во-первых, фамилии оказались еще одним надежным источником сведений о его структуре. «Показания» фамилий удивительно совпадают с «показаниями» генов. Они подтвердили известные различия между южными и северными русскими популяциями при меньших различиях между западными и восточными. Фамилии дали дополнительную информацию и по многим более частным вопросам, уточняя и проясняя структуру русского генофонда. Например, используя коренные фамилии, мы составили прогноз случайного инбридинга для коренного населения в 49 районах. Этот уровень и связанный с ним груз наследственных болезней неуклонно возрастают с юго-запада на восток.

Во-вторых, анализ фамилий можно использовать как разведку для планирования собственно генетических исследований: сначала изучить структуру генофонда по семейным данным, выявить основные закономерности, основные группы популяций — и уже исходя из этих данных проводить генетические исследования. Можно предложить и еще одно яркое применение фамилий: для изучения переселенческих генофондов. Например, зная частоты генов в исходных группах и располагая данными о фамилиях, можно узнать частоты генов в переселенческой группе, не изучая ее!

Конечно же польза от фамилий этим не исчерпывается. Главный результат нашей работы с фамилиями — это возможность изучать «устройство» разных генофондов, как русского, так и множества других.

*В статье использованы материалы из книги Е.В.Балановской, О.П.Балановского «Русский генофонд. Взгляд в прошлое», которая выйдет в этом году в издательстве «Луч» (Москва).*

# Как обезопасить стволовые клетки

О том, почему хорошо использовать для трансплантации собственные стволовые клетки пациента, рассказано в следующей статье: нет ни проблемы иммуносовместимости, ни опасности инфекционного заражения, ни трудноразрешимых этических вопросов. Понятно, что выделить такие клетки бывает непросто. Но даже когда клетки получены, это не означает, что все трудности позади. Во-первых, клеток, как правило, слишком мало — значит, приходится культивировать их вне организма, пока они не нарастут в достаточном количестве. Кстати, при культивировании образец должен освободиться от нестволовых клеток, которые, в отличие от стволовых, не обладают неограниченным потенциалом деления. И здесь медиков и ученых подстерегает вторая проблема: останутся ли эти клетки в культуре сами собой, не появятся ли у них новые, вредные свойства? Главные опасения, конечно, связаны с потенциальной возможностью ракового перерождения.

Клетки млекопитающих гораздо более капризны, чем бактерии. Им нужны не только полноценное «питание» и температура, как в организме, но и строго определенное содержание углекислого газа в воздухе. Вдобавок они куда более хрупки в прямом смысле слова: у них нет жесткой стенки, в отличие от тех же бактерий. И как ни стараются люди угодить клеткам, в любой момент что-то может пойти не так. Поэтому очень важно выработать методы контроля, которые помогли бы ответить на са-



мый главный вопрос: годятся ли клетки, взятые из конкретной чашки Петри или флакона, для терапии, не опасно ли пересаживать их больному? Такой метод разработали в Медико-генетическом центре РАМН под руководством Н.П.Бочкова.

У тех читателей, кто недавно учился в школе, возможно, остались в памяти трудные слова из курса общей биологии: «хромосомные aberrации» и «анеуплоидия». Хромосомными aberrациями называются мутации, затрагивающие целые участки хромосом, например потеря, удвоение или перенос участка с места на место. Анеуплоидия, или геномная

мутация, — это отклонение числа хромосом от кратного гаплоидному, то есть от классического набора  $2n$ , когда все хромосомы, положенные данному виду, присутствуют в двух экземплярах. Частные случаи анеуплоидии — трисомия (добавлена одна лишняя хромосома), двойная трисомия (добавлены две разные лишние хромосомы), тетрасомия (одна хромосома представлена четырьмя экземплярами вместо положенных двух), моносомия (не хватает одной хромосомы из двух), нуллисомия (утрачены обе копии хромосомы).

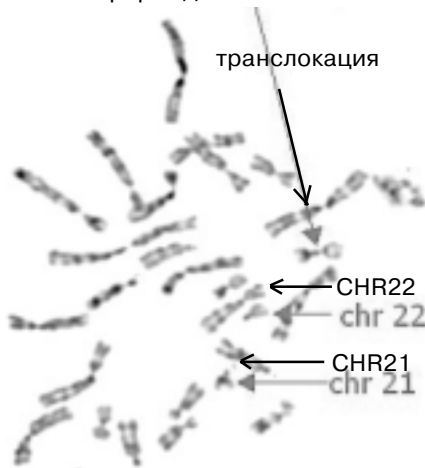
Нетрудно догадаться, что хромосомные аномалии ничего хорошего





## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

организму не приносят. Анеуплоидия в оплодотворенной яйцеклетке обычно бывает причиной смерти плода или тяжелого заболевания (например, болезнь Дауна — это трисомия по 21-й хромосоме). Но хромосомные мутации в соматических, половых клетках тоже весьма опасны, так как могут вызывать злокачественные перерождения.



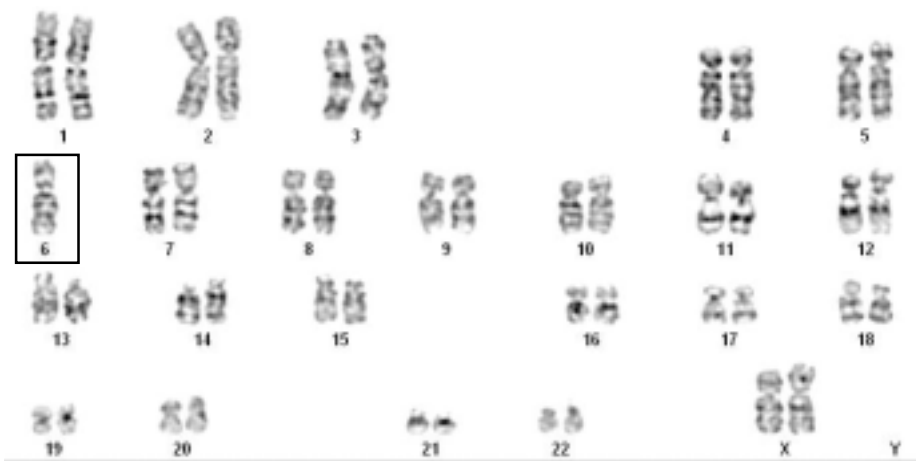
**1**  
*Метафазные хромосомы стволовой клетки из культуры на 14-м пассаже. Стрелками отмечены нормальные хромосомы 21 и 22 и робертсоновская транслокация, то есть слияние других 21-й и 22-й хромосом*

не определяя нуклеотидной последовательности ДНК. Правда, слово «просто» не совсем точно. Во-первых, клетка должна приступить к делению — в неделящейся, интерфазной клетке хромосомы не видны, их ДНК не уложена компактно, а размотана и служит матрицей для синтеза РНК. Во-вторых, клетки необходимо зафиксировать и окрасить, чтобы получились те самые полосатые хромосомы, которые все мы видели на страницах учебников: разные участки окрашиваются по-разному (рис. 1, 2). По расположению полосок и форме специалисты узнают хромосомы «в лицо» и могут сказать, все ли с ними в порядке.

Впрочем, существует и другой метод, весьма чувствительный и эффективный, — интерфазный FISH-анализ (сокращение от английского fluorescent in situ hybridization — «флуоресцентная гибридизация in situ»). Как ясно из названия, он подходит для интерфазных клеток, не приступивших к делению, и к тому же позволяет получать очень красивые картинки (вроде тех, что показаны на с.29).

В Медико-генетическом центре РАМН эксперименты проводили с мезенхимальными стромальными стволовыми клетками, которые получили из жировой ткани, удаленной при косметической липосакции или других хирургических вмешательствах от доноров в возрасте 22–56 лет — как женщин, так и мужчин. Ткань разделяли на клетки, осторожно измельчая в буфере с добавлением фермента. После центрифугирования зрелые жировые клетки всплывали наверх, а осадок, содержащий стволовые клетки (но не только их, а еще, например, клетки сосудов), высеивали на чашку Петри. Когда клеточек вырастало достаточно много, их пересевали на новую чашку.

Чтобы посмотреть, в каком состоянии хромосомы, препарат клеток



**2**  
*Кариотип культуры на 10-м пассаже: найдена клетка с моносомией. Лишенная пары хромосома 6 заключена в рамку*

Как анеуплоидии, так и aberrации — мутации очень заметные: их можно просто увидеть под микроскопом,

сначала обрабатывали колхицином. Этот алкалоид бессмертника замечателен тем, что блокирует полимеризацию белка тубулина — иначе говоря, не дает образоваться нитям, растаскивающим хромосомы к полюсам клетки. В результате получается препарат, обогащенный клетками с хорошо различимыми хромосомами: клетки начинают деление, но не могут его закончить. (Препараты для интерфазной FISH-гибридизации колхицином, естественно, не обрабатывали.) Затем клетки фиксировали и окрашивали.

Кариотипирование (проверку числа и состава хромосом) и оценку уровня хромосомных aberrаций

(проверку числа перестроек) проводили на ранних пассажах — с первого по пятый пересев. Некоторые культуры кариотипировали также на поздних пассажах — после того как их пересеивали более десяти раз. И если до пятого пересева хромосомный набор клеток соответствовал норме (по крайней мере, в исследованных образцах), то на поздних пассажах дело обстоит не так замечательно. К сожалению, проанализировать удалось только четыре образца из семи — в остальных трех было слишком мало делящихся клеток. И если две из четырех культур сохранили нормальный женский хромосомный набор (46, XX), то в третьей, пережившей 14 пересевов, появилось много клеток, содержащих так называемую робертсоновскую транслокацию между 21-й и 22-й хромосомой (эти хромосомы соединились в одну). В четвертой культуре обнаружился клон клеток с единственной хромосомой 6. Именно такие клетки могут трансформироваться в злокачественные. А то, что в образцах было весьма много клеток с одинаковыми хромосом-

ными дефектами, наводит на печальную мысль, что они размножаются быстрее нормальных...

Анеуплоидию по 7-й и 11-й хромосоме методом FISH-гибридизации определяли на первом и третьем пассаже. Суммарная частота ядер с моносомией, трисомией и тетрасомией варьировала от 0,80 до 2,62%. Казалось бы, не очень много, но если хотя бы одна клетка станет родоначальницей опухоли... Впрочем, пока сложно сказать, всегда ли при культивировании клеток дела обстоят так плохо, или же эти результаты представляют собой отклонение от нормы. Дело в том, что других данных по частоте анеуплоидии в интерфазных стволовых клетках в литературе практически нет. Одна из причин, по мнению авторов работы, — повышенная «хрупкость» стволовых клеток даже по сравнению с другими человеческими клетками, например с лимфоцитами: при обработке в тех же условиях стволовые клетки чаще рвутся и делаются непригодными для микроскопии.

Между тем полученные результаты

# Обонятельный эпителий:

**П**остоянным читателям «Химии и жизни» не нужно объяснять, насколько заманчива эта идея — лечение травм нервной системы и нейродегенеративных заболеваний с помощью стволовых клеток. Эти заболевания страшны тем, что способность нервной ткани к регенерации весьма ограничена. Однако сегодня о восстановлении нарушенных структур и функций нервной системы с помощью трансплантации уже можно говорить всерьез, и ученые не первый год ищут подходящие для этого клетки. В экспериментах получены обнадеживающие результаты: крыс и мышей с различными патологиями спинного и головного мозга лечат пересадкой клеток, которые либо заменяют погибшие нейроны, либо способствуют выживанию поврежденных нервных и глиальных клеток (глиальными называются «вспомогательные» клетки нервной ткани, которые сами не проводят сигналы, но питают и защищают нейроны). Для этого используют эмбриональные клетки, а также соматические клетки взрослых организмов, в частности стромальные или мезенхимальные клетки костного мозга, а также гематопозитические клетки, участвующие в кроветворении. Эти клетки способны трансформироваться в нейроны и глию, но ученых здесь ожидает множество проблем. Говоря упрощенно — кто может гарантировать, что из клетки костного мозга получится нейрон? Что касается эмбриональных стволовых клеток, то их транспланта-

ция, помимо опасности формирования злокачественной опухоли, порождает и очевидные этические проблемы: допустимо ли убивать зародыш, чтобы спасти взрослого больного?

Неудивительно, что самым подходящим материалом для трансплантации при травматических повреждениях и дегенеративных заболеваниях нервной системы считаются аутологические клетки. В переводе со специального языка на общедоступный — клетки самого пациента, причем это должны быть или нейральные стволовые клетки, или прогениторные — предшественники нейронов. Коль скоро это клетки самого пациента, то маловероятны иммунное отторжение трансплантата, перенос генетических дефектов, вирусных и прионных инфекций. Но где в организме можно найти такие клетки?

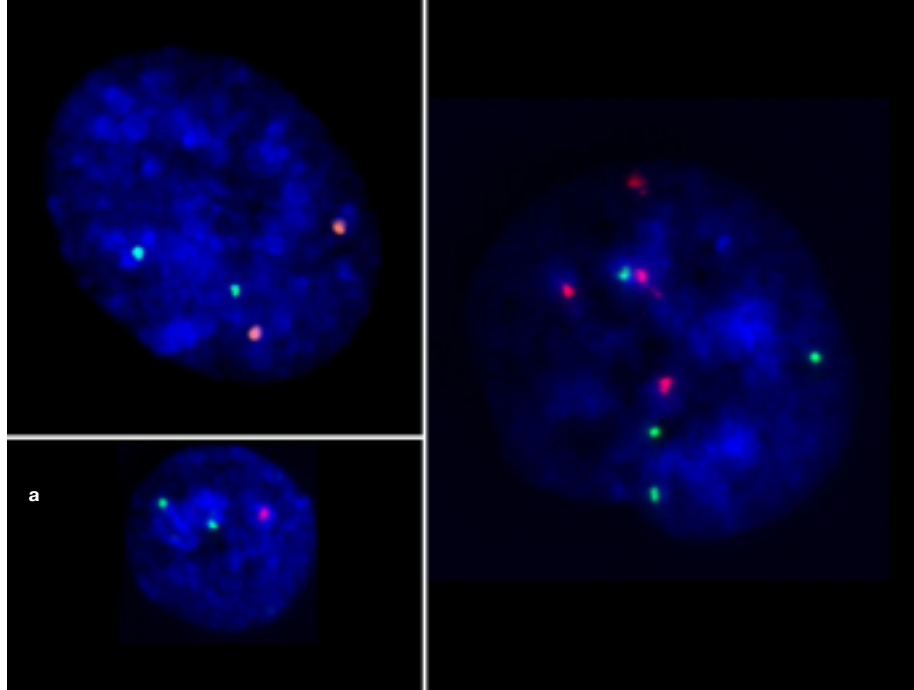
Оказывается, потенциальный источник клеток для нейротрансплантации находится в буквальном смысле у нас под носом. Точнее, в носовой полости (рис. 1а). Обонятельный эпителий занимает относительно небольшую часть слизистой оболочки в верхних носовых ходах и верхних отделах носовой перегородки. Его площадь у млекопитающих тем больше, чем более важную роль играет обоняние в жизни данного вида. Так, по литературным данным, площадь обонятельного эпителия у человека равна 5–10 см<sup>2</sup>, а у собак она составляет около 170 см<sup>2</sup>.

Обонятельный эпителий — структура в своем роде уни-





## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



Вот как выглядят интерфазные ядра стволовых клеток после FISH-гибридизации. Суть метода состоит в том, что препарат перед микроскопией инкубируют с зондами — короткими участками ДНК, несущими флуоресцентные метки и специфичными к определенным последовательностям. Зонд безошибочно находит нужный участок и делает его видимым. С помощью этого метода можно и «пересчитать» хромосомы, и найти aberrации. В данном случае зонд к 7-й хромосоме несет оранжевую метку, к 11-й — зеленую, и при этом все хромосомные нити окрашены синим. Две оранжевых и две зеленых точки в разных хромосомах — норма (а). Одна оранжевая точка вместо двух — моносомия по хромосоме 7 (б). А если ядро содержит по четыре точки каждого цвета, то перед нами тетраплоидная клетка, с четырьмя копиями каждой хромосомы (в).

ясно показывают: контролировать состояние стволовых клеток в культуре необходимо. Во-первых, крупные хромосомные аномалии в таких культурах, несомненно, имеют место, а во-вторых, клетки с аномальным кариотипом, похоже, размножаются быстрее нормальных. Так или иначе, основной вывод сформулирован авторами исследования предельно четко: «Клеточная терапия тем безопаснее, чем меньше делений пройдет в культуре стволовых клеток».

Редакция благодарит академика РАНН Н.П.Бочкова за предоставленные материалы

# ОКНО В МОЗГ

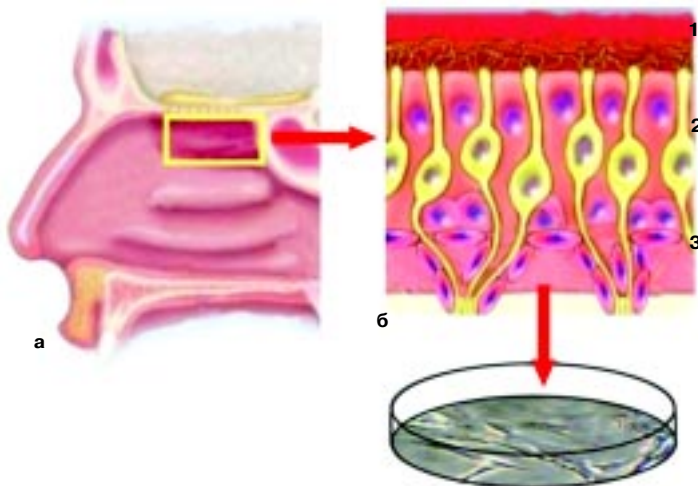
Е. Клещенко



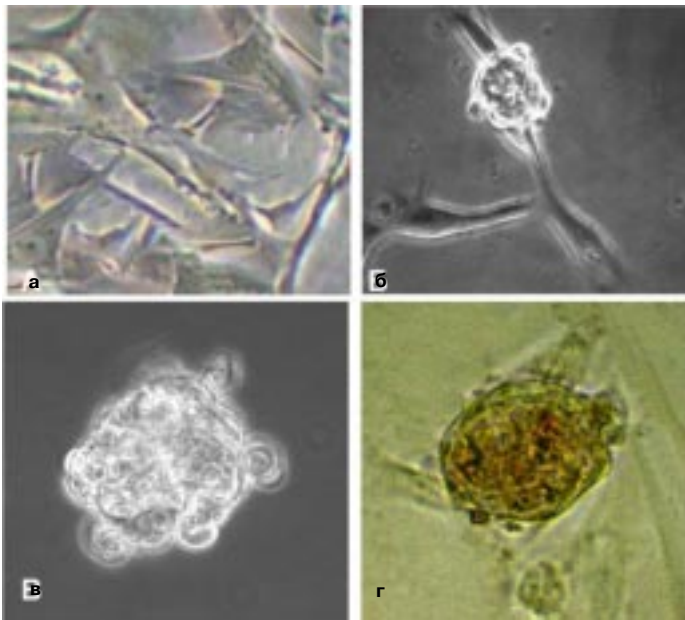
## БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

кальная: только там нервные клетки постоянно гибнут и постоянно же восстанавливаются. Эти клетки, обонятельные рецепторные нейроны, очень интересны сами по себе (рис. 16). В других органах чувств рецептор, воспринимающий звук, цвет или давление, и нервная клетка, принимающая от него сигналы, — это две разные клетки. Обонятельный рецепторный нейрон сам формирует сигнал, означающий некий запах, и сам передает информацию в обонятельную луковицу и далее в структуры так называемой лимбической системы, во многом определяющей комплекс эмоционального, социального и полового поведения млекопитающих, не исключая и человека. (Вы можете убедиться в этом, понаблюдав за поведением вашей любимой собаки на прогулке.) Но сейчас нам интереснее тот факт, что новообразованным рецепторным нейронам дают начало мультипотентные стволовые клетки обонятельного эпителия.

Это тот самый случай, когда внимание к давно и хорошо известным фактам открывает новые горизонты в науке. Более 60 лет назад японский исследователь Нагачара (1940) установил, что рецепторные нейроны погибают в течение всей жизни млекопитающих (как потом выяснилось, по механизму апоптоза) и замещаются новыми клетками. Позднее один из лидеров изучения обонятельной системы, итальянский исследователь Паскуале Грациадее, показал (1979, 1980), что начало рецеп-



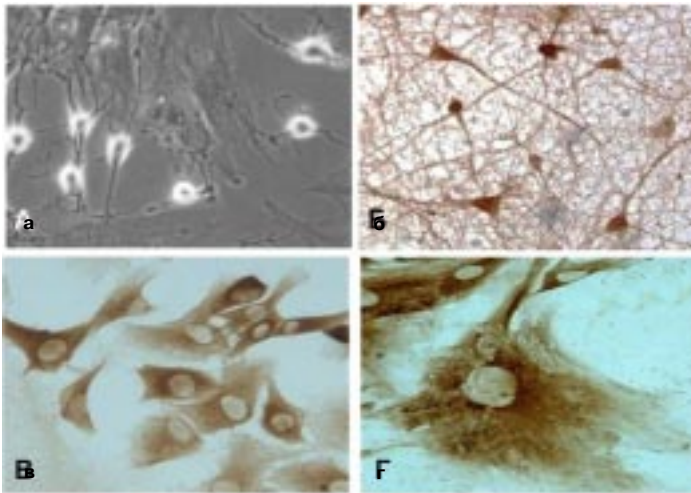
1 Обонятельная выстилка занимает ограниченную область слизистой оболочки носа человека (а). Клеточное строение обонятельной выстилки (б): 1 — слой слизи, в который погружены ворсинки обонятельных рецепторных нейронов; 2 — обонятельный эпителий, содержит рецепторные нейроны (РН), опорные клетки (ОК), шаровидные и горизонтальные стволовые клетки (СК); 3 — слой соединительной ткани, в котором проходят аксоны рецепторных нейронов, окруженные глиальными обкладочными клетками (ГОК). Все эти клетки можно перенести в культуру



2

**Клетки обонятельного эпителия в «неволе»:**

*а) монослойная культура клеток обонятельной выстилки; б, в) стволовые клетки обонятельной выстилки образуют в процессе культивирования прикрепленные и свободноплавающие нейросферы; г) нейросфера, формирующаяся на слое глиальных клеток, окрашена специфическими для стволовых клеток антителами*



3

*Как доказать, что стволовые клетки обонятельного эпителия дифференцируются в нервные клетки? Нейроны в монослойной культуре выделяются как фазово-контрастные клетки (а) и окрашиваются антителами к специфическому ферменту — нейрональной енолазе (б). Для стволовых и прогениторных клеток характерна окраска антителами к нестину (в). Зрелые нейроны содержат филаменты (волокна) цитоскелета, выявляющиеся с помощью антител к бета-тубулину (г)*

торным нейронам обонятельного эпителия дают шаровидные и горизонтальные стволовые клетки (рис. 2). Они обладают выраженной мультипотентностью и способны дифференцироваться практически во все соматические клетки — это выяснил Уайн Мюррелл (2006) в весьма тонких экспериментах по трансплантации стволовых кле-

ток обонятельного эпителия в куриные эмбрионы на самых ранних стадиях развития. В исследованиях последних лет (Кристина Бейтес, 2005; Чарльз Маршалл, 2006) было установлено, что стволовые клетки трансформируются в клетки-предшественники (так называемые прогениторные клетки), которые проходят несколько стадий дифференциации и в итоге формируют зрелые обонятельные рецепторные нейроны. При этом аксоны новых нейронов полностью восстанавливают утраченные синаптические связи — надо ли говорить, насколько привлекательно подобное свойство для медиков!

Рост регенерирующих аксонов новообразованных рецепторных нейронов обеспечивают обкладочные глиальные клетки (по-английски olfactory ensheathing cells). Эти клетки входят в состав обонятельного нерва и сопровождают его до окончания в наружных слоях обонятельной луковицы (рис. 1б). Они продуцируют комплекс нейроростовых факторов и молекул клеточной адгезии, благодаря чему обладают выраженным регенераторным потенциалом и стимулируют рост аксонов. Не могут ли эти клетки помочь нейрохирургам?

С начала 90-х годов XX века обкладочные глиальные клетки обонятельного эпителия и обонятельной луковицы, выращиваемые в культуре, стали использовать для лечения травм спинного мозга и периферических нервов. Многочисленные экспериментальные исследования показали, что трансплантация обкладочных клеток или фрагментов ткани обонятельного эпителия способствует регенерации и миелинизации поврежденных аксонов спинальных трактов, частичному восстановлению подвижности, чувствительности, вегетативных функций. Однако в последние годы установлено, что регенерацию аксонов стимулируют не только глиальные обкладочные клетки, но и другие клетки обонятельного эпителия, входящие в состав трансплантата: шванновские клетки, фибробласты и, по всей видимости, стволовые и прогениторные клетки.

Еще одна структура, привлекавшая внимание исследователей стволовых клеток, — обонятельная луковица. Долгое время оставалось неясным, откуда у взрослых млекопитающих, включая человека, в обонятельной луковице появляются стволовые клетки: мигрируют ли они только из перивентрикулярной зоны гиппокампа (а стволовые клетки при необходимости могут путешествовать на значительные расстояния и весьма сложными маршрутами), или же они также изначально находятся там. Верным оказалось второе: сердцевина обонятельной луковицы содержит собственные стволовые и прогениторные клетки, которые при культивировании дифференцируются в нейроны и глию. Если же культивировать стволовые клетки обонятельной луковицы вместе с миобластами — предшественниками мышечных волокон, то они





образуют зрелые нейромышечные синапсы (это показали в 2003 году Жипинг Лю и Ли Мартин из Университета Джона Хопкинса).

Некоторые исследователи предполагают, что собственные глиальные обкладочные, стволовые и прогениторные клетки обонятельной луковицы пациента также можно использовать для аутотрансплантации и клеточной терапии. Однако получать эти клетки из обонятельной луковицы взрослого человека (фактически из мозга) не слишком удобно: без нейрохирурга тут не обойтись. С обонятельным эпителием все гораздо проще: выделение его участков с помощью специальных инструментов не приводит к длительному нарушению обоняния, ведь эта структура, как уже говорилось, способна к регенерации. Интересно отметить, что для фундаментальных исследований *in vitro* и экспериментальной трансплантации Фред Ройзен в 2001 году выделил стволовые клетки обонятельного эпителия человека спустя 6–18 ч после смерти.

В многочисленных работах, в том числе российских (такие исследования проводятся под руководством доктора биологических наук, профессора И.В.Викторова в Отделе биологической психиатрии Научного центра социальной и судебной психиатрии им. В.П.Сербского), было показано, как обкладочные глиальные и стволовые клетки обонятельного эпителия живут вне организма. Эти клетки, выделенные из обонятельного эпителия мышей, крыс и человека, образуют в культуре монослой и шарообразные скопления — нейросферы, включающие, помимо собственно стволовых, также и глиальные клетки (рис. 2). При повторных пересевах и культивировании в питательной среде, содержащей нейроростовые факторы, стволовые клетки нейросфер могут превращаться в типичные нервные клетки (рис. 3). Полученные таким образом культуры клеток обонятельного эпителия можно долгое время хранить в замороженном состоянии при температуре жидкого азота — а значит, можно создать банк этих клеток для последующих трансплантаций.

Естественно, возникает множество вопросов относительно перспектив и преимуществ клинического применения клеток обонятельных структур. Основываясь на результатах экспериментальных исследований, трансплантации клеток обонятельных структур при травмах и дегенеративных заболеваниях спинного мозга впервые были проведены в Португалии (Карлос Лима — более 40 операций, аутологическая трансплантация фрагментов обонятельного эпителия), а позднее в Китае (Хонгъюн Хуанг — более 500 операций, трансплантация культуры обкладочных глиальных клеток, выделенных из эмбрионов человека), Австралии (Франсуа Ферон — 3 операции, «чистая» культура обкладочных глиальных клеток) и

России (С.С.Рабинович, Новосибирск — 15 операций; трансплантация клеточного препарата, содержащего обкладочные глиальные клетки; А.С.Брюховецкий, Москва, клиника «Нейровита» — 29 операций, трансплантация клеточного препарата, содержащего аутологические стволовые и обкладочные глиальные клетки). Авторы работ, опубликованных к настоящему времени, указывают на положительный эффект трансплантации клеток обонятельных структур в клинику и на отсутствие побочных негативных явлений, но не приводят достаточно полных данных об отдаленных результатах — поэтому, в частности, научная и медицинская общественность критически оценила деятельность Хонгъюна Хуанга (см. «Химию и жизнь», 2007, № 5).

«Суммируя полученные к настоящему времени данные экспериментальных и клинических исследований, можно заключить, что и глиальные, и нейральные стволовые, и прогениторные клетки обонятельного эпителия и обонятельного нерва, благодаря своей доступности и выраженным регенераторным свойствам, — уникальный материал для аутотрансплантации при патологии спинного мозга, — считает И.В.Викторов. — Однако дальнейшее клиническое использование этих клеток требует дополнительных исследований, направленных на уточнение показаний к их применению, а также на разработку оптимальных методов трансплантации».

#### Что еще можно прочитать о применении стволовых клеток в нейрохирургии

**Викторов И.В., Сухих Г.Т.** Медико-биологические аспекты применения стволовых клеток. «Вестник РАМН». 2002. № 4.

**Викторов И.В., Савченко Е.А., Ухова О.В., Алексеева Н.Ю., Чехонин В.П.** Мультипотентные стволовые и прогениторные клетки обонятельного эпителия. «Клеточные технологии в биологии и медицине». 2006. № 4.

**Савченко Е.А., Андреева Н.А., Дмитриева Т.Б., Викторов И.В., Чехонин В.П.** Культивирование специализированных глиальных клеток (Olfactory ensheathing cells) обонятельного эпителия человека. «Клеточные технологии в биологии и медицине». 2005. № 2.

**Сосунов А.А., Челышев Ю.А.** Стволовая нейральная клетка мозга. «Успехи физиологических наук». 2002. Т. 33. С.17–28.



Доктор биологических наук  
**Д.А.Лось,**  
Институт физиологии растений  
им. К.А.Тимирязева РАН

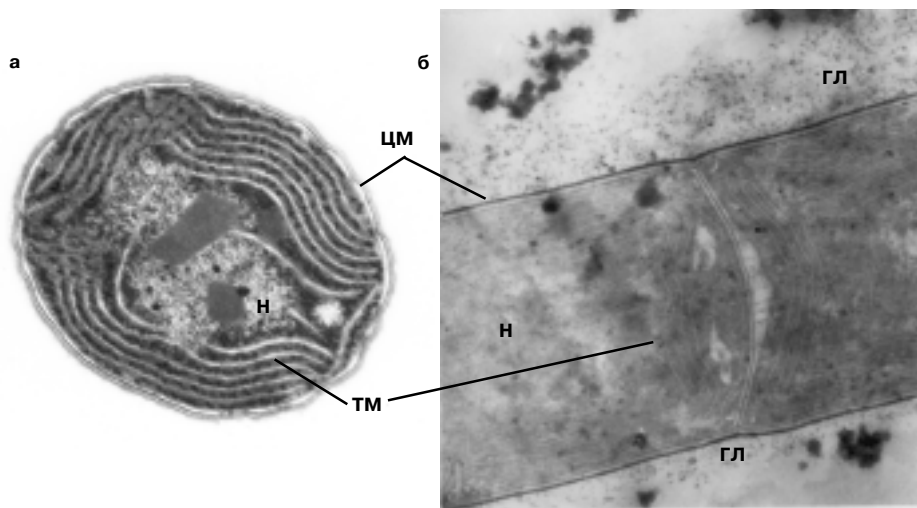
Художник П.Перевезенцев

# Как чувствуют стресс цианобактерии

По современным представлениям, планета Земля образовалась примерно 4,5 миллиарда лет назад. Спустя еще 500 миллионов лет на ней появилась вода и сформировались первичные океаны, а 3,8–3,6 миллиарда лет назад в них возникли первые примитивные бактерии. Прошло еще совсем немного времени, и около 3,5 миллиарда лет назад на сцену вышли цианобактерии – организмы, способные, подобно растениям, поглощать углекислый газ и выделять кислород.

Считается, что именно цианобактерии, расцвет которых пришелся на период от 3,5 до 1,8 миллиарда лет назад, обеспечили Землю кислородом и сделали возможным развитие многообразных форм аэробной жизни на планете. В наши дни в природе встречаются разные формы и виды этих бактерий: одноклеточные и нитчатые, морские и пресноводные, съедобные (спирулина) и ядовитые (микроцистис),





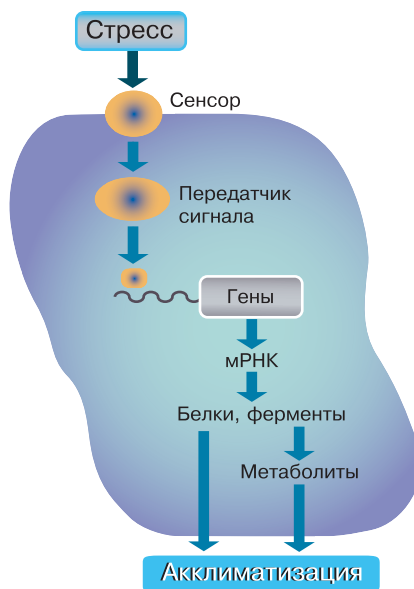
1  
Электронные микрофотографии цианобактерий: а – *Synechocystis* – одноклеточная пресноводная цианобактерия; б – *Microcoleus* – нитчатая цианобактерия, предпочитающая щелочные воды; ЦМ – цитоплазматическая мембрана; ТМ – тилакоидные фотосинтезирующие мембраны, Н – нуклеоид (упакованная хромосомная ДНК); ГЛ – гликокаликс (внеклеточный полисахаридный слой).

*Microcoleus* – реликтовый организм. Останки сходных по строению клеток обнаружены в строматолитах – древних слоистых кальцевых отложениях, возраст которых, как и возраст цианобактерий, оценивается в 3,5–1,8 млрд. лет

свободноживущие и симбиотические. Большинство из них живет в воде, и многие специалисты до сих пор по привычке называют их синезелеными водорослями, хотя от водорослей эти организмы отличаются тем, что это прокариоты и у них нет ядра. Кроме того, цианобактерии в симбиозе с грибами образуют одну из самых удивительных и неприхотливых форм жизни – лишайники. Где бы ни обитали цианобактерии, у них в клетках находится множество плотно упакованных фотосинтетических, или тилакоидных мембран, сходных по строению и функциям с мембранами хлоропластов высших растений (рис. 1). Есть, правда, и тут исключение: клетки цианобактерии *Gloeobacter violaceus* (по-латински *violaceus* – «нарушает») имеют лишь клеточную мембрану и фотосинтетические комплексы располагаются прямо в ней. Считается, что именно цианобактерии в свое время вступили в симбиоз с клеткой, не способной к усвоению  $\text{CO}_2$  и выделению кислорода, и позже превратились в фотосинтезирующие органеллы растений. В наши дни эти организмы составляют существенную часть океанического фитопланктона и продолжают участвовать в обогащении атмосферы кислородом, выделяя его, почти столько же, сколько все имеющиеся на Земле высшие растения.

Цианобактерии удобно использовать для изучения фотосинтеза у клеток растительного типа, поскольку строение мембран и устройство аппарата выделения кислорода у них в какой-то степени сходны, но в отличие от клеток растений они быстро растут, и с ними относительно легко проводить генетические манипуляции.

Еще одно направление исследований, где цианобактерии стали подходящим модельным объектом, – это изучение стресса. Поскольку растения обычно прикреплены и не могут выбирать себе самое благоприятное место, их жизнь сильно зависит от условий окружающей среды и они наиболее подвержены стрессовым факторам. Однако их организация очень сложна, а изменять их геном труднее, чем у бактерий, поэтому на них трудно изучать молекулярные механизмы ответов на ухудшение условий. Намного проще проводить такие исследования на цианобактериях.



2  
Схема восприятия и передачи сигналов при акклиматизации клеток к стрессовым условиям

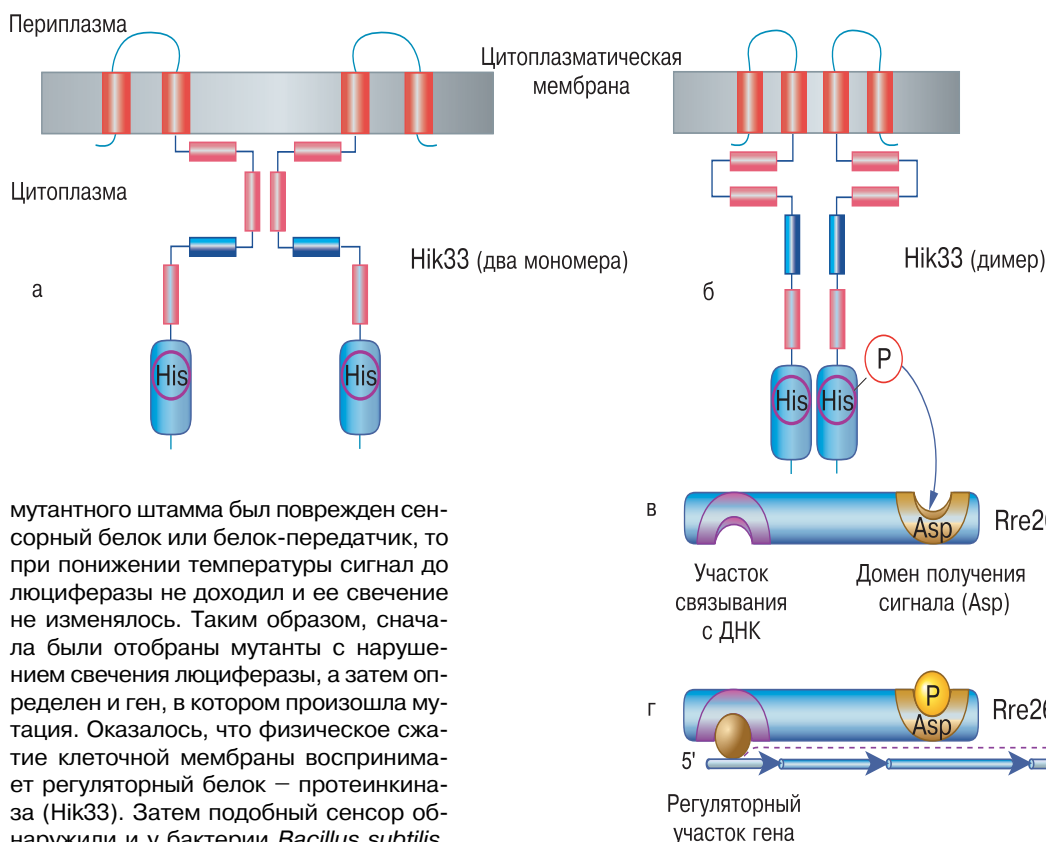


## ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

В общем виде стресс на молекулярном уровне можно описать следующим образом (рис. 2). Любое воздействие на клетку (изменение температуры, солености, кислотности среды и тому подобное) сначала воспринимают специализированные сенсорные молекулы, или сенсоры, расположенные в мембране или цитоплазме. Их свойства при этом изменяются. Они посылают сигнал об изменениях на молекулы – передатчики сигнала, которые, в свою очередь, регулируют экспрессию генов стрессового ответа, а именно: садятся на ДНК, где активируют или тормозят транскрипцию. В итоге синтезируются защитные белки или метаболиты, помогающие клеткам и всему организму приспособиться к новым условиям.

Ученые Национального института общей биологии из Японии (группа профессора Норико Мураты) и наша группа из Института физиологии растений РАН использовали клетки цианобактерии *Synechocystis* в качестве модельной системы, чтобы выявить молекулы, участвующие в ответе клеток на температурный, солевой, осмотический стрессы и на воздействие веществ, способных генерировать активные формы кислорода (АКФ). Последние чаще всего образуются в стрессовых реакциях и регулируют их или, если вырабатываются в чрезмерных количествах, разрушают структурные компоненты и могут даже вызвать гибель клеток.

Первый в истории науки сенсор, воспринимающий снижение температуры окружающей среды, был открыт именно у цианобактерий совместными усилиями японских и российских ученых. Считается, что температура – это так называемый диффузный физический фактор, то есть она действует практически одновременно на всю клетку. Тем не менее первой, по всей видимости, воспринимает низкие температуры клеточная мембрана. Она уплотняется, и находящийся в мембране сенсорный белок изменяет свою конформацию. Сопоставляющий ему ген удалось определить, используя библиотеку мутантов *Synechocystis*. Под контроль регуляторного элемента, активируемого при понижении температуры, поставили ген люциферазы. (Этот фермент у светлячков испускает свет.) Если у какого-то



3  
Регуляция экспрессии генов холодом: а — неактивная протеинкиназа Hik33 в мембране клетки; б — при холодовом стрессе Hik33 переходит в активную форму; в — фосфатная группа переносится с Hik33 на передатчик сигнала — белок-регулятор Rre26, который переходит в активную форму; г — Rre26 связывается с регуляторными участками генов или оперонов, активируя транскрипцию

мутантного штамма был поврежден сенсорный белок или белок-передатчик, то при понижении температуры сигнал до люциферазы не доходил и ее свечение не изменялось. Таким образом, сначала были отобраны мутанты с нарушением свечения люциферазы, а затем определен и ген, в котором произошла мутация. Оказалось, что физическое сжатие клеточной мембраны воспринимает регуляторный белок — протеинкиназа (Hik33). Затем подобный сенсор обнаружили и у бактерии *Bacillus subtilis*.

Вот как работает цепочка передачи сигнала о холодовом стрессе у *Synechocystis* (рис. 3). В обычных условиях протеинкиназа Hik33 находится в клеточной мембране в неактивной форме, в виде отдельных белков-мономеров (а). При холодовом стрессе мембрана сжимается, конформация протеинкиназы изменяется и ее домены (показаны красными цилиндрами) сближаются. Белок превращается в димер и становится активным. А затем происходит автофосфорилирование: одна половина Hik33 переносит на гистидиновый остаток (His) другой половины молекулу фосфата — «эстафетную палочку» в каскаде передачи сигналов (б). Вслед за этим фосфат переносится на белок-регулятор Rre26 и прикрепляется к остатку аспарагиновой кислоты (Asp), находящемуся в домене получения сигнала (в). У этого белка есть еще участок узнавания регуляторных областей генов, но в нефосфорилированном виде он не связывается с ДНК. Приняв эстафету и изменив свою конформацию, Rre26 приобретает способность садиться на ДНК в регуляторных областях генов или их групп — оперонов. При этом ускоряется или, наоборот, тормозится экспрессия, то есть считывание мРНК с того или иного гена или группы генов.

В 1996 году была определена полная нуклеотидная последовательность генома *Synechocystis*, и в исследованиях стресса у этих организмов начался новый этап. К этому времени появились и

технологии, подходящие для одновременного изучения экспрессии большого количества генов. Японская компания «Такага» приступила к выпуску ДНК-микрочипов, несущих 3079 индивидуальных генов из 3264, имеющихся в геноме этой цианобактерии. Появилась возможность наблюдать за изменением экспрессии каждого из этих генов. Бактерии подвергали стрессу, выделяли РНК и с помощью чипа определяли, какие гены у нее активировались, какие репрессировались, а какие не изменяли экспрессию. Кроме того, все гены гистидинкиназ и регуляторов ответа подвергали направленному мутагенезу, так что у каждого мутантного штамма был нарушен один ген. Таким образом провели скрининг генов и соответствующих белков и определили потенциальные (соответствующие данным компьютерного анализа) сенсорные белки, отвечающие за восприятие изменений температуры, освещенности, солёности, недостатка или избытка разнообразных ионов и многого другого.

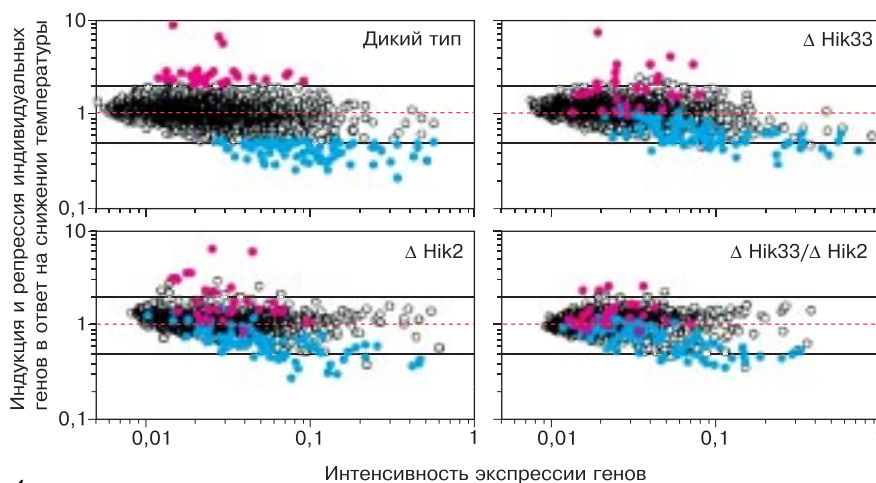
Стратегию поиска всех компонентов стрессового ответа определяли, исходя из того, что температурным сенсором оказался белок со свойствами гистидиновых протеинкиназ, которые обычно входят в состав так называемых двухкомпонентных систем регуляции. Такие системы состоят из киназ и принимающих от них «эстафетный» фосфат белков — регуляторов ответа. Мы проводили систематический на-

правленный мутагенез всех генов, кодирующих (по данным компьютерного анализа) гистидиновые киназы и регуляторы ответа. Затем анализировали экспрессию всех генов в мутантах на ДНК-микрочипах.

Пример такого анализа показан на рисунке 4. Исходный штамм цианобактерии охлаждали и с помощью ДНК-микрочипов смотрели, как изменяется активность генов, то есть количество считанной с них информационной РНК. Видно, что у мутантов по гистидинкиназам Hik33 и Hik2 становится меньше генов, регулируемых низкой температурой, чем у клеток исходного штамма. А у двойного мутанта, дефектного по Hik33 и Hik2 одновременно, сильной активации генов низкими температурами вообще не наблюдается. Таким образом, можно сделать вывод о том, что данные гистидинкиназы участвуют в восприятии клетками сигнала о снижении температуры окружающей среды. Таким же способом можно выявить и другие сенсоры и передатчики стрессовых сигналов.

С помощью описанной методологии найдены также пары белков, составляющие системы ответа клеток на солевой стресс. Пока обнаружено пять таких систем. Каждая из них состоит из одной или двух сенсорных гистидинкиназ и соответствующего белка-регулятора, воспринимающего сигнал от сенсора и передающего его к регуляторным областям генов ответа. Каждая





4

**Изменения активности генов у *Synechocystis* при низкой температуре:**  
*а* — при снижении температуры у исходного штамма одни гены (красные точки) активируются, другие — (синие точки) репрессируются, экспрессия третьих (белые точки) не меняется; *б, в* — у мутантов по *Hik33* и *Hik2* не все гены отвечают на холодовой стресс; *г* — у двойного мутанта по *Hik33* и *Hik2* активация генов холодом почти не наблюдается

двухкомпонентная система регулирует свою группу генов. Вместе с тем есть группа стресс-зависимых генов, активность которых не контролируется известными двухкомпонентными системами регуляции. По-видимому, ответ клеток на солевой стресс регулируется еще какими-то компонентами, отличными от гистидинкиназ и регуляторов ответа на температуру. Среди таких контролируемых механизмов могут быть и глобаль-

ные регуляторы транскрипции, например сигма-факторы РНК-полимеразы — вспомогательные белки, которые присоединяются к этой полимеразе и изменяют ее активность. Для них в геноме известно 7 генов. Это могут быть другие протеинкиназы, подобные соответствующим белкам эукариот (для них в геноме известно 12 генов), а также транскрипционные факторы — специфические ДНК-связывающие белки, регу-

лирующие активность индивидуальных генов или их групп (около 90 генов в геноме).

Как цианобактерии и другие прокариоты чувствуют разные виды стресса, еще не до конца понятно, однако в целом схема ясна. А главное, есть методология для систематического анализа экспрессии участвующих в этом генов. Она основана на знании полных нуклеотидных последовательностей геномов и использовании ДНК-микрочипов. Эта технология — мощный инструмент, помогающий относительно легко и весьма достоверно определять клеточные системы регуляции, отвечающие за восприятие и передачу стрессовых сигналов.



ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

ИНФОРМАЦИЯ



## АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



630090 Новосибирск,  
 пр. Академика Лаврентьева, 5, ЗАО «КАТАКОН»  
 телефон +7(383) 3397265, 3331084;  
 факс (383) 3308766,  
 e-mail: catacon@ngs.ru  
 www.catacon.ru

### ЗАО «КАТАКОН» предлагает

совместную разработку ЗАО «КАТАКОН»,  
 Института катализа им. Г.К.Борескова СО РАН,  
 Института физики полупроводников СО РАН

Измерение удельной поверхности приборами серии **СОРБОМЕТР** базируется на тепловой десорбции аргона или азота методами БЭТ и STSA. Приборы эффективны для определения текстурных характеристик дисперсных и пористых веществ и материалов в научных исследованиях, в промышленности (контроль качества сырья и готовой продукции), а также в учебных целях. Измерения прибора **СОРБОМЕТР** основаны на одноточечном методе БЭТ, **СОРБОМЕТР-М** — на многоточечных методах БЭТ и STSA. Метод STSA позволяет определить объем микропор образца.

#### Технические характеристики приборов

Диапазон измеряемой удельной поверхности ..... 0,1–2000 м<sup>2</sup>/г  
 Диапазон относительных парциальных давлений газа-адсорбата ..... 0,03–0,95  
 Полная автоматизация цикла адсорбция-десорбция.  
 Встроенная в прибор станция подготовки исследуемых образцов к измерениям.  
 Управление процессом измерения и обработка результатов с использованием ЭВМ.

**Мы обучаем персонал потребителя работе на приборе, обеспечиваем техническое и методическое сопровождение прибора во время эксплуатации.**



Британский музей

Большая галерея Британского музея

# Сады и гербарии туманного Альбиона

**В** этой статье я собираюсь рассказать о своей девятидневной поездке по городам Великобритании в июне 2006 года. Поездка была частной, но в то же время связанной с моей работой: мне хотелось осмотреть научные учреждения биологического профиля и познакомиться с британскими учеными.

В Великобритании сегодня наблюдается расцвет научной жизни, особенно в сфере моих интересов — ботанике и генетике. Добрая старая Англия всегда славилась великолепными садами. Однако для ученого некоторые из этих садов — не просто сады, а крупнейшие коллекции экзотических растений, где ведутся новейшие таксономические (то есть посвященные проблемам систематики) исследования, основанные на анализе ДНК.

Лондон на протяжении веков был одной из столиц мировой научной жизни. Достаточно вспомнить основы механики Исаака Ньютона, электромагнитную

индукцию Майкла Фарадея, планетарную модель атомного ядра Эрнеста Резерфорда — история всех этих великих открытий связана с этим замечательным городом. Первое издание книги Чарльза Дарвина «Происхождение видов» тоже вышло в Лондоне. Здесь работают старейшие в мире научные общества. Особенно интересными для меня были два из них: Королевское географическое и Линнеевское. Возможно, читателю покажется странным, что британское общество носит имя прославленного шведского ученого Карла Линнея (1707—1772). Но именно английская корона купила у вдовы Линнея все его богатейшие коллекции, библиотеку и гербарий. (Кстати, в 2007 году биологический ученый мир отмечает 300-летие со дня рождения Линнея.) А сколько экспедиций в неизведанные уголки Земли было организовано Королевским географическим обществом! Не зря Англию считают одним из мировых лидеров в области географических открытий.

В Лондоне уважающий себя турист первым делом посещает Вестминстерское аббатство, Букингемский дворец, Тауэр — и, конечно, Британский музей. Любитель науки не может пройти мимо

Гринвич-парка, где в 1675 году была основана Старая королевская обсерватория. Ее главной задачей было достоверно определить долготу для каждой точки земного шара. Во дворе обсерватории отмечен нулевой меридиан. Здесь же, рядом со Старым королевским военно-морским колледжем, расположен и так называемый университет Гринвича — он был основан еще в 1890 году как второй в Британии политехнический институт для обучения лондонских рабочих, а статус университета получил позднее.

Мне, как ботанику, в первую очередь хотелось увидеть знаменитые Королевские ботанические сады Кью в районе Ричмонд. Это крупнейшее в мире научно-исследовательское учреждение, где занимаются фундаментальной ботаникой, обладающее, ко всему прочему, колоссальным гербарием. Практически любой новый вид растения, описываемый сегодня на Земле, поступает в виде образцов в Кью. А это значит, что посетитель этого гербария имеет уникальную возможность познакомиться с растениями Южной Америки, Африки, Мадагаскара, Юго-Восточной Азии и Австралии.

Королевские ботанические сады Кью были основаны в 1759 году, однако на



Кандидат  
биологических наук  
**И.А.Савинов,**  
Московский государственный  
университет прикладной  
биотехнологии



## ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК



*Пальмовая  
оранжерея  
в Кью*

*Китайская  
пагода:  
архитектура  
под стать  
флоре*

этой территории еще с XVI века существовал сад, созданный отцом английской ботаники Вильямом Тернером. Территория его постоянно расширялась и сейчас составляет 132 га (или 300 акров). Сад расположен на живописном правом берегу Темзы и привлекает посетителей, даже далеких от ботаники, своими коллекциями магнолий, азалий и рододендронов, бамбуков, оранжерейными комплексами, японским садом и пагодой, разнообразными скульптурными группами.

Сотрудники сада ведут огромную научную и просветительную работу. Еще в 1877 году здесь была основана «Jodrell laboratory», расширенная в 1965 и 1993 гг. Ее сотрудники решают важнейшие проблемы цитологии, биохимии и генетики растений. В последние годы в Кью активно работает группа под руководством профессора Марка Чейза, которая использует молекулярные методы в систематике растений. В июле 2003 года, отмечая заслуги Кью в области истории и развития ботанических садов всего мира, ЮНЕСКО внесло его в Список всемирного культурного и природного наследия. Этот список включает наиболее выдающиеся творения человеческих рук и уникальные объекты живой природы со всей планеты: парки, сады, усадьбы, исторические центры городов, памятники природы, заповедники.

Дважды посетив гербарий Кью, я смог просмотреть сотни образцов растений разных видов, входящих в семейство бересклетовых (*Celastraceae*), с которым связаны мои основные научные интересы. Там я нашел редчайшие образцы из Австралии, островов Юго-Восточной Азии и Мадагаскара. Дело в том, что к бересклетовым относятся довольно крупные деревья и кустарники (иногда стелющиеся), их широко используют в озеленении из-

*Гербарий Кью — святая  
святых мировой ботаники*



за чрезвычайно красивой осенней окраски листьев и плодов. Вообще, большинство представителей этой группы — типичные обитатели лесов обоих полушарий Земли (смешанных, широколиственных, субтропических, тропических), иногда, правда, выходят в степи, как на Украине. А вот австралийские виды выглядят как мелкие кустики, напоминающие эрику, или вереск (ботаники называют такой облик «эрикоидным»). Растут они в пустынях, а их мелкие семена с мясистыми придатками растаскивают муравьи. Юго-Восточную Азию нередко называют «ко-

лыбелью эволюции», поскольку, во-первых, биоразнообразие этого региона исключительно велико и здесь обнаружено много древних групп животных и растений (в том числе и бересклетовые), а во-вторых, в Малайском регионе долгие годы работал выдающийся английский натуралист Альфред Рассел Уоллес, пришедший независимо от Дарвина к идее естественного отбора. А флора и фауна Мадагаскара настолько своеобразны, что натуралисты называли его «маленькой планетой». Многие растения этого острова (дидаеровые, баобабовые, бересклетовые) как будто попали сюда из другого мира! Для специалиста очень важно связать этих «инопланетян» с менее экзотическими родичами.

Во многом уникален и Сад королевских аптекарей в лондонском районе Челси, недалеко от Королевского госпиталя. Это старейшее ботаническое заведение Англии, основанное в 1673 году, к тому же частное. Но главное — единственное, сохранившее первоначальное название от времен «аптекарских огородов». И в наши дни, прогуливаясь по дорожкам этого сада, можно увидеть растения, издревле применяемые для лечения разных болезней. В 1736 году сад в Челси несколько раз посещал «князь ботаников», великий шведский биолог Карл Линней, который общался здесь с Хансом Слоуном (1660—1753) — богатым лондонским врачом и натуралистом, страстным коллекционером минералов, растений, зоологических и анатомичес-



*Древовидные  
папоротники*



*На реке Кем*

ких экспонатов, древних предметов, гравюр, книг, рукописей и монет. Собственно говоря, именно его коллекции стали основой Британского музея. В один прекрасный день я посетил сад в Челси и около двух часов гулял по уютным дорожкам и любовался куртинами с растениями, расположенными согласно принципам систематики, а также по медицинскому использованию (паразитология, офтальмология...). Порадовали меня и исторические куртины, посвященные известным английским ботаникам, которые в свое время курировали сад в Челси: Роберту Форчуру, Джону Линдли, Уильяму Куртису. Здесь представлена информация о самих ученых мужах и растут виды, описанные ими. А какие здесь древовидные папоротники, особенно — диксония антарктическая! В природе такие растения встречаются в тропических, субтропических и умеренно теплых лесах (чаще всего в горных), причем в Южном полушарии выходят далеко за пределы теплого пояса. Они достигают в высоту человеческого роста, а отдельные роды, например циатеи, бывают даже до 10 м!

Один день моей поездки был посвящен Кембриджу. Туда я направился поездом с лондонского вокзала «Ливерпул Стрит». Время в пути — около одного часа, можно вдоволь налюбоваться сельской Англией. Кембридж сегодня, как и много веков назад, — небольшой уютный городок, специально предназначенный

для получения прекрасного образования. Кембриджский университет был основан в 1209 году группой ученых, которым пришлось покинуть Оксфорд из-за религиозных распри и конфликтов с жителями. Первые колледжи начали строиться вдоль речки Кем позднее. Гуляя по маленьким улочкам старого города, можно увидеть Круглый храм Гроба Господня с прекрасным нормандским порталом — копию одноименного храма в Иерусалиме и, конечно, прославленные колледжи — Магдалины, Сент-Джонс, Тринити, Гонвилл и Кайус, Клэр, Королевский, Святой Кaterины, Королев и самый старый в Кембридже — Питерхаус, который существует с 1284 года. В 1352 году здесь появился колледж Тела Господня (Корпус Кристи), чтобы люди скромного происхождения могли получить приличное образование. Математический мост у колледжа Королев был возведен без гвоздей и болтов еще в 1749 году. А из величественной капеллы Королевского колледжа ежегодно транслируется рождественская служба с пением гимнов. Позади колледжей, на левом берегу реки Кем, расположен Бэкс (от англ. «back» — спина) — знаменитые кембриджские парки и лужайки.

В Кембридже есть музей археологии и антропологии, зоологический музей, а также ботанический сад университета. Но мое внимание привлекла в первую очередь Кавендишская лаборатория (где она находится, мне подсказали студенты.) Здесь на рубеже XIX и XX веков Джозеф Джон Томсон открыл электрон, а за-

тем Эрнест Резерфорд, по его собственному выражению, «узнал, как выглядит атом». Здесь был разработан метод рентгеноструктурного анализа, сыгравший большую роль в установлении пространственной структуры белков и нуклеиновых кислот. Здесь же в 1953 году Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик возвестили миру об открытии двойной спирали ДНК. Да, жаль только, что это был воскресный день и потому не удалось пообщаться со светилами большой науки.

Один день на Оксфорд — конечно, за такое время невозможно по-настоящему понять его жизнь. Но этого достаточно, чтобы почувствовать дух английского образования. Средневековая архитектура, шпили церквей, возносящиеся ввысь, аккуратные лужайки и сады внутренних дворов колледжей... Должно быть, все это настраивает на получение академических знаний.

Университет в Оксфорде — самое старое в Британии учебное заведение. Монастырскую школу на этом месте основала в 1167 году группа английских ученых, изгнанных из Парижского университета. (Видимо, в те времена разногласия между учеными мужьями способствовали широкому распространению образования!) В последующие века здесь были созданы колледжи, функционирующие по монастырскому образцу. Капелла и трапезная образовывали часть замкнутого квадратного двора, вокруг которого располагались комнаты преподавателей. Студенты жили в общежитии или на квартирах в городе.

*Тринити-колледж в Кембридже*



*Галерея ученых и общественных деятелей в Тринити-колледже. Здесь расположены скульптуры и памятные доски великим деятелям британской нации: Ньютону, Теннисону, лорду Байрону, Френсису Бэкону, премьер-министрам и лауреатам Нобелевской премии*





Многие традиции сохранились и по сей день. Например, во время ежегодного праздника университета по улицам города проходит красочная процессия одетых в парадные мантии профессоров. А в шесть часов утра 1 мая хор мальчиков в стихах поет гимн на верхней площадке колокольни в часовне колледжа Магдалины, что напротив Ботанического сада. К услугам студентов — богатейшие библиотеки, включая Бодли и библиотеку Мертон-колледжа.

Ботанический сад Оксфордского университета — тоже старейший в Великобритании: он был основан в 1621 году. Он невелик, однако не может не вызвать восхищения: так гармонично расположились коллекции живых растений рядом с колледжем Магдалины и по берегу небольшой речки Черуэл. В 1736 году этот сад также посетил Карл Линней, доказавший известному ботанику Иоханну Якобу Диллениусу, тогдашнему куратору, преимущества своей системы растений. В Англии, надо сказать, не перестанешь восхищаться способностью англичан создать прекрасный сад на небольшом участке земли. Сад печатает путеводители для взрослых и буклеты специально для детей. В них рассказывается о том, как важно сохранять редкие виды растений. Да, здесь проводится огромная просветительская работа!

Кембридж и Оксфорд запомнились мне как университетские города-близнецы, оба проникнутые духом английского классического образования. Сходные черты архитектуры, аккуратные лужайки и сады вдоль рек и во внутренних дворах колледжей; и в Кембридже, и в Оксфорде есть мосты Воздых (копии знаменитого венецианского моста), многие колледжи и библиотеки имеют одинаковые названия. Самое существенное различие: Кембридж и сегодня остается небольшим и уютным городком, тогда как Оксфорд в последние десятилетия сильно разросся и урбанизировался. И все же сохраняется их главная общая черта: международный авторитет кембриджского и оксфордского образования очень высок.

В один прекрасный, но дождливый даже по лондонским меркам день я при-

был на вокзал Кингз-Кросс и сел на скоростной поезд Лондон — Эдинбург, чтобы спустя четыре с половиной часа оказаться в самом сердце Шотландии. Из окна поезда открывались изумительные виды: ровные лужайки и живые изгороди, уютные поместья, поля сочного зеленого цвета, цветущие маки, — английское лето в самом разгаре.

То, что Шотландия — особая страна, можно понять, приближаясь к ее границам на поезде. После пейзажей сельской Англии железная дорога выходит к побережью Северного моря, и кажется, что волны подкатываются прямо к полотну. Очень живописны скалистые побережья. Чувствуется приближение северного края.

У Шотландии — свой парламент и своя Академия наук. Впрочем, Королевское общество Эдинбурга делает многое для интеграции Шотландии в международную научную жизнь. Эдинбург показался мне каким-то сказочным, величественным, королевским городом. Он раскинулся на многочисленных холмах Шотландской низменности у широкого морского залива. С высоты «смотрового холма» открывается фантастический вид на сам город и окрестности. В Старом городе расположен Эдинбургский университет. Главное здание из темного камня, с лестницей и небольшой колоннадой у парадного входа; кажется, в этом камне — сама история страны. Была среда, 14 июня — разгар летней сессии. Студентов не было видно: готовились к экзаменам (я заметил только одного, с ноутбуком на коленях).

Об успехах шотландской биологии, в частности биотехнологии, читателям напоминать нет нужды: именно здесь появилась на свет овечка Долли. Но меня в Эдинбурге больше всего интересовал опять-таки Ботанический сад, самый старый в Шотландии. Он раскинулся на обширной территории недалеко от Старого города. Есть там и научный корпус с богатейшей библиотекой и гербарием, и оранжереи (особенно поражает старая оранжерея конца XIX века), и дендрарий, и сад китайских растений, и всевозможные сады теневых и водных растений. Особенно привлекает альпинарий. В Шотландии существует Общество альпинаристов. Кажется, сама природа этого по-северному сурового, но очаровательного уголка Великобритании помогает ботаникам и просто любителям растений создавать эти шедевры из камня и цветов. Местные жители (у меня сложилось впечатление, что каждый из них — природный садовод) исключительно наблюдательны и внимательны к творениям природы. Здесь на любом клочке земли, на камнях и скалах расцветают «альпийские сады».

Следующим пунктом моего путешествия были Нормандские острова в проливе Ла-Манш. Остров Джерси, самый



## ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОВ



Кавендишская лаборатория

крупный из них, гораздо ближе к берегам Франции, чем к островной Англии, — своего рода «французский уголок» Великобритании. Это отразилось не только во французских названиях предместий и улиц, но и в кулинарии. Местная пища (особенно ее обилие) кардинальным образом отличает остров Джерси от остальной Англии.

И если красоты сельской Англии вспоминаются нам по произведениям Чарльза Дикенса и Джерома Джерома, а сказочная Шотландия — по книгам Вальтера Скотта, то очарование небольшого острова Джерси — по повестям Джеральда Даррелла, который жил здесь с 1959 по 1995 год.

Естественно, первым делом я отправился в поместье «Ла Минор», в зоопарк Даррелла. На этой земле (а площадь поместья около 5 акров), среди живописных ручьев и прудов раскинулись уютные вольеры для нескольких сот редких видов амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих. Творение Даррелла не зря называют зоолого-ботаническим садом: такого обилия видов растений еще поискать. Зоопарк владеет крупнейшей в мире коллекцией редких и исчезающих животных. Здесь живут «герои» книг знаменитого зоолога, хорошо знакомые его российским почитателям: гориллы, колобусы, мадагаскарская руконожка и другие лемуры... Посетитель зоопарка может увидеть птиц, давших название по-





*Эдинбург: вид на Старый город*



*Эдинбургский университет*

## ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК



*Поместье «Ла-Минор». Здесь жил Джеральд Даррелл*

вести «Золотые крыланы и розовые голуби», в которой рассказывается о спасении эндемичной фауны острова Маврикий. Розовых голубей оставалось всего несколько десятков, когда их впервые увидел Даррелл: «Намного крупнее, чем я представлял себе, и неожиданно стройные благодаря чрезвычайно длинным хвосту и шее. Рыжевато-коричневое оперение отливало на груди и шее розово-цикламеновым оттенком. Маленькая голова венчала длинную шею, придавая этим элегантным представителям семейства голубиных сходство с пернатой антилопой...» Если бы не Даррелл и его единомышленники — кто знает, была бы сегодня у нас возможность любоваться этими прекрасными созданиями?

В Визит-центре я смог приобрести DVD-диск с документальным фильмом о самом Джеральде Даррелле и деле его жизни. Пообщался с сотрудниками зоопарка. Сельская местность острова Джерси показалась мне миниатюрной и очень уютной. Французские названия

улиц (в нашем понимании, загородных шоссе), ровные колонны деревьев, цветочные бордюры, прекрасные поместья — путешествие было похоже на сладкий сон. У побережья острова множество мест, где даже можно попробовать искупаться: в Ла-Манше ведь проходит Гольфстрим! Славный небольшой городок Сент-Хельер — своего рода столица острова. Приятно было прогуляться по старым улочкам, выйти к набережной, забрести в паб, чтобы промочить горло пинтой пива (жаркое лето, как-никак).

Кульминацией поездки было мое возвращение в Лондон. В этот день, 17 июня, британцы праздновали день рождения Ее Величества Королевы. Салюты и фейерверки озаряли небо ночного города, а звуки от них не смолкали до поздней ночи.

Напоследок, возвращаясь вместе с читателями в Москву, я хотел бы сказать несколько слов о том, что побудило меня отправиться в путешествие. Два года назад по инициативе Британского

посольства в Москве и Московского общества генетиков и селекционеров на базе Института общей генетики им. Н.И.Вавилова РАН и Государственного Дарвиновского музея была проведена международная школа-семинар по генетической безопасности, в которой участвовали ведущие британские и российские ученые, а также представители обществности, московские студенты и школьники. Именно после этой школы-семинара я загорелся желанием посетить Великобританию, поближе познакомиться с наукой этой страны, и, полагаю, такое желание возникло не у меня одного. Контакты между учеными России и Великобритании постепенно налаживаются.

Когда номер готовился к печати, я дописывал эти строки, снова находясь в рабочей поездке в Великобритании, уже в третий раз. В ноябре прошлого года я снова посетил Эдинбург, чтобы изучить богатейшие коллекции гербария. Так появился интерес к совместной научной работе с шотландскими ботаниками. Местный климат, хоть и мягкий, иногда становится похожим на российский, и погода бывает холодной. Наверное, поэтому шотландские специалисты предпочитают изучать тропические флоры Таиланда, Лаоса, Вьетнама и Малайзии... И в этом наши взгляды полностью совпадают.





# Дневник ботаника

Доктор  
биологических наук  
**М.Т.Мазуренко**  
mazurenkom@mail.ru



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

## Инструмент ботаника

В большом помещении с высокими потолками стоят специальные шкафы. Там хранятся папки с растениями, сложенные в порядке, определенном по всемирно принятой номенклатуре. Поэтому найти в гербарии нужное растение нетрудно.

Гербарий — не просто листик или цветочек. Это должен быть портрет растения, по которому можно будет в дальнейшем, через десятки, а то и сотни лет, его определить. Травы обязательно нужно собрать с корнями, с цветами или с плодами. А у деревьев и кустарников на небольшой ветке должны быть цветки или плоды — генеративные органы. Без этого в дальнейшем определить растение будет невозможно.

Перед тем как отправиться за сбором растений для гербария, нужно подготовиться. Прежде всего, потребуется папка с прокладками, в которые ботаник будет собирать растения. Для этого лучше взять газеты — они хорошо впитывают влагу, у них удобный размер. Второе — копалка. В крайнем случае подойдет длинная стамеска, острый совок, маленькая тяпка с острым концом. Дело в том, что растение необходимо выкапывать осторожно, так, чтобы не отделить от него клубень, корень или корневище. Это бывает довольно трудно. Помню, как на Колыме, на сухих щебнистых склонах, «прятала» от нас свой кругленький клубенок хохлатка Городкова. Над землей — красивая сочная трава с канделябром лимонно-желтого соцветия. Но как ее выкопать, чтобы достать клубенок, глубоко спрятавшийся в щебенке? Начинаешь осторожно раскапывать осыпающуюся щебенку, стебель уходит вглубь, конца, кажется, ему нет. Раз — и обломился... Как теперь найти клубенок? Спрятался. А вокруг только единичные растения. И снова копаем, стараемся делать это крайне осторожно. Со стороны, наверное, кажется, что мы, ботаники, — большие чудачки. «И что это бабье копает тут на тундре?» — спрашивал один ушлый парень у своего соседа, когда видел меня ползающей по скалам за редкими растениями. И как объяснить ему, что только здесь природа создала маленькое чудо, которое необходимо знать человечеству, потому что это не просто красивая травка, а создание, столь же уникальное, как дронт или стеллерова корова.

К сожалению, городской житель даже в турпоходе часто остается поверхностным потребителем дикой природы, не понимает полного значения растений для самого существования человечества. Вот простейший пример, который приводил наш коллега, заведующий лабораторией ихтиологии Института биологических проблем Севера РАН В.Викторовский, когда боролся за сохранение пойменных лиственничников на притоках Колымы: рыбы не могут жить без леса, ведь они идут вверх по рекам откладывать икру. Не будет леса — не станет реки, икру им отложить не удастся, не вылупится новая рыба, не уйдет в океан гулять на просторе. Через год в реке, обмелевшей из-за вырубки леса, не будет ни красной икры, ни красной рыбы... Однако вернемся к работе ботаника.

## Закладка гербария

Итак, мы выкопали растение. Теперь важно заложить его в папку так, чтобы не повредить листьев, цветков. Нужно действовать осторожно, а на сопке сокрушительный ветер, рвет одежду, не то что траву. Приходится приспосабливаться, осторожно отгораживать растения от ветра.

Понемногу папка набивается. Тянет плечо в дальних маршрутах. Ведь самое интересное, новое, неповторимое растет на вершинах гор, на большой высоте. Вот для этого нам выделяли вертолеты, которые сажали нас в высокогорья, и мы ставили там лагерь. Оттуда ходили в дальние маршруты и возвращались со свежими сборами.

Их нужно заложить в гербарную сетку, высушить. Для этого свежесобранный гербарий вынимают из папки, осторожно и очень аккуратно раскладывают на газете, отряхивают от земли, расправляют листья, лепестки цветов, а заложенное растение обязательно снабжают этикеткой. В ней пишется предварительное название растения. Часто не знаешь, с чем имеешь дело, пишешь предположительно. На этикетке нужно указать место и дату сбора, характер местообитания, а также имя коллектора, то есть сборщика. На этом изнурительная работа ботаника не заканчивается: нужно высушить с таким трудом собранную траву. Поэтому заложенный гербарий прокладывают гигроскопичной бумагой, лучше всего промокательной. И в течение нескольких дней два раза в сутки надо

менять прокладки, сушить, пока растения не высохнут. Если пропустить, то заложенные растения просто-напросто сгниют и вся работа пойдет прахом.

Высушенные растения привозят в город, в гербарий, в травохранилище. Здесь его монтируют на картоне, определяют. Тот, кто определил растение, ставит свою подпись. И только тогда добытый экземпляр может быть помещен на долгое хранение.

На основе сборов из какой-либо области нашей планеты ботаники сначала составляют списки, затем пишут специальные книги, «Флоры», отображающие наличие растений в том или ином месте, и составляют определители растений. С их помощью любой человек (то есть тот, кто умеет такими книгами пользоваться) сможет установить, что за растение ему встретилось. Вот сколько пользы от многотрудной работы ботаников-полевиков.

## «Флора» Колымы

К середине XX века Магаданская область, часто называемая по ее главной реке Колымой, оказалась в пределах Советского Союза единственной, для которой еще не была написана «Флора». Во второй половине XX века, а именно в 1971 году, в Магадане был организован Институт биологических проблем Севера АН СССР. Одной из важных его задач, связанной с оленеводством и золотодобычей, как раз и стало написание «Флоры Магаданской области». Сделать это поручили московскому ботанику А.П.Хохрякову, возглавившему лабораторию ботаники института.

И задачу эту Андрей Павлович выполнил. Он со своими коллегами стал фактически таким же первопроходцем, как в свое время академик В.Л.Комаров на Камчатке, только перемещались они не на лошадях, а на вертолетах и вездеходах. За кратчайший срок, всего за 15 лет, в труднодоступных местах Колымского нагорья, на Чукотке, в Охотоморье удалось собрать собственный региональный гербарий растений Магаданской области. На его основе была написана «Флора Магаданской области», вышедшая в 1985 году.

В этом году, кстати, отмечается 35-летие Института биологических проблем Севера, где и хранится гербарий, созданный А.П.Хохряковым.

Возможно, это был самый главный труд ученого, если учитывать усилия, затраченные на сбор растений. Однако для Хохрякова сбор гербария был не просто работой, а состоянием души и способом его существования. Однажды он приехал туристом на Кубу и, убежав от своей группы, забрался в тропический лес гор Сьерра-Маэстро, где его арестовали бдительные стражи порядка. В другой раз он собирал растения непосредственно под брюхом самолета. Хохряков это делал постоянно везде, где мог, удивляя и смеша обывателя. Да и

среди коллег его считали большим оригиналом и чудачком, и не потому, что самозабвенно, до фанатизма, ходил по горам. Нет, он прослыл чудачком за оригинальные идеи, высказанные в монографии «Закономерности эволюции растений». Эти идеи не совпадали с общепринятыми. Теперь, когда Хохрякова нет на свете, его оригинальные мысли, опубликованные в более 300 трудах, стали общепризнанными. Ничего удивительного, так было в науке много раз. Но сейчас мы не будем отвлекаться на сложные теории происхождения растительного мира, модусы эволюции и споры о том, какая систематическая единица важнее — биоморфа или цветок, а лучше, пользуясь моими дневниковыми записями, покажем, что это за труд — быть ботаником.

## Экспедиция-72

16 июня. Утром загрузились и наконец тронулись в путь. Состав экспедиции: Хохряков Андрей — начальник, я, Галя Антропова, Юрий Королев — научные сотрудники, лаборантка Галя Третьякова с маленькой сестрой Наташей, школьницей. Вообще-то школьников, согласно технике безопасности, в поле брать нельзя. Но детей некуда летом пристроить, и их часто везут с собой на полевые, рискуют. С нами едет гость, Владимир Владимирович Леонович — ученый секретарь Музея изобразительных искусств им. А.С.Пушкина в Москве. Вторая его специальность орнитология, любимое занятие — сбор птичьих яиц.

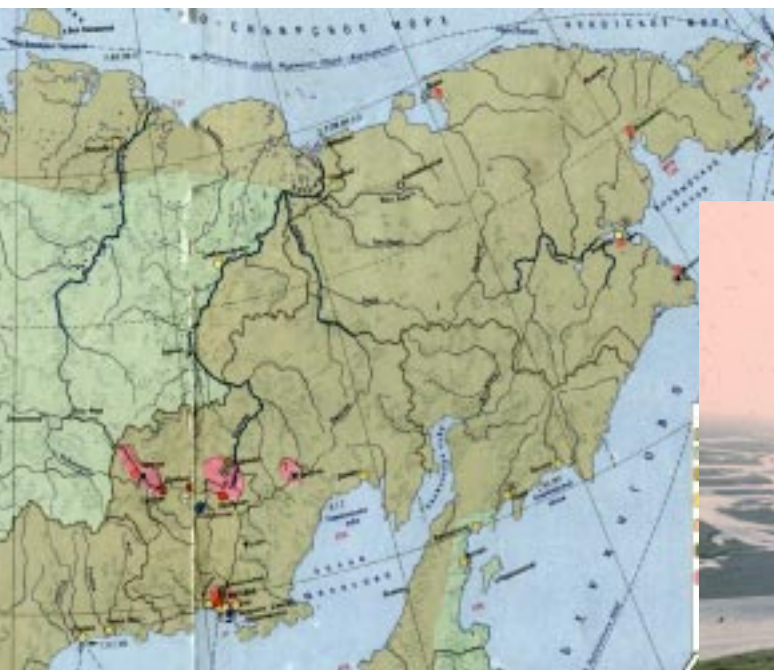
Согласно плану Андрея, мы едем с небольшими остановками в Омсукчан, по пути делая сборы. Из Омсукчана забрасываемся вертолетом в верховья Омолона.

На четвертом километре трассы, на вершине первой сопки, большой щит с изображением оленя — символом Магадана — и надпись: «Вас приветствует Магадан!»

Первая остановка — ручей Гипотетический в одном из распадков за Черным озером. Выбирает место шофер Харитоныч, рассказывая, что именно здесь он с геологами собирал редкие камни. Место в самом деле красивое. Река, наледь и галечник. Высокий, сверхманерный и вежливый Владимир Владимирович уходит от шума спать на сопку. Там он ищет кладки птиц, собирает яйца, а потом просвещает нас насчет птичьих голосов.

На следующий день только один маршрут. Едем дальше. Еле дышим. При каждом толчке рискуем врезаться в крючок под потолком. Владимир Владимирович расшиб голову. Перевязываем. Умоляем Харитоныча не гнать. Но он со своей вечной половицей «Лучше маленький Ташкент, чем большая Колыма» смотрит на нас как на дрова. На стоянке у костра он вспоминает, что по этой трассе возил замерзших эзков в Магадан штабелями, где их сваливали в одну большую могилу.

Сворачиваем на Омсукчанскую трассу. Останавливаемся у ручья Багира. Здесь, как рассказывает Харитоныч, был очень большой лагерь. У прозрачной реки поднялся молодой лиственничник. Никаких следов лагеря уже не видно. За перевалом Рио-Рита, в окрестностях поселка Балыгычан, остановились в пойме. Белые ночи, весеннее пенье птиц. В голубых старицах отражаются наполненные желтой пылью сережки козени. Машина медленно поднимается на величественный перевал







## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

*Бошнякия русская —  
единственное растение-  
паразит, обитающее в  
Магаданской области.  
Она растет на корнях  
ольховника*

*Только опытный глаз  
ботаника разглядит в  
этом северном растении,  
име сетчатой, родствен-  
ника мощных деревьев  
Средней полосы*

написать жалобу. Это действует. Моментально оформляется заявка, за пять минут загружаемся и летим. Через час приземляемся в Верхнеомолонской впадине — на водоразделе. Быстро выбрасываем вещи. Винты работают. Гавриш злобно шлет нас к чертовой матери. А мы рады-радешеньки. Птичка улетает. Вокруг полно цветущих растений. Собираем все подряд. Вокруг нас фантастических форм лиственницы. Одна в виде огромного канделябра, у второй ствол лежит, а ветви вертикальные, и так далее. Мы словно в сказочном парке. Недалеко голубеют огромные наледы. Ивы только-только начинают раскрывать листья, сережки сильно пылят.

Межгорные ущелья почти полностью забиты снегом. Много снежников и на северных склонах. На южных склонах уже вполне оттаявшая сыпучая щебенка, расцвеченная маленькими букетиками нарядной дицентры — разбитого сердечка. На луговинках рядом со снежниками выглядывают из сырой земли белые цветы сиверсии, на скалах краснеет большими пятнами камнеломка супротивнолистная. Встречаются степные участки с незабудочником, крупками, желтым прострелом. На обратном пути, уже в сумерках белой ночи, в тихих водах отражаются желтые блестящие цветки калужницы арктической. Цветет желтая купальница. Бросается в глаза обилие желтого, синего и белого. Красные куртины цветущего рододендрона лапландского похожи на яркие клумбы. Присутствуют почти все краски спектра!

Одна из главных наших находок — новосиверсия ледяная, мохнатые кустики с ярко-желтыми, блестящими, слепящими глаза цветками. Кроме обычного ароматного незабудочника шелковистого, разительно похожего на незабудку, нашли другой вид — северный подушковидный мохнатый.

Возвращаемся поздним светлым вечером. С вершины слышим, как в нашем лагере из транзистора громко вещает «Голос Америки», расхваливая шахматиста Фишера...

## Экспедиция-82

**18 июня.** Магадан. Уезжаем на все лето. Машина стоит у института. Солнечно и прохладно, ветер несет пыль по голой улице. Грузимся. В последний момент наш начальник отряда Павел Жмылев вносит «на распахнутых руках» ящик сливочного масла — 25 килограммов. Учитывая колымскую жару — не лучшая идея. (Объясняю его странный поступок читателям, кто не застал или плохо помнит те времена: в магазинах с продуктами плохо. Перед началом полевого сезона на складе мы можем затовариться, вот и выписал Жмылев по неопытности столько, сколько дали.)

**19 июня.** Сеймчан. Все по-старому: аэропорт, аэродром, пыльная улица и лесоохрана. Жара, комары и пыль. Спешим

Капранова. Растительность исчезает. Вокруг только камни, поросшие лишайниками: серыми, зеленоватыми, оранжевыми.

Омсукчан — типовой северный поселок с низкими домами, пыльными улицами. Останавливаемся в школе. Здесь главное — выбить вертолет.

Ночью в нашей школе выпускной вечер. Нарядные школьники гуляют всю белую ночь напролет. А мы напряженно ждем вылета. В семь утра летчики на месте. Вертолет разогрет. Но нет Гавриша — начальника отряда. Мы с Галей звоним ему домой. Недоволен: разбудили. Уже девять утра. Андрей шипит: «Черт, проклятье», — его излюбленное выражение отчаяния. Ложится под кустами. Наконец появляется важный Гавриш и заявляет, что полет отменяется. И тут мы все — я, Королев, Андрей — говорим Гавришу все, что думаем о нем и о его самодурстве тоже. Грозим сегодня же уехать обратно и



на причал. Вода в Колыме быстро падает. Последняя баржа еще грузится. Кран поднимает наши вещи на баржу. Рискованное мероприятие: боюсь, что все треснет, упадет в воду. Капитан Березовский сам принимает и расставляет вещи! Сегодня у его помощника день рождения, поэтому баржа пойдёт завтра. Ночь прошла под истошные крики, команда гуляла с местными девицами, капитана искупали, и он мчался кому-то мстить за оскорбление.

**20 июня.** Погрузка окончилась только днем, но гулянка продолжается. Еще два часа оформляют отход. Наконец отчаливаем. С этого момента, не доверяя команде, капитан в мягких тапочках стоит у штурвала. Вода низкая, мели. Колыма прекрасна, особенно белой ночью. Синеют сопки, воздух становится беловатым. Прохладно. А днем очень жарко.

**21 июня.** У Сугойского кривуна горят леса. В Оройке причалить не можем. Вещи перевезли на лодке. Пока выгружались, бич бичу отрубил голову! Это событие потрясло весь поселок.

**22 июня.** Лесоохрана не зависит от местных властей. Красивый голубоглазый ее начальник Володя Щеглов — законодатель моды, щеголяет особым магнитофоном, японскими часами. С утра на лесоохране собирается команда — народ пестрый, большинство вольные охотники. Зимой ходят на соболя. Летом в основном бездельничают, но когда пожары — проявляют чудеса героизма.

**24 июня.** Оля с Андреем едут на Карасиное озеро. Поход не удался — сильно ободрались. Завхоз Владимир Петрович выпросил у меня спирта за свою работу по перевозке. Тут же надрался и в таком состоянии ехать за Андреем и Олей, я понимаю, не может. Попросила Щеглова. Но пьяный завхоз пробрался к лодке и умчался первым. Щеглов завел вторую лодку, бросился вслед. На стремнине Владимир Петрович выписывал необыкновенные узоры, ставил лодку чуть ли не вертикально. Всю эту картину мы наблюдали с берега. Здесь это модно, высший шик. Через полчаса все вернулись без приключений.

Предмет нашего волнения — масло. Оно портится на глазах.

**30 июня.** Старая вездеходная дорога оставила глубокие, еще не заросшие следы. Все заболочено. То и дело пересекаем ручей. Печет солнце, заедает гнус. Среди тайги стоят аккуратные бревенчатые домики. Все брошено и безжизненно. В центре поселка всего одна улица, на засохшей глине следы медведей, сохатых, лис. В одном из домиков устраиваем лагерь

По пути вверх по Колыме на свою Коркодонскую заимку заехал охотник Антон с супругой и детьми. С ним охотник Вася. Привезли бутылку коньяка. Огурцы. Хорошо помнят нашу флягу со спиртом. Ждут нас в гости.

Андрей изо всех сил борется за соблюдение режима. Но светлые белые ночи скрадывают вечера. Солнце садится только в десять вечера. Планируем трехдневный поход в горы. Оставлять вещи в избушке рискованно. Будут искать спирт. Нужно прятать тулуп, спальники — все то, без чего нельзя работать.

**Ботаник не может представить себе северную природу без этого растения, которое называется дриадой**



**2 июля.** С утра холодный ветер. Километров десять месим грязь по старой вездеходной дороге. Девочки развлекаются, наблюдая свежие следы медведя, лося, лосят! Ползем вверх унылыми гарями. Но склон оказался очень интересным. На выходах известняков нашли венерин башмачок, рододендрон Адамса. С вершины открывается вид на далекие синие горы и излучины Колымы. Под вершиной вспугнули семейство диких оленей. Коричневый олененок, еще без рогов, быстро догоняет взрослых.

Спуск получился тяжелым. На склоне гарь, искалеченная земля вся в трещинах. Возобновление очень слабое. Перебираемся через обгоревшие лежащие стволы. До места, откуда начали подъем, прошли не менее пяти километров. Андрей подбадривает нас, поет: «На рыбалке у реки... потерял рыбак портки». Особенно смешно у него получается: «Шарил, шарил, не нашел, без порток домой пришел».

**3 июля.** Обратный путь без приключений. Не торопясь, тащим большой гербарий. У нашей избушки несколько подозрительных людей. Расспрашивают об Обоеве. Все знают — Обоев хороший охотник. Эти люди — крысятники: так здесь называют тех, кто выслеживает склады мяса, сделанные охотниками, и ночами воруют. Увидев приближающуюся лодку Обоева, быстро уплывают.

**4 июля.** Два дня посвящаем разборке и сушке гербария. Затем на двух лодках, с приключениями, пересаживаясь с лодки на лодку, плывем вверх по Колыме на метеостанцию у впадения Коркодона, ту самую, на которой мы стояли три года назад.

**12 июля.** С утра чувствую себя совершенно больной. Ангина. На почте необходимо отправить посылки с гербарием. Купить продукты. Масло, которое нам навязал Жмылев, катастрофически портится. Девочки его срочно перетапливают. Андрей оформляет документы. Подогнали машину, грузимся. Бегу за хлебом, но его еще не выпекли. Едем к пекарне и берем десять буханок горячего хлеба. Шофер ищет Обоева. Он должен лететь с нами, но исчез, видимо, пьет.

Вертолет готов, нас ждут. Грузимся. Бешено завертелся винт. Парим над поселком, рекой, удаляемся в горы на се-

*Цветы парии голостебельной пахнут, как сирень*



*Дицентра странствующая — родственник всем известного разбитого сердца*







## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Простудились. В сильном напряжении нас держали десять дней. А потом пришла машина. Сразу же по возвращении в Магадан, не отпуская машину, в том же составе уехали на юг Охотского побережья в Талон.

### Дорогой мой ботаник

А.П.Хохряков своим энтузиазмом сумел доказать, что на самом краю света, на крайнем северо-востоке, в труднейших условиях, за кратчайший срок можно было в те годы обследовать очень трудную и большую территорию, создать гербарий, обработать и написать «Флору».

Чтобы читатель мог судить о важности этой работы, привожу письмо, которое в 1976 году А.П.Хохряков послал известному московскому ботанику А.К.Скворцову, написавшему книгу «Гербарий», где излагаются основы непростого гербарного дела.

«Дорогой Алексей Константинович! Большое спасибо за Вашу книжку. Прочитал ее с большим удовольствием. Говорят, она летом продавалась в нашем магазине, но моментально разошлась. Но кое с чем я позволю себе все же не согласиться. Вы пишете, что гербарий не может быть создан за 3—5 лет. Но вот нашему гербарию всего семь лет (с 70 года), и я считаю, что он уже создан как научная коллекция, по крайней мере, если не как научное учреждение. К нам приезжают специалисты изучать свои роды по северу Дальнего Востока, в частности по злакам, березам и дриадам. Последний — это Юрцев, который очень остался доволен. Да и Коробков тоже — полынями. У нас не менее 25 000 основного фонда цветковых, да еще тысячи 2—3 мхов. Есть и лишайники, правда, не разобранные. К сожалению, пока нет настоящего помещения. Но зимой обещают дать. Конечно, насчет типового материала у нас жидковато, только мои изотипы (уже более 20), но все равно я позволю себе считать, что наш гербарий уже существует и что его можно включать в разные справочники. Главное в нем — южная часть Магаданской области, но более-менее полно он охватывает и Чукотку, и соседние районы Якутии, а менее полно — Камчатку, Курилы, Приморье и Приамурье. В общем, типичный, региональный».

Все, о чем я пишу, — дань первопроходцам, которые не перевелись и в наши дни, однако это лишь малая часть всех тех приключений, которые выпали на долю магаданских ботаников. Более подробный рассказ — в моей книге «Дорогой мой ботаник».

И напоследок одна небольшая аллегория. Ныне в народе, особенно среди студентов, прочно укоренилась кличка «ботан, ботаник», что означает «чудак, человек повернутый не в ту сторону». Не к жизни, а к совсем посторонним и, главное, ненужным вещам. К сожалению, это отражает общее небрежение городского жителя к растительному покрову, к деревьям, диким травам. На мой взгляд, символом нынешнего времени может служить газон вблизи одного из самых красивых зданий в Москве — дома Пашкова. Напротив, через шоссе, — Александровский сад, за ним зубцы стен Кремля, которые «утро красит нежным цветом». Здесь, у подножия дома Пашкова изысканное изображение храма, сделанное из однолетних ярких цветов. А над композицией неухаживаемая, неподстриженная роща старинных сиреней. Между ними сорный клен американский... За красивым партером не видно главного — деревьев.



вер, на Юкагирское плато, где еще не ступала нога ботаника! Сели у прозрачного ручья.

15 июля. Заболела ангиной и Ира. Разбираем гербарий. Неожиданно Андрей говорит, что перед отлетом Щеглов отказался нас выбирать. Это не его район. Вертолетчики, вероятнее всего, уйдут в отпуска и вернутся в Сеймчан. Вызовет ли Щеглов вертолет из Сеймчана, чтобы нас забрать?

До 21 июля — срока прилета вертолета — ходили на дальнее плато.

Прошло 6 дней — вертолета все нет.

25 июля. Поворот к осени. Отцвел багульник. Разлетается пушица. Появились коричневые краски. Ручей по-прежнему прозрачен, но воды поубавилось. Постоянно прислушиваемся, смотрим в небо. Выше на плато выпасают оленей. К нам приходили пастухи, у которых стадо насчитывает до 4000 голов. Пастухи вызывают санрейс — им положена профилактика. Пастухи русские, женаты на эвенках и очень довольны. Раньше бичевали, спивались в Сеймчане. Потом одумались и ведут здоровый образ жизни. Особенно помогла необходимость бегать за стадом, искать оленей.

28 июля. Просыпаемся поздно. Томимся. Тень лиственницы покрыла узорам крышу палатки. Жарко. Журчит ручей. Седьмой день ожидания. Полная безвестность. Опять гремит вертолет. Мы не верим глазам. Садитесь! Это вертолет землеустроителей, летит в Рассоху. Пастухи передали о нашем положении по рации. Быстро, как в бреду, заталкиваем все подряд без разбору. Летим в Рассоху на восток. А в Оройке находятся наши вещи. Туда приходит почта! Но нам лишь бы к людям.

11 августа. Утром на Ан-2 прилетел Н.Соколов. Делает облеты. Предлагает по пути забросить в Орок. То, что надо. Летим вместе с Олей. Пилоты Макс и Вреш — наши старые сеймчанские знакомые. Макс, Максютка — известный пилот. Вреш тоже известный. У него был случай: загорелся самолет и он, спасая детей, сильно обгорел. Оба влюблены в Север. Летим на бреющем полете вдоль реки Булун, затем вниз по Коркодону. На Колыме все заволокло дымом. Везде пожары.

16 августа. Андрей с Ирой прилетели из Рассохы. Ира сразу улетала в Магадан. Мы стали дожидаться машины из Магадана, чтобы перебазироваться на Буянду. Но оказалось, в сенокосную страду выбить машину у нас в институте так же трудно, как уехать на вездеходе на Конус. Похолодало. Сыпал снег. Мы на лесоохране жили в сырой комнате без печки.

# Вольные сыны саратовского эфира (1966–1976 годы)

М.Ю.Кожевников

*Тебя я, вольный сын эфира,  
Возьму в надзвездные края...*  
М.Ю.Лермонтов. Демон



вращаясь домой. В один из первых дней я почти сразу же включил третьеклассный пенталамповый «Рекорд-53» и прослушал 25 метровый КВ-поддиапазон, надеясь поймать дневные известия по Би-би-си или хотя бы «Голос Америки» на украинском языке, а затем переключился на СВ и начал крутить ручку к отметке «300 м» — там тогда работала «Торба», дающая сводки погоды и циркулярные распоряжения «для МВЛ и СХА», то есть для местных воздушных линий и сельхозавиации (на бипланах АН-2). Неожиданно я услышал женский голос: «Иркут, Иркут, я — Ангара, все поняла...» Через секунд 10–20 ответил «Иркут» (позывные помню до сих пор). По дальнейшему разговору понял, что это не проба служебной связи, а самодещички, и поразился смелости — выйти в эфир «по собственному желанию»! На следующий день рассказал новым однокашникам, а меня подняли на смех, удивляясь моей темноте: оказывается, уже несколько лет на ДВ- и СВ-диапазонах всю работу делают нелегалы.

## Первое знакомство

После 2000 года редко услышишь на вещательных диапазонах в эфире «хулигана» — но наблюдения за редкими станциями я начинал именно с них, постепенно переключился на прием дальних вещательных: Пермь, Екатеринбург, Тирасполь и далее. Это хобби называется DX-ing — произносится как «ди-экс-инг».

Совсем не так было 40 лет тому назад. В 1966 году сразу после школы я поступил на первый курс Саратовского госуниверситета, СГУ. Уж такая выпала мне школьная судьба, что из десяти лет не менее восьми с половиной я учился во вторую смену. А теперь пришлось учиться с утра, после полудня воз-

## Информационная ситуация

В местном эфире устойчиво слушали единственную первую программу Всесоюзного радио. В Саратове ее передавала с Большой Кумысной поляны станция RW3 — по-русски «РВ-3», до февраля 1968 года — на частоте 340 кГц (волна 882,4 м). В том же диапазоне ДВ (тогда он кончился частотой 415 кГц) первую программу хорошо, если не было ближних помех, слушали на 236 кГц (Самара, бывший Куйбышев), похуже на 263 кГц (подмосковный передатчик — теперь он передает «Радио России» на 261 кГц), еще хуже на 254 кГц (Казань), где были также передачи на татарском языке. Иногда в середине дня





в час потешалась вся Саратовская область, а также районы соседних областей России и Казахстана.

Только вечером, после наступления темноты, диапазон СВ оживал — первой появлялась на 557 кГц (из Волгограда) Первая программа Всесоюзного радио. Часто на 667 кГц — Литовское радио, на других частотах станции востока Украины (Донбасс), Казахстана, Азербайджана. После полуночи — иногда «Радио Ватикана» (но не по-русски) и Би-би-си на английском языке: это только в начале диапазона (1200–1600 кГц, то есть от 187 до 250 м). Зимой появлялись подмосковные станции со второй и третьей программами — на них обычно давали повторы передач, прошедших днем по Первой программе. Уверенного приема Второй и Третьей программ не было — сигналы слабые, а помехи казались чрезмерно раздражающими. Тогдашний уровень помех да в наше бы время — мечта несбыточной...

## Музыкальная ситуация

Основными музыкальными жанрами на Первой программе были академическая классика — оперы, симфонии; камерная филармоническая музыка — романсы, инструментальные сочинения; фольклор (хор им. Пятницкого и другие национальные ансамбли); «гимнические» официозы («Ленин всегда живой, Ленин всегда с тобой», «Партия — наш рулевой», «Советская наша держава»). Музыкальные паузы заполнялись инструментальной музыкой, ариями, реке песнями.

Деление эстрады на «поп» и «рок» еще только обозначилось на Западе, в начале 1960-х годов журнал «Юный техник» опубликовал статью о сущности поп-арта — только изобразительного, а о музыке в ней было сказано вскользь, чуть-чуть. У нас же эстраду, в смысле «легкие жанры», держали на радио в загоне, ее дозировали помаленьку, были специальные передачи по 10–20 минут (до и после полудня). Исключение — сборные концерты по два-три часа, напрямую транслировавшиеся из праздничного зала, либо их записи (повторение «по просьбам трудящихся»). Новые песни звучали с киноэкрана, а в эфир они попадали с задержкой в полгода и более, пока фильм не обойдет большую часть СССР. Но сперва эти песни из кинофильмов появлялись на грампластинках — до конца 1960-х годов на скорости 78 оборотов в минуту. Магнитофоны были редкостью, а лента для них — жутким дефицитом. По доходности на первом месте стояла водка, на втором — кинопрокат, на третьем — грампластинки (далеко впереди автомобилей).

Когда Вторую всесоюзную программу преобразовали в «Маяк» (с 1 августа 1964 года), первые два-три года это было море эстрадной музыки, в основном архивной, но станция быстро переориентировалась на тематические репортажи и прочие разговорные жанры — лишь бы поменьше новинок эстрады. Года два на Первой программе по утрам дважды повторялась 25-минутная развлекательная программа под названием «Опять — двадцать пять!» — из материалов воскресной передачи «С добрым утром!», но ее дважды закрывали (в последний раз — накануне XXV съезда КПСС).

появлялась еще одна подмосковная станция (где-то между 173 и 254 кГц), на которой медленно диктовали — для редакций районных газет — короткие тексты сообщений ТАСС: через секундные паузы произносили слова, а числа, аббревиатуры, имена и фамилии расшифровывали побуквенно.

В самом начале диапазона ДВ (около 400 кГц) работал с рассвета до полуночи «авиационный маяк» — кодом Морзе (с АМ тоном 1000 Гц) давал «GN» (или по-русски «ГН»). Эта станция стояла во дворе жилого дома в центре города на улице Советской, по направлению север-юг вдоль нее заходили на посадку со стороны Волги самолеты — от Ли-2 в 1950-е годы до Як-40 и Ан-24 в 1970-е годы.

Диапазон СВ днем был пуст, пока в начале 1960-х годов здесь на 1000 кГц не появилась «Торба», работавшая на всю область — с ранней весны до поздней осени. Ее слушали, когда хотели узнать погоду в Саратове (на двух метеопостах — в аэропорту и на испытательном аэродроме авиазавода, то есть в противоположных концах вдоль Волги). При стабильной погоде сводку меняли через шесть часов, но бывали и «штормовые предупреждения». Давали температуру, давление, влажность, направление ветра. Иногда после погоды шло циркулярное сообщение, обычно после очередного «летнего происшествия» или нагоняя от начальства.

Например, как-то вечером на закате «летуны» отправились в соседнее село за водкой — на бреющем полете, чтобы не засекли военные локаторы. Как обычно, по-чкаловски, поднырнули под ЛЭП, но от жары провода провисли ниже обычного уровня, а киль у АН-2 большой, зацепились, грохнулись, но остались живы и даже самолет не разбили. Об этом «Торба» талдычила месяца полтора или два. Ежедневно один-два раза

В 1940–1950-х годах существовала подпольно-кустарная индустрия пластинок «на костях», то есть на использованной толстой рентгеновской (крупноформатной – 24 x 30 см) фотопленке, естественно, на 78 оборотов в минуту. Но уже к началу 1960-х годов она не выдержала конкуренции (по качеству звука и по продолжительности записи) с магнитофоном и оставалась в сфере бытового обслуживания курортных зон – переходя на 33 оборота в минуту и меньший диаметр пластинок. Магнитофоны становились все доступнее, а к началу 1960-х годов уже появилось первое поколение бардов (Окуджава, Визбор, Галич, Высоцкий), романтические песни («за туманом и за запахом тайги») звучали на радиостанции «Юность», а точнее, на ее предшественнице – ежедневной передаче молодежной редакции на Первой программе (по будням около полудня эфира).

Там в первые годы собралась группа авторов-исполнителей с гитарой (Ада Якушева, Юрий Визбор, Максим Кусургаев и другие) – они оживляли комсомольскую тематику собственными песнями и песнями собратьев по формирующемуся движению. Только там звучали первые записи Елены Камбуровой, из Высоцкого передавали «по заявкам» единственную песню – «Если друг оказался вдруг».

После полуночи по московскому времени (в Саратове тогда – после часа ночи) проводная сеть отключалась, а в эфире на Первой программе чередовались через день две музыкальные передачи: «После полуночи» (спокойная инструментальная музыка «нон-стоп») и молодежная «Для тех, кто не спит» (продукт того же коллектива, что делал «Юность»). Здесь впервые появилась в эфире Жанна Бичевская, по 3–4 песни пел Булат Окуджава...

Западное (джаз, блюз, ранний рок) попадало в Союз на пластинках. Иногда удавалось записать с эфира, если при хорошем прохождении не глушили ближние передатчики («Голос Америки» – в Турции, Би-би-си – на Кипре). И «радиохулиганская» сеть быстро заполнила музыкальную нишу официально-го эфира: в ход пускали любую новинку – от фонограммы кинофильма до неподцензурных Галича и Высоцкого.

## Техническая база «сынов эфира»

Начинали с одноламповой приставки (обычно на «тройке», то есть на лампе 6П3С, реже на других приемно-усилительных) – ее прицепляли к любому аппарату с одноканальным УНЧ: к радиогаммофону, магнитофону, приемнику, иногда даже к телевизору. Схема приставки – простейший автогенератор с единственным колебательным контуром. Питание – за счет резерва мощности в аппарате.

Прародителями таких одноламповых приставок были опубликованные в конце 1940-х схемы для начинающих официальных любителей-связистов в диапазоне УКВ 38–40 МГц (7,5 м) – его отняли у любителей в конце 1950-х годов, заменив на диапазон 28–29,7 МГц (10 м). Тогда на УКВ работали с АМ (амплитудной модуляцией), как и на вещательных диапазонах ДВ, СВ и КВ. Источником для подражания могли быть и сельские радиостанции «Урожай» – упрощенные версии армейских носимых станций.

Следующим по сложности шагом был двухтактный («тяни-толкай») передатчик на двух 6П3С с отдельным возбудителем (на той же 6П3С) и собственным источником питания – колебательная мощность примерно в три-четыре раза больше. Другой вариант – одноканальная схема на «полтиннике», то есть на лампе ГУ-50. Но ей нужно повышенное анодное питание от 500 до 900 В – приходилось наматывать самодельный трансформатор. Особо продвинутые доходили до двухтактного передатчика на ГУ-50.

Иногда применяли лампу Г-807 – они лежали во всех магазинах, торговавших радиодетальями. эту лампу применяли на выходе строчной развертки в телевизоре «КВН-49»: его выпуск прекратился во второй половине 1950-х годов, а торговля была обязана иметь в продаже лампы на весь срок службы –

официально не менее восьми лет. Но для питания Г-807 нужно не менее 1500 В, сложностей становилось еще больше.

Одноканальных телевизоров «КВН-49» (экран с диагональю 18 см – перед ним ставили линзу) было очень мало, фактически первым основным типом телевизоров в Саратове стали «Рекорды» с экраном 35 см (сперва с 5-канальным ПТП, затем с 12-канальным ПТК).

Антенну старались протянуть подлиннее и повыше, но чтобы не очень заметно: маскировали под крышами сараев и домов, если кровля не железная. Работали в радиосеть – провод стальной, но покрыт медью, потери – на скрутках, но он протянут вдоль улицы; запеленговать рамочной антенной практически невозможно. По слухам, кто-то успешно работал в уличную электросеть.

Угасанию «вольного эфира» в немалой степени способствовали вымирание ламповой техники (конец 1970 – начало 1980-х годов) и замена ее на транзисторную, а к низковольтному бестрансформаторному УНЧ передатчик напрямую не прицепишь. Ламповая бытовая техника вымирала – в ней высыхали высоковольтные электролитические конденсаторы, производимые из года в год все меньше – и по количеству, и по ассортименту.

## Вокруг явления

Итак, состряпав из консервной банки приставку с одной лампой (6П3С) и забросив на дерево около дома кусок провода (10–15 метров), а ко входу «звукосниматель» подключив микрофон (угольный капсюль из телефонной трубки, питаемый одним гальваническим элементом «373» за 17 копеек), получаешь интересный эффект: ты говоришь, а тебя слышат в радиусе 3–5 км! Если потом сделаешь кое-что получше, то услышат и на другом конце города. Трепались в эфире обо всем, не экономя матерков: о пьянке, о мордобое, о дефицитных товарах. Но главным шиком было прокрутить свежую фонограмму, недавно завезенную в город, – это могли сделать владельцы магнитофонов. С середины 60-х годов ежедневно в вольном эфире можно было послушать бардов (все они нынче – классики), новинки попсы (ВИА – вокально-инструментальные ансамбли), песни «Битлз» и прочее из-за бугра.

Работали до 5–6 часов вечера, то есть до начала телепередач (днем тогда был перерыв), так как от простых схем шли помехи (гармоники и другие внеполосные частоты), а соседи могли опознать хулигана по голосу (паразитная ЧМ принималась телевизором). Конспирация была не роскошью, а необходимостью. В первый раз, помимо штрафа 50 рублей (месячный оклад уборщицы, ночного сторожа), увозили из квартиры всю радиоаппаратуру, кроме трансляционного динамика, даже телевизор! Во второй раз штраф был больше в три-четыре раза. В третий раз отдавали под суд – обычно 206-я статья УК, «Злостное хулиганство».

Позывные могли совпасть у маломощных новичков в разных частях города – человек пять-шесть в начале 1960-х годов называли себя «Князь». Но две мощнейшие станции четко, громко, разборчиво, то есть с максимальными оценками сигнала (по шкале РСМ=595, или по шкале СИНПО=55555), прослушивались во всех концах Саратова и Энгельса: «Омега» (на Соколовой горе, около аэропорта) и «Киловатт» (недалеко от Речного вокзала, то есть в старейшей части города, в границах крепостной стены, взятой войсками Пугачева с согласия казачьей части гарнизона). «Киловатта» судили дважды: в первый раз дали срок условно; во второй раз он сел по-настоящему.

Воскресенье 13 сентября 1976 года – последний день активности. Эфир кишит. Только с полудня до захода солнца я за пару часов записал более сотни позывных и бросил это дело. С понедельника, 14 сентября, началось прочесывание города. Дошла очередь до Саратова: прислали разъездную бригаду пеленгаторов с новейшей на то время техникой. Помехи от хулиганов портили связь авиаторам, «скорой помощи», ми-



лиции, газовикам, телефонной сети «Алтай» и т. п. Засеки не более 1/20 ежедневно активных, но более 3–4 лет перепуганные уцелевшие помалкивали.

Тем временем возникла «новая волна» — в проводной сети после полуночи. Как только отключали радиоузлы, из репродукторов слышались слабые голоса операторов и музыка. Это с выхода магнитофона (как правило, уже транзисторного) протянули в розетку пару проводов. Особо продвинутые закорачивали квартирные балластные резисторы (два по 240 Ом) в распределительной коробке на лестничной клетке. Были случаи, когда с гражданами случался ночной испуг: они просыпались от шепота из оставленного включенным динамика, думая, что к ним забрались вору!

«Новая волна» была хорошо забытым старым. Еще до середины 1950-х годов в перерыв (для технического обслуживания радиоузлов, обычно между полуднем и концом рабочего дня) случались такие самовольные «врезки» в радиосеть. Немедленно кто-нибудь доносил, а по сети начинали передавать грозное предупреждение — боялись самой возможности нецензурных передач. Хотя, кроме невинной эстрады, я ни разу ничего другого не слышал: ни иностранной музыки, ни самодеятельности (под гитару), ни «блатного шансона», ни похабщины.

## Внутри явления

«Вольными сынами эфира» становились обычно в возрасте от 12 до 15 лет, а бросали это дело от 18 до 20. Основная масса — школьники, учащиеся ПТУ, техникумов, студенты 1–2-го курсов, особенно живущие в общежитиях. Возвратившиеся из армии возобновляли работу на год-два, потом появлялись новые заботы и интересы.

Ближние связи происходили внутри агломерации Саратов — Энгельс: с пригородными совхозами и рабочими поселками (при железнодорожных станциях) их суммарное население в середине 1970-х годов превысило 1 млн. человек. Перешедшие в «тяжелую категорию» (в том числе старше 20 лет) — с мощностью 20–100 Вт в антенне — связывались после полуночи с райцентрами своей и соседних областей до 500–1000 км от Саратова, даже с городами Северного Кавказа и Юго-Восточной Украины (Харьков, Донбасс — там уже была то время сплошная агломерация, один из активнейших в СССР радио-регионов), с городами северо-восточного сектора (Горький, Казань). Уходили за пределы вещательного диапазона — от 1600 до 3500 кГц, то есть по старой классификации — на «промежуточные волны», на которых, кстати, и были в 1920-е годы установлены первые любительские дальние связи! Ночной все-союзный «круглый стол» был на длинной волне 1000 м (300 кГц) — дальность доходила до 2000 км (но какую надо было иметь для этого антенну!).

Немногие из хулиганов переходили в официальные любители: техника там посерьезнее, без лабораторных приборов ее не настроишь. Главные сложности — получить разрешение: куча справок и характеристик, почти как на выезд за рубеж (разве что без беседы на заседании партийно-идеологической комиссии — с дурацкими вопросами по международной и внутренней политике партии и правительства). Бумаги эти давали крайне неохотно, волокитили по два-три года.

А еще надо было осваивать коды, радиожаргон, основы разговорного английского, азбуку Морзе (для связей на КВ — обязательно). Начинаям тогда разрешался телефон в диапазоне «10 метров» (и на «2 м», но этот диапазон в Саратове был практически пуст). Тем более что в официальном эфире круг тематики ограничен: никакого «базара» и музыки! Закрывали станции за передачу простейших сообщений: «встречай поезд №... вагон №...». Адреса и телефоны — под запретом, даже адрес городского радиоклуба для иногородних был секретом, горсправка справку не давала! Хотя в Саратове он тогда находился на краю центральной площади (Театральной), летом из раскрытых окон на первом этаже были видны



## ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

аппаратура и люди в наушниках, писк морзянки был слышен за 20 шагов по тротуару.

Впрочем, у «вольных сынов эфира» самоцензура была на высоте (матерщина не в счет). Вершина эротики — запись песни под гитару «Поспели вишни в саду у дяди Вани» — со словами: «а где же дядя Ваня? Он с тетей Груней в колхозной бане». С политикой — намного строже, ее касались редко и вскользь. Например, иронически вспоминали Хрущева, его любимые поговорки: «Но поймите меня, товарищи, правильно», «Черного кобеля не отмоешь добела». Самым политически резким был житель окраины с прибайткой: «Сижу — скучаю в колхозе «20 лет неурожая». За это могли дать 190-ю статью как начинающему диссиденту «за распространение заведомо ложных измышлений».

## Прелести прямого эфира

Речь большинства оригинальностью не блистала, изобиловала штампами и жаргонами: ништяк, это самое, со страстной силой, что к чему и почему, всю дорогу (калька с английского allways), в натуре — типичный говорок подростков, кучкой стоявших у ворот или в подъезде большого дома.

Разговоры старых знакомых (по жизни, а не только по эфиру) живее и содержательнее — иногда с кличками и именами общих друзей, но никогда с адресами и фамилиями: конспирация в эфире — святое дело. Впервые связавшиеся друг с другом обычно темнили — избегали отвечать на вопрос, какой у них передатчик (чтобы не оценили расстояние) и какая антенна. Меняли позывные, отрекались от старых, хотя голос на старой аппаратуре без переделок звучал по-прежнему. Затаивались на несколько дней («радиомолчание»), общий вызов давали редко («Всем для всех, работает «Князь», прошу отвечать на моей волне...»). Пеленгаторам ведь только и надо, чтобы передача без пауз длилась подольше.

Случались истории поразительные. Однажды более трех часов на полгорода транслировался из квартиры пьяный скандал: с матом, битьем посуды, слезами, упреками. Микрофон работал чисто, громко, разборчиво, пока «сын эфира» не спохватился и не выключил передатчик... Через полчаса он возобновил работу, а на вопросы постоянного корреспондента отвечал: «Дело обычное, у нас так часто, но ничего...» Иногда появлялись голоса «дочерей эфира» — сестер и подруг «сынов», они были звучнее и четче, чем у парней, половина которых гнусавила и шепелявила, иногда — с сигаретой в зубах. Начинался «эфирный флирт» — развлечение для слушателей. В целом «братство вольного эфира» интеллектом не блистало, устремлений к духовному развитию не проявляло.

В конце 1990-х годов иногда (по ночам) еще прослушивались дальние связи «сынов» и на СВ, и на ДВ 1000 м — с Украиной, Челябинском, Пермью, Баку, Оренбургом (до 1000 км). Через 30–40 лет сохранилась та же манера речи, штампы обновились, материться стали чаще и больше... Набор позывных такой же, снова от А до Я... Последнее наблюдение: 4 апреля 2002 года, перед рассветом, на СВ — волна около 200 м. «Бу-кет» (Уфа): «Всем дальним...» Ответа уже не было.



# На острие «Черного карандаша»

А.А.Галигузов

*В истории естествознания можно выделить особые открытия, которые оказали огромное влияние на несколько поколений естествоиспытателей. Как в цепной реакции, одни открытия порождали другие, формируя принципиально новые области науки и техники.*

*Причем история возникновения почти каждого учения — это ряд исторических фактов, иногда не только не связанных между собой, но и, казалось бы, совершенно не имеющих отношения к теме исследования. Так, предмет настоящей статьи появился благодаря успехам многих областей знаний: химии, физики, геологии, математики, экономики, географии.*

*Речь пойдет об электроде.*

## В общих чертах

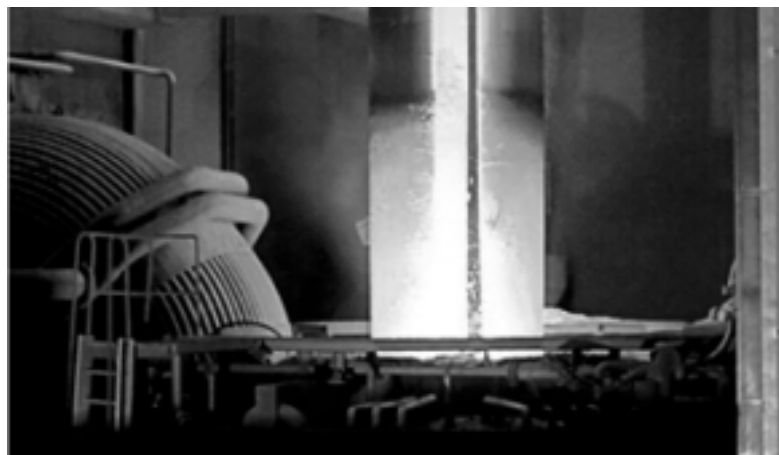
Этот термин впервые появился в 1834 году в работах выдающегося английского физика XIX столетия Майкла Фарадея. Именно он предложил заменить понятие «полюс», связанное с электростатическим притяжением заряженных тел или частиц, словом «электрод». Судя по всему, электрод — составное от «электричества» и греческого «hodos» (путь). Таким образом, электрод — это «путь электричества».

В современной науке и технике электроды не обязательно имеют классическую форму стержня, они бывают самых разных видов и размеров. Они служат элементами различных промышленных установок и приборов, причем их химический состав и физико-механические свойства так же разнообразны, как и их функции. Электроды есть в электронных приборах — электронных лампах, электронно-лучевых и полупроводниковых устройствах, в проводниках гальванической цепи; существуют сварочные электроды, электроды промышленных установок черной и цветной металлургии и множество других. Но в этой статье мы поговорим об электродах определенного состава, а именно об углеродных электродах, значение которых в научно-техническом, а еще более в промышленном мире сложно переоценить.

Понятие «углеродный электрод» в современной научной и технической литературе означает не конкретный продукт, а широкий спектр элементов и деталей различных физико-механических свойств и химического состава. Уникальные свойства углерода, в частности его химическая инертность и высокая термическая стойкость, позволяют применять углеродные электроды там, где высокие температуры получают с помощью электрического тока высоких мощностей.

При экстремальных температурах проявляется еще одно уникальное свойство графита. С увеличением мощности тока в процессе эксплуатации растет температура электрода. При этом структура искусственного графита становится более упорядоченной и максимально приближается к структуре естественного, природного графита. В результате электропроводность электрода и его термическая стойкость увеличиваются. На сегодняшний день в мире ежегодно производят 17,5 млн. тонн деталей с такими уникальными свойствами.

Прежде всего углеродные электроды (а именно катоды) необходимы мировым гигантам производства алю-



*Графитированные электроды применяют в металлургии*

миния: катодные блоки — главный конструкционный и технологический элемент футеровки электролизных печей. Это так называемые подовые блоки — они служат днищем электролизера. Графитированные электроды с различными физико-механическими свойствами также необходимы производителям электростали. Кроме того, угольные и графитированные элементы применяют в производстве огнеупорных материалов и изделий: литейных форм, плавильных тиглей, керамики, противопожарных красок, труб, теплообменников, нагревателей. Словом, если внимательней взглянуть на мир вокруг нас, то в нем можно обнаружить множество объектов техносферы, к которым углеродный электрод имеет прямое или косвенное отношение.

Однако еще до того, как ученые заметили удивительные и полезные свойства углеродного электрода, произошло открытие особой важности. Без него не только электролиз и электросварка, но и многое другое сегодня было бы невозможно. Как говорится, «если бы Эдисон не открыл электричество, мы до сих пор смотрели бы телевизор при свечах». На самом деле это произошло задолго до него.

## Очень важное открытие

«То, что ныне представляется невозможным, свершится в будущем, то, что неожиданно сегодня, завтра окажется истинным, и то, что выглядит суеверным в одном веке, станет основой признанной науки в следующем», — писал Парацельс. Несколько позже Владимир Иванович Вернадский заметил, что «среди ныне открываемых явлений и фактов или среди наблюдений, сложенных в вековом научном архиве, есть зародыши, которые в будущем разовьются в новые важные отделы знания, подобно тому, как в доступной нашему взору фазе научного развития учения электричества, магнетизма, кристаллографии вытекли из изучения свойств янтаря, магнитного железняка или кристаллов». Безусловно, открытие электричества, а также изучение его свойств стали знаковыми в истории естествознания.

Впервые статическое электричество обнаружил древнегреческий философ Фалес Милетский (625—547 гг. до н. э.), заметивший, что после трения янтаря о сукно к застывшей смоле прилипают кусочки шерсти, дерева, соломинки, сухие листья. В течение двух тысяч лет дальше демонстрации этого фокуса дело не шло, и только в XVI





*Конструкционные графитовые изделия*

веке на него вновь обратил внимание английский ученый Уильям Гильберт (1540—1603). Удивительно: это чуть ли не единственный факт в истории естествознания, когда поистине новое и загадочное явление так долго не привлекало серьезных исследователей. Путь от янтаря до современной электростанции оказался длинным, это скорее предмет для объемной монографии. Однако в истории учения об электричестве существует открытие, а точнее, несколько открытий, которые определили возможность возникновения электрода (в том числе углеродного) в том виде, в котором он мог тогда существовать. Речь о гальванизме и вольтовом столбе, открывшими перед наукой невиданные до тех пор горизонты.

«Открытие электрического столба, — писал выдающийся французский ученый XIX века Доминик Франсуа Араго, — тесно связано с легкой простудой одной болонской дамы в 1790 году и с бульоном из лягушек, предписанным ей доктором». Этим доктором был итальянский анатом и физиолог Луиджи Гальвани. Уже в 1791 году вышла его книга «Трактат о силах электричества при мышечном движении», в которой автор в мельчайших подробностях описывает эксперименты, вызвавшие большой интерес всего ученого мира. «Я разрезал и препариро-

вал лягушку... имея в виду совершенно другое, поместил ее на стол, на котором находилась электрическая машина... при полном разобщении от кондуктора последней и на довольно большом расстоянии от него. Когда один из моих помощников острием скальпеля случайно очень легко коснулся внутренних бедренных нервов этой лягушки, то немедленно все мышцы конечностей начали так сокращаться, что казались впавшими в сильнейшие тонические судороги».

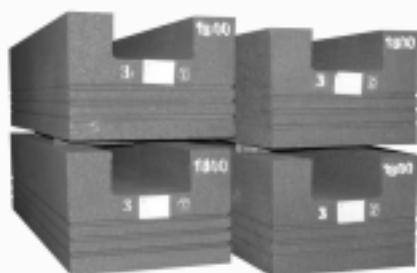
Заявление Гальвани настолько взбудоражило общественность, что его моментально подхватили не только ученые, но и дилетанты, представлявшие этот факт как фокус состоятельной публике. Тогда электричество было скорее забавой, чем объектом серьезных исследований.

В технической энциклопедии начала XX века писали: «В течение целых тысячелетий хладнокровное племя лягушек беззаботно совершало свой жизненный путь, как наметила его природа, свободно росло и наслаждалось земными благами, зная одного только врага, господина аиста, да еще, пожалуй, терпя урон от гурманов, которые требовали для себя жертвы в виде пары лягушачьих лапок со всего несметного рода. Но в исходе позапрошлого столетия наступил злосчастный век для лягушек. Злой рок воцарился над ними, и вряд ли когда-либо лягушки от него освободятся. Затравлены, схвачены, замучены, скальпированы, убиты, обезглавлены — но и со смертью не пришел конец их бедствиям. Лягушка стала физическим прибором, отдала себя в распоряжение науки. Срезают ей голову, сдерут с нее кожу, расправят мускулы и проткнут спину проволокой, а она все же не смеет уйти к месту вечного упокоения; повинуюсь приказанию физиков или физиологов, нервы ее придут в раздражение, и мускулы будут сокращаться, пока не высохнет последняя капля «живой воды». И все это лежит на совести Алоизо Луиджи Гальвани...»

Вскоре круг объектов исследования значительно расширился. Конвульсии наблюдали в ноздрях, языке и глазах быка, убитого задолго до опыта. Исследования Гальвани и компании возродили надежду на воскрешение мертвых и вечную жизнь физического тела. Гальванисты верили, что во всех животных, в том числе в человеке, есть некое «животное электричество», «которое возникает само собою в живых органах без всякого влияния постороннего электричества» (А.Вольта, «О животном электричестве»), что именно оно наполняет собой тело и что его вот-вот удастся взять под контроль.

В 1792 году выдающийся итальянский ученый Алессандро Вольта по настоянию коллег повторил опыты Гальвани и, поначалу ослепленный гипотезой гальванистов, вскоре полностью опроверг ее. Вольта утверждал, что дело не в «животном электричестве», на которое так рассчитывала доверчивая публика, мечтающая о воскрешении своих родственников, а только в разнородности пары металлов, с которыми соприкасались мышцы лягушки, выполняя при этом роль высокочувствительного проводника. Не вдаваясь в подробности долгого противостояния

*Графитированные электроды на складе готовой продукции*



*Подовые блоки.  
Это днище  
электролизера (катод)  
в электролизных печах*

разных школ, отметим, что гипотеза Вольты победила. Итак, «животное электричество» — вымысел, а конвульсии лягушачьих лапок — лишь физическое явление. Однако Вольт продолжал экспериментировать, чтобы не только укрепиться в своей правоте, но и увеличить эффект, слишком слабо выраженный в предыдущих опытах.

В 1799 году он поставил опыт, который, по его мнению, был обречен на провал. Тем не менее, вопреки скептицизму экспериментатора, именно этот опыт произвел переворот в науке и технике. Расположив столбиком одинаковые контактные пары металлов, ориентированные одинаково и разделенные влажными дисками из ткани, Вольт получил между крайними столбиками металла напряжение, пропорциональное количеству соединенных пар. В письме президенту Королевского общества Вольт пишет: «Главный из этих результатов, содержащий в себе почти все остальные, это создание прибора, который... действует непрерывно, то есть его заряд после каждого разряда восстанавливается сам собой; одним словом, этот прибор создает неуничтожаемый заряд, дает непрерывный импульс электрическому флюиду». Сам Вольт назвал свое изобретение «искусственным электрическим органом», потом переименовал его в «электродвижущий аппарат». В результате за ним укрепилось название «гальванический столб», или «вольтов столб».

## Союз электричества и «черного карандаша»

Экспериментатор Вольт достиг завидных успехов — он проделывал свои опыты на всем, что только попадалось под руку. Например, повторяя опыты Гальвани, Вольт изучал гальванические явления не только на лягушке, но и на языке теленка, мыши, кролика, цыпленка, различных мелких животных и «почти всегда получал тот же эффект», наблюдая, как они «поворачиваются и изгибаются то в одну сторону, то в другую». В качестве металлов он использовал олово, свинец, цинк, железо, медь, латунь, сурьму, висмут, кобальт, серебро, золото, платину, ртуть и другие металлы. В 1792 году в аудитории Павийского университета, на лекции о животном электричестве, Вольт поставил удивительный для того времени эксперимент: к кончику своего языка он приложил оловянный листочек, а к середине — серебряную ложечку, от чего ощутил «довольно сильный кислый вкус на кончике языка». Потом он поменял листочек и ложечку местами, и вкус поменялся на щелочной.

Кроме того, Вольт использовал в качестве электродов стержни графита и древесные угли. Он заметил, что «хорошо обожженный древесный уголь, уже известный как превосходный проводник, мало или ничем не уступающий самим металлам, вел себя подобно им и в том отношении, что оказывался также возбудителем и двигателем электричества, когда он служил обкладкой или соответствующим образом соприкасался с животными частями или со всяким другим достаточно влажным предметом или лучше всего с водою». Вольт утверждал, что уголь превосходит по своим свойствам даже серебро, «лишь бы только уголь был совершенного качества, ибо не всякие взятые наугад куски угля дают хороший результат».

Описание и результаты большей части опытов Вольт нам известны благодаря его переписке. Эпистолярный жанр долгое время был лучшим и практически единственным способом для обсуждения научных вопросов. В 1795 году в письме к аббату Антону Мариа Вассалли, профессору физики в Королевском университете в Турине, Вольт писал о древесном угле, в частности о том, как сильно зависят его свойства от степени обжига. Более того, раз-

личные свойства проявляли образцы, взятые с поверхности или изнутри куска обожженного древесного угля, а также из разных точек по длине куска или стержня. В следующем письме к аббату Вассалли Вольт привел ряд проводников первого класса, куда кроме металлов и сплавов внес некоторые минералы, а также графит и древесный уголь, включив этот единственный неметалл в ряд металлов. Дело оставалось за малым: заметить еще несколько специфических свойств графита.

С момента изобретения вольтового столба он постоянно привлекал исследователей, работающих в различных областях науки. Со временем «батарею» усовершенствовали, однако ученые довольно долго работали с вольтовым столбом первоначального вида и устройства. Вскоре заметили, что в процессе его работы цинковые пластинки столба окисляются, и доказали, что его «электрическая сила» способна разлагать соли. В 1800—1801 годах двое английских ученых, врач Энтони Карлейль и физик Уильям Николсон, разложили воду, а их выдающийся соотечественник Генри Кавендиш получил азотистый и азотный ангидриды. В эти же годы английский химик Уильям Генри сообщил, что ему удалось разложить аммиак электричеством, а Вильгельм Крюкшенк заметил, что при пропускании тока через соли на проводнике осаждается металл.

Большую роль в изучении химического действия электричества сыграл блестящий английский ученый-экспериментатор Гемфри Дэви. При изучении химического действия тока ученые чаще всего использовали металлические проводники: золото, серебро, платину и другие. Дэви для разложения различных солей пользовался «агатовыми чашками с платиновыми проволоками, соединенными асбестом, который был смочен чистой водой». При этом источником «электризирующей силы» служила батарея из 50 пар пластин.

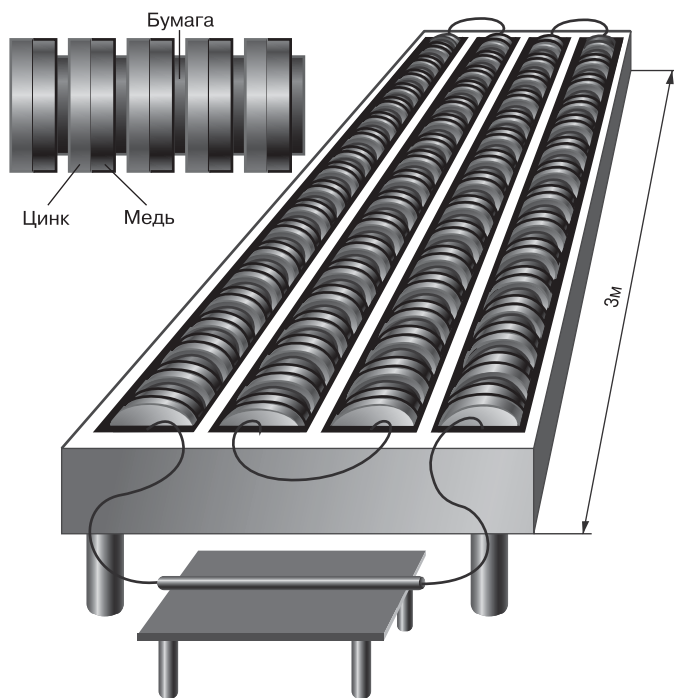
В 1807 году Дэви обнаружил, что едкий кали, который до тех пор считался простым веществом, разлагается под действием электрического тока, выделяя при этом «маленькие шарики с сильным металлическим блеском, внешне ничем не отличавшиеся от ртути». «Я нашел, — пишет Дэви, — что платина связана с этим явлением лишь постольку, поскольку она служит средой, проводящей электрическую силу разложения; то же вещество получалось, когда для замыкания цепи употреблялись куски меди, серебра, золота, свинца или даже угля».

Заметив необычное свойство древесного угля, Дэви взял в качестве проводников не пару металл—древесный уголь, а два куска древесного угля длиной в дюйм (во времена Дэви английский дюйм был равен 2,5400438 см) и толщиной в шестую часть дюйма. Когда он включил их в цепь, между ними проскочила яркая искра, а куски угля раскалились добела почти по всей длине. «Когда же оба куска стали удалять друг от друга, образовался непрерывный разряд через раскаленный воздух на расстоянии по крайней мере в четыре дюйма, в виде необыкновенно яркой широкой световой дуги конической формы, обращенной выпуклостью вверх». Температура этой дуги была настолько высока, что платина ( $T_{пл.} = 1769^{\circ}\text{C}$ ) плавилась в ней, словно «то был воск в пламени свечи».

Поместив угольные стержни под колпак пневматической машины и разрядив воздух, Дэви получил дугу длиной в шесть или семь дюймов эффектного пурпурного цвета. В 1820 году этот опыт, повторенный перед Женевским научным обществом, буквально потряс публику.

В 1802 году естествоиспытатель Кюрте обнаружил, что в момент замыкания цепи батареи железным проводником, соприкасавшимся с древесным углем, появлялись





*Гальвани-вольтовская батарея В.В.Петрова, которая была в свое время самой мощной в мире. Батарея состояла из 4200 медных и цинковых кружков с прокладками из бумаги, пропитанной раствором электролита*

искры очень яркого свечения. Несколько позже английский ученый Д.Чилдрен также наблюдал это необычное явление. Он обнаружил, что помещенный в цепь древесный уголь источал «такой яркий свет, что даже сияние солнечного диска казалось слабым по сравнению с ним».

## Электрическая дуга

Угольный стержень заслужил бурные овации блестящих ученых, его демонстрировали в аудиториях прославленных университетов Европы, о его свойствах читали лекции, он фигурировал в отчетах, переписке. Красивая электрическая дуга неизменно приводила в восторг людей любого возраста. Однако это был только примитивный прообраз современного углеродного электрода.

Еще до экспериментов Дэви по получению и наблюдению вольтовой дуги в 1803 году вышел труд русского ученого, профессора математики и физики Санкт-Петербургской медико-хирургической академии Василия Владимировича Петрова «Известие о Гальвани-Вольтовских опытах». В нем автор приводит результаты своих «многочисленных, поучительных и весьма любопытных опытов, деланных наипаче с прошедшего 1800 года, посредством так называемого Вольтова столбика». Петров писал: «Почему же, сколько мне известно, доселе никто еще на Российском языке не издал в свет и краткого сочинения о явлениях, происходящих от Гальвани-Вольтовской жидкости, то я долгом моим поставил описать по-русски и расположить в надлежащем порядке деланные самим мною важнейшие и любопытнейшие опыты посредством Гальвани-Вольтовской батареи».

С ее помощью Петров независимо от своих английских коллег Карлея и Николсона «разрешил воду на составные ее части», использовав «черный карандаш» и «древесные угли», заметив, что последние «не все без разбора способны для разрешения воды».

Далее автор рассказывает, что когда он взял красные свинцовый и ртутный, а также сероватый оловянный окси-

ды, он смешал их с порошком древесного угля, выжатыми маслами и салом, а затем подверг действию «Гальвани-Вольтовской жидкости» (электричества) — смесь приобрела металлический цвет. При разложении воды «черным карандашом» выделялось колоссальное количество газа с неприятным запахом, а карандаш становился весьма ломким и «низвергал сероватое или темноватое вещество наподобие длинных нитей». Аналогичные опыты он провел со стержнями древесного угля. С применением тех же древесных углей Петров получал светоносную искру «различной величины и яркости», устанавливая кусочек угля на небольшом расстоянии от шляпки проволоки другого проводника. «Здесь очень нужно заметить, — писал Петров, — что иногда из нескольких десятков древесных углей сыскивается один только такой, который способен бывает для произведения светоносных явлений, зависящих от Гальвани-Вольтовской жидкости».

Василия Владимировича Петрова по праву называют «отцом русской электротехники» и родоначальником электросварки. В своей книге он весьма подробно рассказал о тепловом действии вольтовой дуги на металлы. Для постановки эксперимента он использовал стеклянную плиту, на которой расположил два древесных угля надлежащего качества, к ним подвел электричество. При сближении углей между ними возникала яркая дуга — это наблюдали и раньше. Но при внесении в дугу металлов они плавилась или сгорали, образуя оксиды, — это наблюдали впервые. Так же дуга действовала и на другие предметы: бумагу, сухие деревянные дощечки, сухую траву, солому. При долгом калении углей они уменьшались, сгорая под действием вольтовой дуги. Этот недостаток углеродных (графитированных) электродов, к сожалению, сохранился и в современном производстве электростали.

Плавление металлов в вольтовой дуге, обнаруженное Петровым, позволило затем русским ученым П.Н.Яблочкову, А.Н.Лачинову, Н.Н.Бенардосу и Н.Г.Славянову коренным образом изменить технологические процессы в машиностроении и строительстве. Уникальные свойства угольных электродов заметили, и вскоре исследователи нашли им не только научное, но и практическое приложение.

В середине XIX века французский инженер и физик М.Депре, а позже его соотечественники Жирар и Стрейт разработали технологию получения искусственного графита. Далее искусственными углеродными электродами занимались Э.Ачесон, Э.Кастнер, А.Муассан, Г.Тамман и другие.

Говоря о сегодняшних масштабах мировой электродной промышленности, полезно вспомнить и о том, с чего все начиналось. Именно сейчас, в век быстро развивающейся индустрии, приятно читать слова блестящего русского ученого В.В. Петрова, которыми он закончил свою книгу «Известие о Гальвани-Вольтовских опытах»: «Я надеюсь, что просвещенные и беспристрастные физики, по крайней мере, некогда согласятся отдать трудам моим ту справедливость, которую важность сих последних опытов заслуживает».



# Море соли и соль моря



## Универсальный растворитель

Морская вода существенно отличается от пресной. Попытавшись вскипятить воду, взятую, например, из Черного, Мертвого и Средиземного морей, нетрудно убедиться, что закипает она при разных температурах и все они далеки от 100°C. Эффект от купания в этих морях вызовет не меньшее удивление, так как усилия, которые приходится затратить, чтобы удержаться на плаву, во всех трех случаях оказываются различными. Измерение же температуры воды, например, у берегов Антарктиды показывает, что она там значительно ниже 0°C — точки замерзания для пресной воды. Наконец, если опустить один кубический

метр морской воды с поверхности на глубину 5000 м, где давление в 500 раз выше, то легко убедиться, что ее объем при этом уменьшится на 2%, а температура возрастет на 0,5°C.

Если мы будем пить морскую воду, то рискуем получить не только расстройство желудка, но и умереть — по причине, как ни странно, обезвоживания организма: чтобы вывести избыточную соль, организм начинает использовать воду из клеток тканей, а это влечет за собой обезвоживание и гибель. В то же время компрессы, ванны, полоскания и другие процедуры с использованием морской воды помогают излечиться от множества болезней: целебность при наружном применении придает высокая концентрация как

положительных, так и отрицательных ионов.

Наконец, еще один пример загадочного явления, связанного с водой. В селе Новая Покровка в Приазовье на Украине в 1929 году по вечерам наблюдалась фантастическая картина. Из скважины через изогнутую трубу мощная струя воды поступала в каскад наклонных желобов, расположенных на высоких опорах, а по ним стекала к конюшне. Все бы хорошо, но вот загадка: в первых от скважины желобах вода горела в сумерках голубым пламенем, как спирт, а внизу... ее пили лошади.

Такие «чудеса» определяются прежде всего удивительной способностью воды растворять различные вещества. В этом с ней не может сравниться ни





одна жидкость. В природе практически нет веществ, совершенно нерастворимых в воде. В случае с лошадиным водопоем из скважины была вода, насыщенная метаном. На поверхности при снижении давления газ выходил из жидкости, местные шутники его поджигали, а оставшуюся после сгорания газа чистую воду спокойно пили животные.

Это качество воды — растворять почти все — и приводит к тому, что морская вода представляет собой очень разбавленный, а потому почти полностью ионизированный нейтральный раствор почти всех известных природных твердых химических веществ. Кроме того, в ней растворены газы — кислород, азот, углекислый газ, инертные газы. А там, где вода застаивается, — сероводород. И наконец, в морской воде содержатся органические вещества.

В получившемся природном «коктейле» непрерывно протекают сложные физико-химические, биологические и другие процессы, направленные на изменение его общего солевого состава, а также соотношения между отдельными ионами. В итоге основными катионами Мирового океана становятся натрий, магний и кальций. Их в морской воде соответственно 14,1, 1,7 и  $0,5 \cdot 10^{15}$  т. Преобладающие же анионы в океане представлены прежде всего хлоридами и сульфатами, количество которых (25,5 и  $3,5 \cdot 10^{15}$  т) на порядок превышает содержание других отрицательных ионов.

Кстати, хотя средняя соленость воды Мирового океана в десять раз больше, чем содержание соли в крови позвоночных, соотношение основных химических компонентов в обеих жидкостях почти одинаково и сохраняется постоянным на протяжении миллионов лет. Этот факт многие ученые интерпретируют как дополнительное доказательство океанического происхождения жизни на Земле. Из 92 существующих в природе химических элементов в морской воде обнаружено 73. Однако только у 14 из них концентрация выше, чем одна часть на миллион. Например, в литре

морской воды содержится лишь 1600 атомов радона.

## В поисках солёности

В 70-х годах XVII столетия Роберт Бойль, соавтор известного газового закона, выполнил первые достоверные измерения общего содержания солей в воде, взятой с разных глубин океана у побережья Англии, после чего высказал предположение о постоянстве солевого состава морской воды.

На протяжении XVII—XIX веков благодаря усилиям ученых многих стран эта мысль получила убедительное подтверждение. В 1819 году в сборнике научных трудов Лондонского Королевского общества были опубликованы результаты анализов вод открытых районов Ледовитого и Атлантического океанов, а также семи морей, расположенных в противоположных частях Мирового океана. Их автор — исследователь моря А.Марсет — также пришел к выводу, что «пробы морской воды во всех районах земного шара содержат одни и те же компоненты в очень близких пропорциях... различия в химическом составе вод различных морей состоят только в общем количестве присутствующих солей». В дальнейшем к аналогичному заключению пришли французский ученый Жозеф Луи Гей-Люссак, русский физик Эмилий Христианович Ленц, американский океанолог Мэтью Фонтен Мори. Оно было подтверждено и профессором У.Дитмаром после кругосветного плавания первого научно-исследовательского судна «Челленджер» (1873—1876), положившего начало регулярным крупномасштабным исследованиям Мирового океана.

## Солёная-солёная вода

Зная о постоянстве соотношения главных ионов в морской воде, мы можем по содержанию в конкретной пробе одного из основных элементов определить ее общую солёность — концентрацию всех растворенных твердых веществ. «Приоритетными» элементами для расчета общей солёности морской воды выбрали сумму галогенов —

хлора, брома, фтора, пересчитанную на концентрацию хлора. Так сделали потому, что массовая доля галогенов в общем количестве солей морской воды превышает 55%, к тому же их легко и точно определять химическим путем в полевых условиях. Эта величина называется хлорностью морской воды, а ее производная, солёность, — условная величина, рассчитанная по сумме галогенов. Она отражает вес в граммах всех солей, растворенных в литре морской воды, измеряется в десятых долях процента и обозначается ‰ — промилле.

Содержание солей в морской воде изменяется под действием многих факторов, которые можно разделить на три группы:

- речной сток, осадки, испарение, образование и таяние морских льдов;
- жизнедеятельность морских организмов, формирование и трансформация донных отложений;
- дыхание морских организмов, фотосинтез растений, деятельность бактерий.

Средняя солёность на поверхности Мирового океана равна 34,84‰. В Тихом океане она составляет 34,56, в Индийском — 34,68, а в Атлантическом, самом соленом, — 35,30‰. Средняя солёность толщи вод Мирового океана (без Арктического бассейна) — 34,71‰. По этому показателю самым соленым также оказывается Атлантический океан (34,87‰), затем следуют Индийский (34,78‰) и Тихий (34,63‰) океаны. В Северном полушарии средняя солёность на 0,13‰ выше, чем в Южном.

Именно из-за различий в солёности поверхностных вод Черного (17—18‰), Средиземного (36—37‰) и Мертвого (260—270, а иногда и 310‰) морей их плотность также значительно отличается и плавание в них требует затраты разных усилий. Соль-то и приводит к тому, что температура кипения морской воды превышает 100°C, а температура замерзания — ниже нуля.

Наконец, с тем, что солёность вод неодинакова как в различных районах Мирового океана, так и на разных глубинах, связано развитие и интенсив-



## ЦИКЛ ВОДЫ

ность многих физико-динамических процессов — вертикальной и горизонтальной циркуляции вод, конвективного (из-за различий температуры воды по вертикали) и турбулентного (из-за «хаотического» движения вод) перемешивания, ответственных за снабжение океана веществом и энергией — то есть за поддержание жизни.

### Родники на дне моря

Говоря о значимости солей, растворенных в морской воде, для жизни обитателей океана, нельзя не упомянуть о некоторых феноменальных явлениях природы, связанных с этим ее свойством.

После того как в 1126 году во французской провинции Артуа пробурили первую в Европе скважину для добычи воды, во всем мире такие ее источники стали называть артезианскими. Окажется, источники артезианских вод могут располагаться и на дне океана, если разность уровней между областью их питания (на суше) и областью разгрузки (под морским дном) достаточно велика. Напор пресной воды в таких сообщающихся сосудах преодолевает давление столба морской воды в месте выхода источника, и пресный фонтан начинает бить из морского дна. В соленой морской воде образуется пресный оазис.

Это явление было описано еще немецким естествоиспытателем географом Александром Гумбольдтом в тридцатитомном труде «Путешествие в равноденственные области Нового Света». У берегов Кубы ученый находил в море пресные источники по скоплению морских коров-ламантин, избегающих вод с высокой соленостью.

В январе 1857 года в Мексиканском заливе между южными берегами полуострова Флорида и острова Ки-Уэст в результате прорыва со дна моря пресной воды возникла мощная подводная река шириной около 50 км! На морской поверхности она оставляла ужасный «мертвый след» из тел обитателей соленых вод, убитых опреснением.

В Юкатанском проливе, соединяющем Мексиканский залив с Карибским

морем, у берегов полуострова Юкатан со дна моря также бьют холодные пресные ключи. Местные жители с лодок ведрами черпают воду из таких подводных «колодцев», а стенки этих уникальных жидких сооружений образует теплая соленая морская вода.

### Эхо веков

История формирования солевого состава вод Мирового океана содержит множество интересных страниц. Наиболее простым и понятным объяснением этого явления казалось предположение о том, что соль в море приносят реки. Однако более детальные исследования опровергают эту гипотезу.

Дело в том, что речная вода, в отличие от морской, содержит в основном карбонаты (60,1%), соединения азота, фосфора, кремния и органические вещества (24,8%), выщелачиваемые потоком из горных пород и почвы. Главный катион здесь кальций, а анионы — бикарбонаты и карбонаты. За год в океан с речным стоком поступает до 0,56 млрд. т кальция и 0,96 млрд. т анионов. Преобладающих же в морской воде хлоридов натрия и магния в речных водах очень мало. Поэтому рассматривать реки как источники запаса основных солей в Мировом океане нельзя — уж больно долго им пришлось бы трудиться.

Куда более убедительно выглядит другое предположение: солевой состав океана сформировался в процессе возникновения нашей планеты много миллиардов лет назад. Согласно одной из современных гипотез, Земля образовалась из твердого холодного космического вещества, которое разогревалось под влиянием сжатия и тепла, выделяемого в процессе распада радиоактивных элементов — ядерных реакций. Это привело к перераспределению вещества планеты: оно расслоилось, образовало оболочки. Легкоплавкие вещества — базальтовая магма и пары воды, составлявшие основу растворенных в ней газов, — оказались на поверхности. Далее, по мере охлаждения, пары воды и другие газы — аммиак, метан, угарный и углекислый — конденсировались, образуя кислый раствор, содержащий ионы хлора, серы, углерода и множества других элементов. Одновременно с постепенным растворением горных пород этот раствор нейтрализовался и обогащался ионами натрия, магния, кальция, калия, стронция. Получается, что уже на заре образования гидросферы праокеан был соленым и содержал почти все элементы современного солевого состава.

В соответствии со второй, не менее популярной, гипотезой горячего начала Земли, наша планета сформировалась из газообразного облака в процессе гравитационного сжатия. При этом выделялись раскаленные газовые образования, которые затем дифференцировано конденсировались в порядке понижения температуры конденсации отдельных химических соединений: сначала соединения железа и никеля с кремнием и магнием, затем сульфиты и силикаты, в последнюю очередь вода.

Описанные события начались задолго до возникновения жизни на Земле, в так называемую катархейскую эру (от 4,6—4,5 до 3,6—3,4 млрд. лет назад). В конце этого периода объем вод праокеана составлял 20% от современного. В нем не было ни кислорода, ни оксидов серы, азота, углерода. Вместо них воды океана были насыщены сероводородом, аммиаком, метаном. В последующие архейскую и протерозойскую эры (от 3,6—3,4 до 0,58—0,56 млрд. лет назад) на нашей планете зародилась и стала развиваться жизнь. Объем вод океана к тому времени вырос до 70% от современного, восстановительные условия сменились окислительными — появились оксиды серы, углерода и азота.

На протяжении «эры явной жизни», фанерозоя (570±15 млн. лет назад и до наших дней), в солевом составе океанических вод произошли наиболее значительные изменения. В нижнем палеозое (585—340 млн. лет назад) на нашей планете началось бурное развитие растений и в океане, и на суше, определившее резкое повышение — почти до современного уровня — содержания кислорода, сульфатов, карбонатов, а также натрия, магния, кальция, калия и других элементов. Последние 250 млн. лет соотношение между солями морских вод практически не изменялось. Значит, солевой состав вод Мирового океана можно рассматривать как историческую память формирования нашей планеты. Земля обеспечила солевой состав океана. Океан передал свой состав живым существам. Так, через воду, жизнь на нашей планете оказалась чуть ли не напрямую связана с исходным протопланетным облаком, история возникновения которого теряется в глубинах пространства-времени.

**О солях в воде** можно также прочитать в «Химии и жизни» 1967, № 5 и 1970, № 4





# Новости со дна озера Лох-Несс

С.М.Комаров



РАССЛЕДОВАНИЕ

После ажиотажа, поднятого в середине 60-х годов фотографиями таинственного обитателя озера Лох-Несс, наступило длительное затишье. Например, анализ электронного архива «Химии и жизни» за 42 года показал, что последний раз мы к этой теме обращались более 20 лет назад, в ноябре 1983 года. Неужели за это время гипотетическое животное умерло или еще каким-нибудь образом исчезло из озера, а на свете не осталось больше энтузиастов, пытающихся разгадать древнюю (первое упоминание об озерном чудовище датируют 561 годом) загадку? — задавали мы себе вопрос. И ответ не замедлил прийти: на конференции «Океан-07», которая прошла в июне этого года в шотландском городе Абердине, лектор Массачусетского технологического института (США) Роберт Ринес сделал доклад о свежайшем исследовании озера, которое в 2005 году провела под его руководством группа ученых из Академии прикладных наук.

## Скелеты на дне

Ученые применили сонар, он же эхолот, то есть прибор, который с помощью звука определяет расстояние до выбранной точки, например на дне водоема, для поиска подозрительных объектов, и лазерную видеосистему, чтобы внимательно эти объекты рассмотреть. А искали ученые скелеты гигантских животных, которые должны были в немалом количестве скопиться на дне озера. В самом деле, рассуждали на страницах нашего журнала И.В.Оксов и В.Б.Сапунов (1983, № 11), если в озере на протяжении столетий обитает чудовище, то, скорее всего, оно не одиноко, а существует некая популяция, которая состоит менее чем из десятка особей. Примерно такое количество хищников способно прокормить озеро, в котором годовой прирост рыбы оценивается в 84—336 тонн. Размножаться гипотетические существа должны партеногенезом, поскольку при другом способе размножения столь небольшая популяция должна быстро выродиться. А коль скоро чудовища размножаются и умирают, должны оставаться скелеты, причем оставаться надолго — температура воды в глубине озера не превышает 5° С.

Выбор цели для исследования вполне разумный. Искать перемещающийся пятиметровый объект в водоеме размером сорок на два с лишним километра — занятие непростое. Тем более что эксперименты подобного рода ссонарами, проведенные в 1968 году, уже давали неоднозначный результат: были зафиксированы два пятна от движущихся в глубине озера объектов размером в несколько метров, которые были не похожи на стаи рыб (см. «Химию и

жизнь», 1969, № 3), однако уточнить, что это было, не удалось. Конечно, с тех пор сонары стали гораздо лучше, с их помощью можно получать не отдельные пятна, а весьма четкие изображения (поговаривают, что удается разглядеть чешуйки на теле рыбы). Тем не менее надеяться на удачу поиска движущейся иголки в стоге сена ученые не стали и решили сосредоточиться на неподвижных объектах.

Предыдущее сканирование дна озера, выполненное в 1976 году, позволило сделать интересные находки. Прежде всего это бомбардировщик времен Второй мировой войны (его впоследствии извлекли из озера и отвезли в музей), а также загадочные цепочки круглых уг-



1  
«Скелет» на сонарном изображении



2  
Скалы, которые формируют изображение, похожее на скелет

лублений диаметром в десять метров, которые тянутся вдоль обоих берегов озера на глубине 200 метров. Были и необычные картины отражения звука от некоторых участков дна озера. Оснащенная современным сонаром и видеосистемой для глубоководной съемки экспедиция 2005 года, в частности, постаралась разобраться и с объектами, найденными тридцать лет назад.

## Донные следы

Впервые карту дна озера составил сэр Джон Мюррей в 1907 году. Сравнение с ней новой карты, построенной по данным сонара, позволило выявить изменения, случившиеся со дном озера за прошедший век. Как оказалось, изменений почти нет, и озеро продолжает оставаться памятником геологии. Удалось обнаружить даже фрагменты древнего морского дна и с помощью радиоуглеродного анализа определить, что озеро за последние 128 столетий по крайней мере один раз соединялось с морем. «Изучая слои арктической глины на дне, можно перелистать назад страницы истории последнего обледенения и межледниковья, которые, несомненно, хранят множество секретов, — рассказывает Роберт Ринес. — Мы провели полное сканирование всего дна озера и обнаружили более сотни интересных объектов. Координаты всех этих объектов были точно зафиксированы, чтобы впоследствии можно было провести их тщательное обследование с помощью видеокамер. К сожалению, команда академии может заниматься исследованиями только во время летних каникул, поэтому мы тщательно обследовали лишь несколько из обнаруженных объектов». Увы, никаких скелетов найти не удалось.

Один из интересных объектов по данным сонара нашли непосредственно в той бухте, где в 1975 году была сделана очередная фотография шеи и головы Несси. Там на дне лежал объект, напоминающий скелет длинношеего существа (фото 1). Видеосъемка показала, что на самом деле это акустическая иллюзия, которую создают колебания слоистой породы (фото 2).



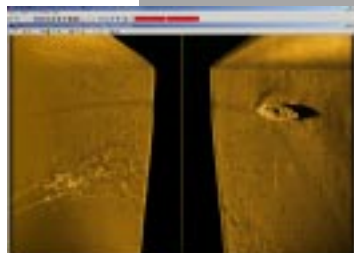
## РАССЛЕДОВАНИЕ

3  
Еще один сонарный «скелет»

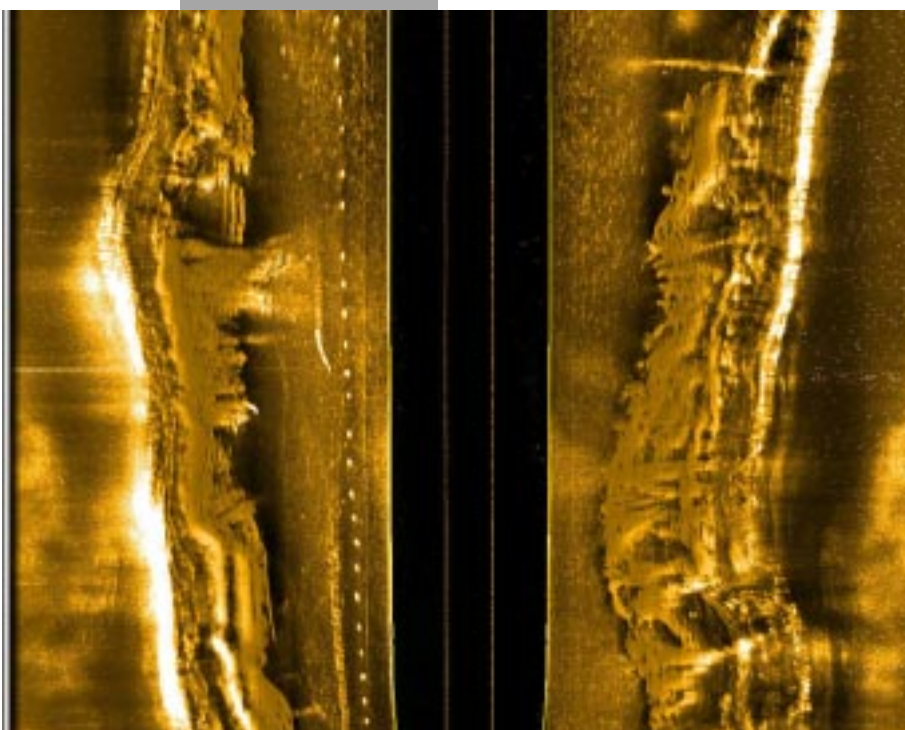


4  
Ствол дерева на дне озера

Другой похожий на искомый скелет объект (фото 3) оказался стволом дерева (фото 4). Обследование того участка, где в предыдущий раз были получены непонятные сигналы сонара, также показало, что на дне расположены многочисленные слоистые скалы; звук, отражаясь от них, мешает расшифровке. На сонарном изображении



5  
Погибший парусник на сонарном изображении



удалось найти и обломки погибшего парусника (фото 5). К своему удивлению, ученые вновь заметили цепочки похожих на следы углублений вдоль обоих берегов на той же глубине, что и 30 лет назад (фото 6).

## Жаба на дне

Самая интересная находка была сделана случайно: во время съемок одного из глубоководных объектов в поле зрения видеокамеры попала серая жаба (фото 7). Это сухопутное существо питается наземными насекомыми и лучше всего себя чувствует при температуре 30 с лишним градусов — при 7—8° С жабы уходят в зимнюю спячку и при 3—4° С на поверхности земли не встречаются. Как жаба могла оказаться на глубине более ста метров, где давление превышает 10 атмосфер, а температура не выше 5° С, да еще при этом вести себя весьма активно, непонятно. Во всяком случае, научную статью о таком удивительном наблюдении авторы исследования собираются опубликовать в «Herpetological Journal». Однако наличие жабы на дне озера навело некоторых участников экспедиции на мысль о том, что не все еще потеряно, и если в озере живет жаба, то могут найтись и родственные ей животные большего размера. Наверное, стоит в этой связи продолжить пересказ упомянутых выше рассуждений И.В.Оксова и В.Б.Сапунова, которые приводят к следующему выводу: Несси никоим образом не может быть древним ящером типа плезиозавра. «Если бы чудовище было рептилией, то в любой момент времени на поверхности озера торчала хотя бы одна голова. ...С боль-

6  
Сонарные изображения «следов» на дне озера

шей вероятностью чудовище можно отнести к классу земноводных, представители которого размножаются только в воде, а, будучи во взрослом состоянии, дышат как в водной среде, так и на суше. Хвостатые амфибии (например,



7  
Видеоизображение жабы, которая живет на дне озера Лох-Несс

тритоны) подавляющую часть времени проводят в воде, покидая ее лишь в редких случаях. Это уже ближе к предполагаемому характеру монстра. К тому же если взрослые амфибии обладают легкими, то личинки всех без исключения амфибий дышат лишь жабрами, никогда не высовываясь в воздушную среду (вспомните головастика — личинку лягушки). Не это ли объясняет то, что про громадных взрослых монстров пишут в газетах и журналах, а про мелких — нет? Мы привыкли иметь дело с небольшими амфибиями — лягушками, жабами. Однако и среди ныне существующих есть очень крупные. В триасовый период на больших глубинах жил огромный пятиметровый хищник — мастодонозавр, кстати, внешне похожий на рептилий. Чем не монстр?» — писали они.

Как бы то ни было, очередное исследование озера опять не выявило никаких следов живых или мертвых крупных животных, ни ящеров, ни амфибий. Может быть, они такие прожорливые, что съедают без остатка своих родственников, поэтому поиски скелетов обречены на неудачу? Так или иначе, команда Роберта Ринеса планирует рассмотреть с помощью видеокамеры другие замеченные на сонарных изображениях интересные объекты, которые лежат на дне озера Лох-Несс, и готоваа поделиться информацией с желающими присоединиться к поискам.







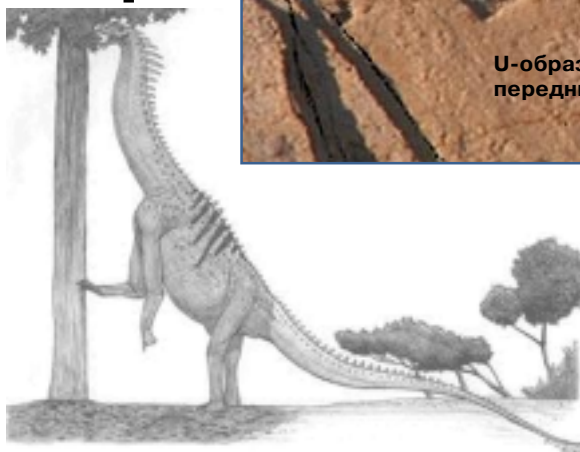
## РАССЛЕДОВАНИЕ

На изображении следов одного из завроподов — титанозавра, полученном с высоким разрешением, можно разглядеть интересные детали

# Лазер сохранил память о динозавре

Динозавры оставляют следы. Причем не в переносном смысле слова, а в прямом — палеонтологи иногда находят окаменевшие следы древних рептилий. А благодаря современным технологиям теперь все любители ящеров могут полюбоваться на эти следы, причем не отходя от компьютера. Этот тезис подтверждает свежая новость из Барселонского университета (агентство «AlphaGalileo», 9 мая 2007).

На стенке одного карьера в районе Фумании (Каталония) сохранилось несколько сотен следов динозавров. Видимо, когда-то в древности эти животные прошли по влажной глинистой поверхности, а потом ее сразу же занесло песком. Со временем глина окаменела, песок вымылся и следы снова проявились. Это было не единственное превращение. За полторы сотни миллионов лет земная кора перемещалась не один раз, возникали складки, и то, что раньше было горизонтальной плоскостью, превращалось в вертикальные склоны. Так случилось и с теми слоями, где отпечатались следы: сейчас они расположены на почти вертикальном склоне и добраться до них нельзя, потому что окружающая порода очень хрупка. Кроме того, за годы, прошедшие с того времени, когда разработка карьера открыла эти следы человеческому взгляду, ветер, дождь и солнце изрядно поработали над ними — теперь палеонтологи опасаются, что вскоре следы древних животных исчезнут вовсе. Желание по исследовать следы динозавров (а по



каталонской глине ходили травоядные завроподы, подобные диплодоку, и, возможно, хищные тераподы, самый известный представитель которых — тираннозавр) и сохранить их для потомков привело ученых из Барселонского университета и их коллег из Манчестерского университета к идее использовать лазерные технологии и построить точные трехмерные изображения этих следов. Подобную технологию применяют в нефтеразведке, а в данном случае, благодаря гранту в 9000 евро от консорциума «Рута Минера», который получил доктор Фил Маннинг из Манчестера, ее применили палеонтологи.

Суть работы устройства такова. Лучи лазера сканируют поверхность скалы, отражаются от деталей ее рельефа и возвращаются в приемник. С помощью встроенной цифровой камеры и датчика глобальной системы навигации GPS приемник определяет точные координаты мес-



Так художник представляет себе процесс питания титанозавра. Впрочем, возможно, все было и не так (см. «Химию и жизнь», 2001, № 4)

та, из которого пришел отраженный луч, и сбрасывает информацию в портативный компьютер. А далее программное обеспечение аккуратно строит трехмерное компьютерное изображение. На эту работу вполне хватает аккумуляторной батареи, поэтому съемку можно вести в поле, где нет стационарных источников электричества. Предварительную картинку следов построили за 15 минут, а детальные изображения снимали в течение четырех дней.

Полученные данные очень пригодятся исследователям, которые пытаются понять, как передвигались динозавры. «До сих пор мы не могли подобраться к этим следам, чтобы их тщательно исследовать. Теперь такая возможность появилась», — говорит аспирант Карл Бэйтс из Манчестера, который как раз изучает движения динозавров.

**С.Анофелес**





Главный враг летучей рыбы — тунец — сам стал добычей. Справа автор статьи

## В.Сербин

услышав, что вам предлагают отправиться на рыбалку ловить дельфина, знайте, что это будет рыба и называется она корифена. Поймать ее на блесну или другую приманку не составляет особого труда: корифена — одна из самых бестолковых рыб на всем белом свете. Если вы сумеете подойти на бросок спиннинга к стайке этих красивых рыб, то за короткое время вы всех их поймаете. Однако на некоторых тропических островах Тихого океана корифену не ловят, на нее охотятся. Да-да, именно охотятся. Нет, вы конечно же можете ловить ее на спиннинг, но в глазах местных жителей вы будете выглядеть не совсем нормальным человеком, который недостойн называться мужчиной (в русском варианте — полным идиотом).

В основном охотятся на большую корифену. Это более увлекательное и азартное занятие, чем даже ловля акулы мако или меч-рыбы и ее родственников, марлина и парусника. Для охоты нужен мощный катер, переоборудованный особым образом. Охотятся на корифену обычно в одиночку, очень редко вдвоем — каждый на своем катере. Охотник, он же капитан, не стоит за штурвалом своего быстроходного судна, а сидит на кончике его носа. Рядом с ним находятся два рычага: газа и рулевой, с которыми он управляется одной рукой. Почему одной? Потому что во второй руке у него длинный гарпун. Увидев прыжки корифены (а она прыгает, когда гоняется за добычей), охотник направляет к ней катер. Корифена пытается уйти от преследователя, а охотнику необходимо проявить всю сноровку и не дать рыбе оторваться от погони. Но главное искусство заключается в том, чтобы метнуть гарпун и попасть в цель. Добыча при этом может быть весьма большой, почти до 40 килограммов. По зрелищности эта охота напоминает лов диких животных в Африке на джипах.

Отмечу одну тонкость. Когда будете в тропиках, обратите внимание, что чем красивее выглядит рыба, тем менее она вкусная. Примеров мно-

# Рожденный плавать — летать умеет

Не раз мне приходилось читать романы о жизни в тропиках, где главный герой отправлялся ловить на блесну дельфина и у меня всегда возникало подозрение, что здесь какая-то ошибка. Дельфины со своей феноменальной способностью к эхолокации определяют не только любую наживку и материал, из которого она сделана, но даже на какой крючок эта наживка нанизана.

Позже я выяснил, в чем здесь дело. В тропической зоне океанов живет весьма интересная и красивая рыба. Ее родовое название *Coryphaena* — корифена. В роде содержится два

вида: *Coryphaena equiselis*, или малая корифена (длиной до 75 см) и *Coryphaena hippurus*, большая (обыкновенная) корифена (длиной до 2,1 м), она же — золотая (золотистая) макрель и дорадо (рис. 1). В Тихом океане местное население называет ее махи-махи. А вот ее английское имя совпадает с названием другого животного, вовсе не рыбы, а морского млекопитающего. Это имя — dolphin (дельфин). Дело в том, что во время охоты корифена выпрыгивает из воды, так же, как и дельфин. Но на этом все сходство заканчивается. Поэтому в будущем, прочитав или



1  
Корифена, она же дорадо и золотая макрель. На фото – корифена в воде



## ВОДА И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

тропической зоне морей и океанов. Внешне почти все они похожи друг на друга, но кое-кто на стадии малька имеет выросты на челюстях в виде усов, которые у большинства взрослых рыб исчезают. Для человека летучие рыбы не опасны. Впрочем, я знал нескольких людей, которые слегка пострадали при знакомстве с этими милыми существами, отделавшись небольшими ушибами и шишками. Представьте: вышел матрос ночью на палубу покурить. Стоит, любуется ночным небом, а в это время кто-то хрясь его в лоб. Удар такой, что валит с ног здорового мужика. Оказывается, это всего-навсего летучая рыбка. Обычно после такого случая привычка курить на палубе в темное время пропадает.

Развитие семейства летучих рыб шло в двух направлениях. Одни виды для полета используют только грудные плавники, другие – еще и брюшные, напоминая самолет-«кукурузник» в миниатюре (рис. 3). Некоторые рыбы пошли еще дальше. Их живот потерял округлость и стал плоским, тем самым увеличивая общую несущую поверхность. У настоящих летучих рыб есть близкие родственники, летучие полурылы. Они тоже умеют летать, но много хуже – всего до пяти метров.

А вот дальность полета настоящих летучих рыб, по данным некоторых авторов, оценивается в полтора-два километра! По моим наблюдениям, эту цифру можно повысить еще на километр. В тропиках Индийского и



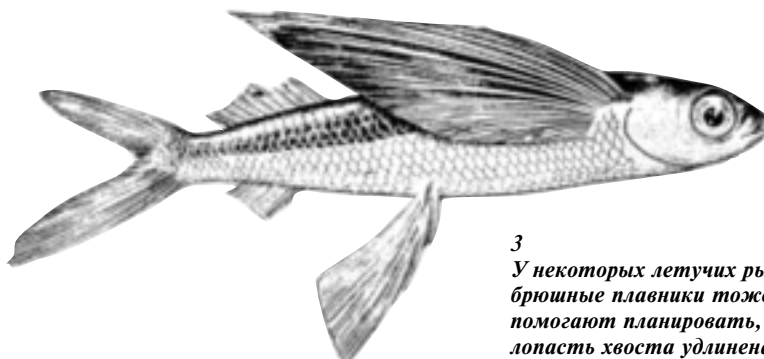
2  
Летучая рыба к полету готова

жестоко. В этом плане напрашивается одно сравнение из самой правдивой истории о бароне Мюнхгаузене и «прекрасной певчей птичке» – павлине.

Корифена – это тот же павлин. Зазывали у входа в ресторан будут говорить вам: «Посмотрите, какая красивая рыба! А уж вкус у нее – райское наслаждение!» Наслаждение будет казаться райским только до тех пор, пока сам не попробуешь эту красоту. Я ел корифену и вяленую, и пареную, и маринованную, и жареную, из Тихого океана, из Индийского и Атлантического. Ее мясо напоминает солому, и чтобы хоть как-то его съесть, надо залить его таким количеством соуса, что вкуса самой рыбы вы уже не почувствуете.

Теперь поговорим о том, чем питается сама корифена, особенно в открытом океане. А ест она на обед, завтрак и ужин чаще всего летучих рыб, или, как зовут их матросы, летучек. Корифена для них – враг номер два. Почему номер два? Да потому, что есть еще более страшный и коварный враг летучих рыб. Кто это, узнаете немного позже.

Видимо, далекие предки летучих рыб, пытаясь скрыться от хищника (возможно, это как раз и была корифена), рискнули покинуть водную стихию. А для этого им пришлось научиться летать. Правда, природа не научила их машущему полету. Летучки летают, как планеры. Но зато они самые лучшие планеры в рыбьем царстве. Семейство Настоящие летучие рыбы, по латыни *Exocoetidae*, включает 8 родов и около 60 видов. Их размеры колеблются в пределах от 14 до 50 см (рис. 2). В основном летучие рыбы живут в тропической и суб-



3  
У некоторых летучих рыб брюшные плавники тоже помогают планировать, а нижняя лопасть хвоста удлинена, чтобы лучше разогнаться перед взлетом



Атлантического океанов дождливой ночью я лично видел летучих рыб, пролетавших в лучах корабельных огней, находящихся на мачте большого супертраулера. А уж сколько их было найдено на самой верхней, пеленгаторной палубе над рубкой, на высоте 15–20 метров!

Летучие рыбы передвигаются в воде со скоростью около 30 км/ч. Даже оторвав свое тело от воды, летучая рыба мощно работает нижней, увеличенной лопастью своего хвостового плавника. Таким образом она получает дополнительное ускорение и увеличивает дальность полета. Некоторые рыбы, снижаясь во время полета, не погружаются в воду, а вновь разгоняются с помощью хвостового плавника и летят дальше. В полете их скорость достигает 60 км/ч. Рыбы более активны ночью, а днем мы видим их, только если они напуганы движущимся судном или спасаются от хищников. При этом летучие рыбы не поднимаются высоко над водой, ведь в воздухе днем их подстерегают птицы. С наступлением темноты уже ночные водные хищники выходят на охоту, и летучие рыбы спасаются тем, что переходят из водной стихии в воздушную. В это время большинство рыбобоядных птиц улетают на ночевку.

Таким образом, можно предположить, что оптимальные условия для полетов летучек над водой — это наличие в воде голодных хищников и отсутствие в воздухе птиц, а также тропическая безлунная ночь, легкий ветерок и теплый, мелкий моросящий

дождь. Держатся они как поодиночке, так и стаями до 20 штук. Самая крупная стая, которую я видел, состояла примерно из сотни особей. Правда, случилось это днем, в Атлантическом океане, в примечательной точке с координатами 00 широты и 00 долготы — то есть в точке пересечения нулевого меридиана с экватором.

Я находился в рубке и наблюдал за горизонтом в бинокль. Океан был спокойным. Как говорят моряки, он медленно дышал, и только легкий ветерок местами давал о себе знать рябью на его поверхности. Неожиданно мое внимание привлекли легкие буруны примерно в километре от нас. Оказалось, это крупный косяк тунцов готовился к охоте на летучих рыб. Загонщики выстраивались в длинную цепь, а те, кто был в засаде, расположились по курсу движения нашего судна.

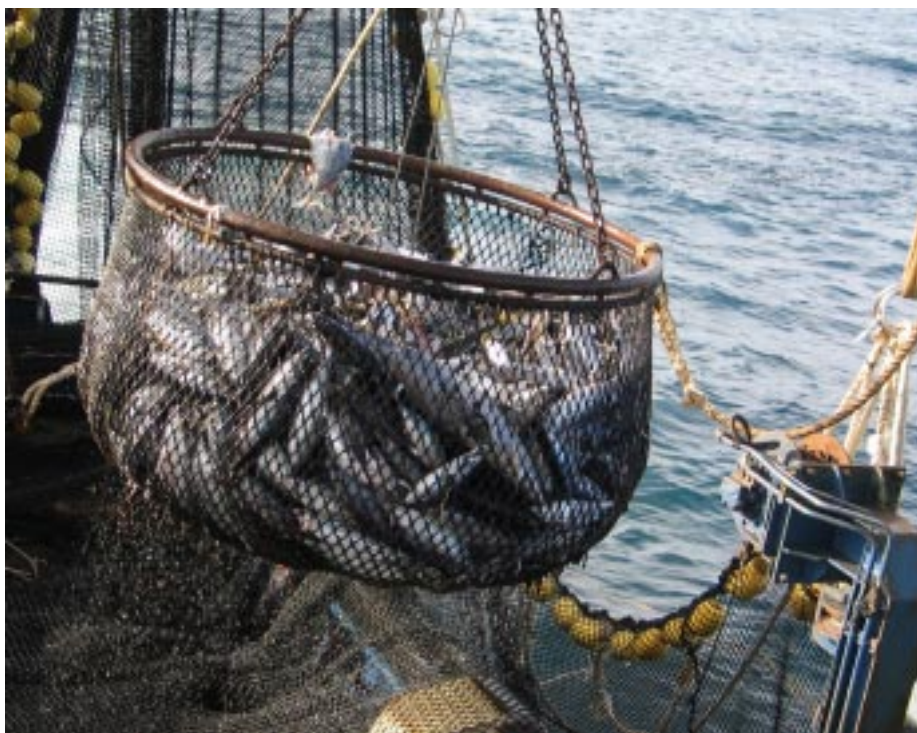
И вот охота началась. Тунцы двинулись вперед, создавая максимум шума, выпрыгивая из воды и падая в нее боком. Перед ними стали взлетать отдельные рыбешки, на которых, казалось, никто из них не обращал внимания. Примерно в 500 метрах от нас все они как по команде ринулись в одно место, сужая фронт. И тут из воды вырвалась на простор крупная стая летучих рыб. Только тогда мне стало понятно, какая у тунцов была цель. Я было уже посмеялся над тунцами, что они остались с носом, а зря, ведь передо мной были профессионалы. Летучки поднялись над водой на метр–полтора и, пролетев метров 150–200, видимо, успокои-

лись — некоторые из них начали потихоньку опускаться. Именно в этот момент и началась охота. Тунцы, находящиеся до этого в засаде, одновременно выпрыгнули из воды, ловя летучих рыб на лету. Добыча, если можно так сказать, запаниковала и совершила главную ошибку. Вместо того чтобы продолжить полет в прежнем режиме, сохраняя при этом скорость, стая решила набрать высоту. Все рыбы изменили угол атаки своих плавников, пытаясь взлететь на пару метров выше. У меня создалось впечатление, будто в одно мгновение они остановились и зависли в воздухе. Тунцы тут же воспользовались роковой ошибкой. Этот момент оказался самым трагичным для рыбешек, потери у них были просто катастрофические.

Прорвавшимся сквозь кольцо засады, а их осталось не более полтора десятков, удалось пролететь еще метров 200–300 (я думаю, от страха). После этого они скрылись под водой. Все, кто наблюдал эту охоту, пришли к выводу, что рыбы пролетели как минимум 500–600 метров. Но то было днем и в неблагоприятных для них условиях. Такое я видел первый раз в жизни. Это было похоже на охоту прайда львов на антилопу в саванне. Вот поэтому тунцы — главные враги летучих рыб, тем более что крупные особи могут развивать такую же скорость в воде, как летучки в воздухе, — 60 км/ч.

С появлением судоходства в океане и особенно в тропиках некоторые виды дельфинов, птиц и рыб стали охотиться возле разнообразных судов. Среди рыб этим отличаются некоторые тунцы, а также вышеупомянутая корифена. Из птиц методику лова летучек прекрасно освоили олуши — семейство Пеликанообразные (*Sulidae*). Тунцы или корифена идут параллельным курсом с судном на расстоянии от 10 до 30 метров. Они нападают на летучек, и те, испуганные движением судна, взлетают и устремляются в стороны, невысоко поднимаясь над водой. Если вспугнутая рыба полетела к тунцам, значит, им повезло. Такая охота обычно скоротечна и происходит в местах, где летучек множество. Мне доводилось наблюдать ее в Красном море, Баб-Эль-Мандебском проливе и Аденском заливе, в Аравийском море и на банке Сая-де-Малья.

Что касается олушей (рис. 4), то они усовершенствовали этот метод. Движущийся по водной поверхности



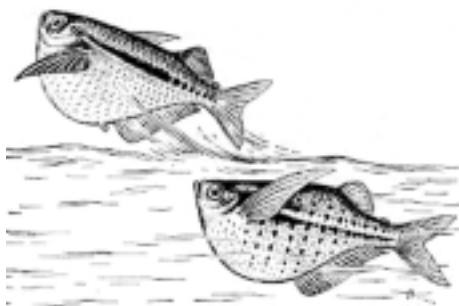
*Самый страшный враг рыб — человек*



4

*Олуши преследуют летучих рыб и в воздухе, и в воде*

предмет создает впереди себя так называемую подушку из воды и воздуха. Многие из нас видели, как дельфины, плывя перед носом судна, практически не работают хвостовыми плавниками, поскольку находятся в зоне действия этой подушки. Птицы тоже освоили подобный метод, но только в воздухе, и стали использовать его для охоты на летучих рыб. И, надо сказать, добились великолепных результатов. В Индийском океане, в районе экватора, иногда в течение всего светового дня можно видеть зависших в воздушном потоке над носом корабля олушей, которые охотятся на летучек. Выстроившись друг за дружкой в ряд, опустив клюв, они внимательно наблюдают за поверхностью воды. Охотятся в порядке очередности, конфликтов за лучшее место не бывает. Первая птица, поймав рыбу, становится в конец стаи и снова ждет очереди. Практически каждая птица использует свой шанс на сто процентов. Стоит только появиться летучке, тут же



5

*Клинобрюшка — настоящая летающая рыба*

бросок вниз — и участь рыбы решена. У олушей практически не было ошибок, птицы совершали промах в худшем случае один раз из десяти. Олуша — один из лучших ныряльщиков среди летающих птиц. Не снижая скорости полета, они могут нырять в воду с высоты 30 метров и на такую же глубину, оставаясь под водой несколько минут. Даже оказавшись в родной стихии, летучая рыба не избегает опасности быть съеденной, а уж попытка спастись днем в воздухе чаще всего кончается печально.

Каждый день мы видим вокруг себя летающих животных. Среди беспозвоночных это насекомые, среди позвоночных — птицы. Из млекопитающих полет освоили рукокрылые, к которым относятся летучие мыши. Среди пресмыкающихся летали ископаемые птеродактили и птеранодоны. Интересно, а есть ли в природе рыбы, которые обладают машущим полетом? Оказалось, да.

Что же это за рыбы? Это семейство *Gasteropelecidae*, или Клинобрюшки, которое состоит из трех родов и восьми видов (рис. 5). Их родина — водоемы Центральной и Южной Америки. Длина рыб — от 5 до 10 см. Обитают они только в пресных водах. Рыбки получили свое название потому, что их брюшко выпячено в виде заостренного клинышка. Такую форму ему придают грудные мышцы, ответственные за полет рыб, — все как у летающих птиц. Вес этих мышц впечатляет: четверть веса рыбы! Грудные плавники выполняют



## ВОДА И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

функцию крыльев, но не планера, а настоящих, машущих, как у птиц. Как отмечают некоторые авторы, с их помощью рыбка может пролететь, от 5 до 10 метров. При полете слышно жужжание крыльев — почти как маленький вертолет. Именно эти рыбы — настоящие летуны, но многие об этом не знают. Почему?

Дело в их названии. Летучие рыбы, которые умеют только планировать, по систематике называются «Настоящие летучие рыбы», а название рыб, обладающих настоящим машущим полетом, ничего об этом не сообщает. Кто обратит внимание на скромное имя «клинобрюшки»? Даже увидев фотографию этих рыб, трудно предположить, что они умеют летать, да и форма тела мало что говорит об их образе жизни. Учитывая эту форму и строение ротового аппарата, можно предположить, что полет был им необходим, чтобы спастись от хищников, а не добывать пищу в полете, то есть гоняться за насекомыми в воздухе. Их рот приспособлен ловить или собирать насекомых только на поверхности воды.

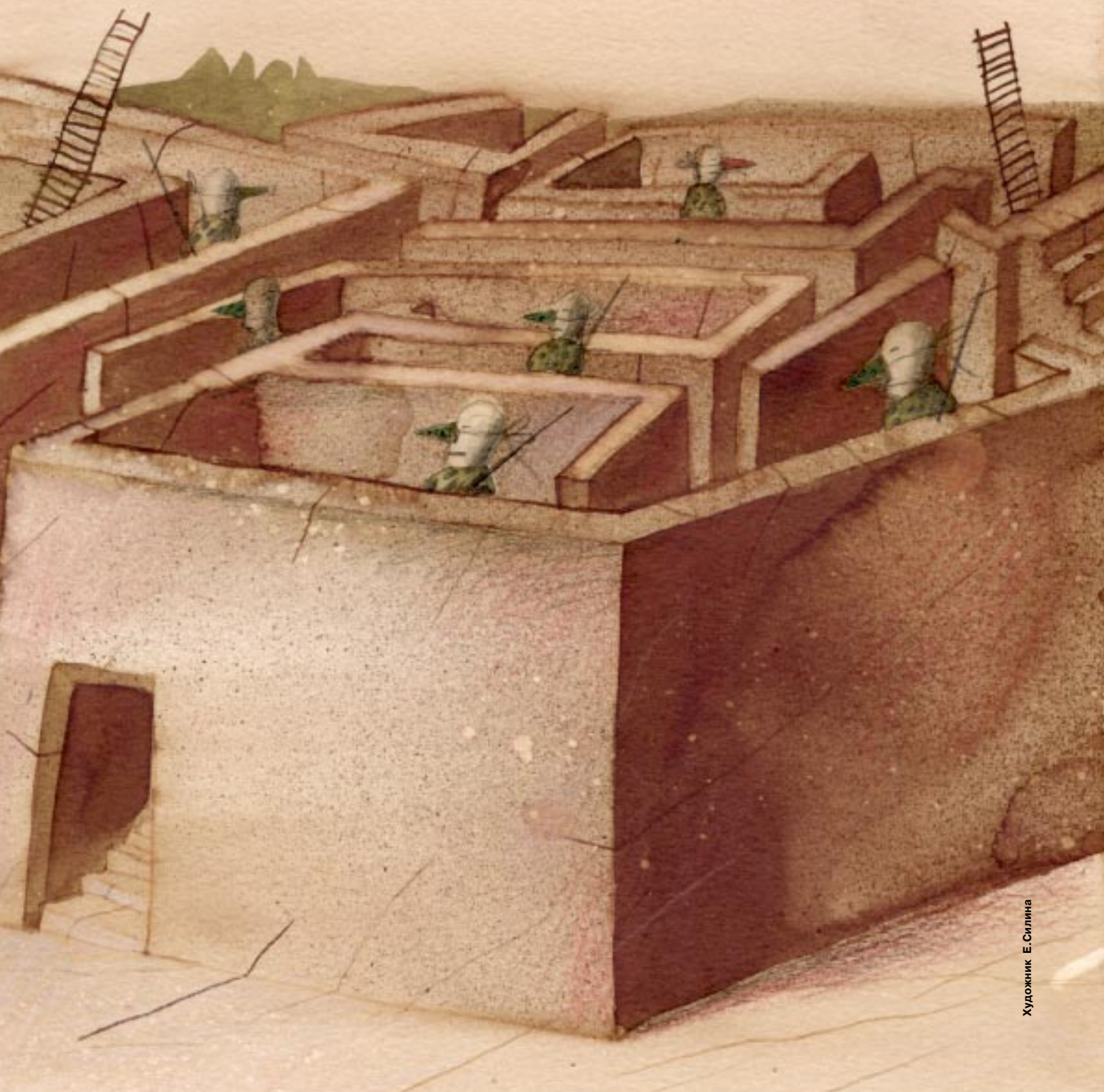
Сейчас клинобрюшек держат многие аквариумисты. Они хорошо уживаются с другими рыбами, но в ограниченном пространстве быстро набирают жир, и тогда получить от них потомство невозможно. Добиться выметывания икры можно двумя способами. Первый — строгая диета, а второй — помещение в аквариум, где периодически создается сильное течение воды. Вынужденные активно двигаться, рыбы не наберут лишнего жира, и их половые железы созреют полноценно.

Даже рыбы умеют парить и летать. Они освоили воздушную стихию, пользуясь не гремющими и гудящими механизмами, а приспособлениями своего тела. Нам же остается лишь с завистью или с грустью наблюдать за ними.





# Аномальная группа





Первым не выдержал переводчик.

— Си шейд не верь! — И так минуту подряд.

Командир послушал тарабарщину и пальнул ему прямо в лоб.

— Напрасно ты это, — сказал Тормоз, высовываясь из-за радиостанции. — Ну слоги перепутал, бывает. Я вот едва ключ не попутал.

Командир обратил внимание на последнюю фразу и показал Тормозу ствол. Потом осознал первые и почесал ручку за ухом.

— She said «never», — пояснил Тормоз.

— Тормоз, ну если ты такой умный, то, может, переве-  
дешь?

Тормоз перевел.

— А-а... — кивнул командир. И задумался.

Пятая Большая Аномалия набирала обороты.

— А хорошо придумала, — сказал Тормоз, прячась за радиостанцию. — Я бы не догадался, вот...

Командир все еще думал, поэтому Тормоз болтал.

— На стадионе было, в Белом Доме было, а вот на нефтеперерабатывающем комбинате... Не, хорошо. Еще бы на атомной станции.

— Типун тебе на язык, — пожелал Лось. Потом открыл левый глаз, покосился на карту, застонал и опять зажмурился.

— Хочешь пивка, Лосик? — спросил Тормоз. — Холодненького?

— А ты скажешь — нету, — зевнул Лось. — Старо.

— Цыц! — приказал командир.

Команда заткнулась.

Снаружи донеслась очередная серия англоязычного девичьего верещания.

— Что она говорит? — спросил командир.

Тормоз прислушался.

— Все то же. Полный never нам.

— А чего так? — подал голос Лось.

— А что ей нам верить? — пожал плечами Тормоз.

— Цыц! — повторил командир. — Ей сколько лет?

Тормоз сверился со справкой на ноуте.

— Четырнадцать... с половиной.

— Кэрри, тля огородная, — скривился Лось. — Пороть, тля огородная! Ненавижу.

— Где консультант? — спросил командир.

Тормоз поигрался сначала с пультом, потом с ноутбуком. Вывернул карманы штанов. Заглянул в нагрудный карман.

— Нету! — удивленно сообщил он.

Командир показал Тормозу ствол. Зевнул. С отвращением посмотрел на Лося: тот закрыл глаза и сделал вид, что сканирует местность.

— Закончили цирк, начали работу. Звякни, чтобы этого, — командир кивнул на тело под дверью, — убрали вон.

Тормоз звякнул. Лось сел и начал сканировать уже настоящему. Волчок на столике завертелся быстрее. Девка опять заверещала. Командир дослушал до конца, ковырнул мизинцем в ухе.

— А теперь что говорит?

— Говорит, все подорвет.

— Подорвет? — обратился командир к Лося.

Лось подумал. Потом подумал еще. Послушал. Красные и белые полосы на волчке слились в нежный оттенок клубничного мороженого. Лось покосился за боковое окно, на трубы и баки, баки и трубы.

— Фиг зна... Истерит. Может.

Командир выглянул, но ничего не увидел.

Пятая Большая Аномалия была, конечно, дура, но не настолько, чтобы показываться на глаза. Про работу снайперов она хоть и из боевиков, но знала и сидела за какой-нибудь цистерной бензина тонны на две.

— Чего хочет?

— Чтоб все ушли, чтоб ее в спецшколу отправили, чтоб ей гражданство дали, — начал перечислять Тормоз.

— Люди, хы, тля огородная! — сплюнул Лось. — Пороть!

— А по мозгам? — спросил командир.

— Мне? — удивился Лось. Потом подумал. — Не выйдет. По причине отсутствия мозга.

— А серьезно?

— Истерит, — пояснил Лось. — Нет там сейчас мозга.

— Пойду попробую поговорить, — сообщил командир.

— Ну-ну, — хихикнул Тормоз и покосился на тело переводчика. — Сходил один такой.

Командир на секунду высунулся из-за защитного зонтика, взвыл и спрятался поглубже в фургон. Лось молча показал на бешено вращающийся волчок. Командир кивнул. От головной боли его тошнило. Пятая Большая Аномалия нагнетала поле такой мощности, что оставалось только позавидовать. Переводчик спятил минуты за три с половиной.

— А вот мне тут сообщают, — с похабной ухмылочкой сообщил Тормоз, — что еще пятнадцать минут, и все само екнет. Чего-то там давление в чем-то тыры-пыры. Короче, пять минут еще есть, потом отход.

— Жалко дуру, — сказал Лось. Помолчал и прибавил: — Пороть, тля ого!..

— Если крикнуть, она нас услышит? — спросил командир у Лося.

— Мы же слышим.

— Тормоз, поговори с ней.

Тормоз высунулся и начал орать на помеси английского с рязанским. Ответом ему было гулкое эхо, бродившее между цистернами и стенами. Пятая Большая Аномалия слушала, но поле не снимала и напряженность не снижала. Волчок на столике крутился, как сумасшедший.

— Она хоть понимает, что он там вопит? — спросил командир.

Лось прислушался, потом кивнул. Тормоз влез обратно и посмотрел на часы. Минута была потрачена на переговоры. Четырнадцатилетняя зарубежная дура, отколовшаяся от экскурсии на крупнейший нефтеперерабатывающий комбинат страны, плевать на всех хотела. На себя в том числе. Большую Аномалию торкнуло именно здесь и сейчас.



— Ты ей обещал, что все будет? Ты ей сказал, что скоро екнет? — сурово спросил командир. Тормоз кивнул. Командир опять почесал рукояткой за ухом. — И чего?

— Молчит. Три минуты.

— Воспламеняющая взглядом, тля огородная! — повторил Лось. — Пороть, тля огородная!

— Заткнись, тля! — хором сказали командир и Тормоз. Потом командир уточнил: — Огородная.

Большая Аномалия сидела на трубе и по не изжитой еще детской привычке ковыряла в носу. Кругом воняло. В трубе шумело и гудело. Мысли трех уродов в фургоне слышно было плохо. Они боялись. Хорошо. Боялись не за себя, а за нее. Странно. Слушать их было нельзя — обманут. Добраться, как до остальных, не получалось. Они были похожие, но взрослые и тупые.

Хотелось писать, есть и спать. Прочие желания были менее ясны даже самой Большой Аномалии. Большая Аномалия посмотрела на вентиль над головой. Красное колесо послушно крутанулось.

Вот тут-то Лось ей по мозгам и залепил.

И просчитался: вышло слабее, чем было надо.

Волчок сначала замер, потом завертелся, то и дело взлетая в воздух. Всей тройке поплохело. Командир рыгнул, сдерживая рвотный спазм. Лось вытер рукавом выступившие слезы. Аномалия оказалась неожиданно крутой.

— Уходим? — проморгался командир.

— Крупнейшее предприятие страны. Экологическая катастрофа планетарного масштаба. Энергетический кризис в Евразии, — забубнил, сверяясь с ноутом, Тормоз. — Полгорода снесет!

— Жалко дуру...

— Йа пойти, — заявил проснувшийся переводчик. — Дайте мне то, чем вы планку?

— Какую ему еще планку? — спросил командир.

Переводчик постучал себя по лбу рядом с красной припухлостью и показал пальцем «пиф-паф».

— Plunk...

— Супермен, да? — уронил челюсть Лось. — Sit down, да?

На этом паралокатор группы быстрого реагирования МЧС Лосев исчерпал словарный запас и заткнулся.

Переводчик делегации встал и пошел в глубь цеха.

— Стреляй! — завопил Тормоз.

Командир прицелился, потом опустил ствол.

— Ты чего? — не понял Тормоз.

— Зачем нам две злые Аномалии? — пожал плечами Лось. — Пусть одна будет добрая.

Тормоз поглядел в боковое окно в спину удалявшемуся переводчику и грязно выругался. О спонтанной инициации в поле аномалий все слышали. Теперь группа, в которую входил Томас, еще и видела. Лично. Томас предпочел бы не видеть, но его никто не спрашивал.

— Две минуты, — сообщил он.

На мобильнике командира заиграла песня про гордый «Варяг»: звонил министр. Командир молча выслушал, кивнул трубке и нажал на отбой.

— Тормоз, — озадаченно спросил он, — что такое экстрадиция?

— Типа экзекуции, — объяснил Тормоз. — Но для буржуев. Командир показал ему ствол.

Прорезалась бригада аналитиков.

Тормоз прочитал все, что они писали, сплюнул и закрыл окно программы. Полезных рекомендаций в справке не сохранилось. Консультанта не было. Никаких идей в голову не приходило.

Зеленое пятно, отмечавшее на карте переводчика, петляло, но уверенно двигалось к цели. Теперь из двери неслось верещание на два голоса — девичий звонкий и мужской надтреснутый.

— О чем они говорят? — спросил командир Тормоза.

Тот прислушался. Пятую Большую Аномалию он еще понимал, а вот переводчика с его австралийским акцентом — уже нет.

— За жизнь... — неуверенно сказал он. — Ну, вообще там. За дружбу.

Волчок стал крутиться вдвое медленнее.

— Обоих возьмешь? — спросил командир Лося.

Паралокатор помотал головой:

— Его могу. Девку — не.

— Его-то не надо.

Лось пожал плечами и отвернулся.

— Идут, — сообщил Тормоз.

По карте медленно двигались два пятнышка — зеленое и красное. Командир поглядел в окно. Переводчик вел Большую Аномалию за руку. Как папа дочку в зоопарке, подумал командир, наводя ствол. Потом пригляделся повнимательнее и ствол опустил. Фигуры просвечивали насквозь.

— Опаньки, — сказал Тормоз.

— Щиц! — прикрикнул командир. — Лось, ты сканишь или что?

— Ага, — ответил Лось. — Они нас проверяют. Или играют. Фантомы.

— Смешно, — сказал Тормоз. — Минута двадцать.

— Пообещай им корзину печенья и бочку варенья, — вздохнул командир. — Обоим.

— Уже обещал. Не понимает.

— Может, планкнутый поймет? — с тоской предположил командир.

Лось покосился на волчок и пожал плечами. Тормоз высунился из фургона и начал обещать. «Диснейленд. Космополитен. Эмтиви. Рашен хай скул фор паранормал», — разносилось над территорией комбината. Лось тихо ржал. Командир думал: что еще можно пообещать сопле четырнадцати с половиной лет?

Волчок вращался все медленнее и наконец остановился. Лось воспользовался моментом и повторно залепил Большой Аномалии по мозгам. На этот раз у него все получилось.

— Пошли? — спросил Тормоз.

— Хрена там! — буркнул Лось и ткнул пальцем в сторону волчка.

Волчок набирал обороты. Воздух гадко вибрировал. У всей группы слезились глаза и звенело в ушах.

— Вот гад буржуйский, — изумился Тормоз и начал разъяснительную работу с переводчиком.

Секунд через пять, послушав ответные речи, он опять грязно выругался и вернулся в салон.

— Мы, говорит, ее убили. Лосик, миленький, сделай его, а?

— Объясни, что не убили, — сказал командир.

Лось прислушался к происходящему в цехе и покачал головой, изображая полную безнадежность.

— Они убили Кенни, натурально, — сказал он.

Радиостанция бибикнула. Тормоз надел наушники, послушал, что говорят, изменился в лице и выругался совсем уж непристойно.

— Можно сваливать, говорят. Снайпер ща все сделает, говорят.

— Пошли бы они! — сказал командир.

— Вот и я так думаю, — кивнул Тормоз.

— Рашен спетсназ. Э снайпе... — разносилось над территорией комбината. — Серти секондс... Детонэйшн оф гэзелин.

— Энд вазелин, — добавил Лось.

— Вазелин нам понадобится, — кивнул командир.

Потом командир подумал, что если тут все-таки екнет, то уже никому ничего не понадобится, но их все равно расстреляют. Потому что комбинат один, и если с ним случится «детонэйшн»...

Про расчетное время спецназеры, конечно, гнали лажу, оставляя себе добрых пять-шесть минут про запас. Командир это знал, и они это знали. Про снайпера тоже гнали лажу. Даже переводчик это знал, поэтому и не реагировал. Что будет, если пуля случайно заденет трубу или емкость, понимала, наверное, даже Пятая Большая Аномалия. Точнее, понимала бы, если б не дрыхла у ног переводчика.

— Ши из о'кей! Ши из слипинг! — продолжил односторонние переговоры Тормоз. Потом повернулся. — Лосик, ну я тебя умоляю! Ну он же сейчас спечется, не может же он долго...

— Задолбал, — буркнул Лось и полез мимо аппаратуры к выходу.

— Куда? Стоять! — рывкнул командир.

Паралокатор Лосев, оправдывая прозвище, пер по прямой в ту же сторону, что недавно переводчик.

— Пушку возьми! — заорал командир вслед, но Лось не обернулся.

Волчок подскочил, потом остановился и улегся на бочок. Командир недоверчиво поглядел на индикатор, прикрыл глаза и попробовал сам прослушать обстановку. Напряженность поля аномалии сошла на ноль. Лось жив и цел. За остальных командир ручаться не мог, паралокатор из него был почти никакой, разве что чуть лучше, чем из Тормоза.

Рация бибикнула вновь.

Тормоз прокинетировал к себе наушники. Наделись они криво. Послушал. Удивился.

— Это с вертолета, — сообщил он. — Они говорят, наш Лосик — пе... щас, как это.

Командир предположил как.

— Не.

Командир озадачился.

— Педофил, — доложил мнение наблюдателя на вертолете Тормоз.

— С какого лешего? — опешил командир.

— Он ее раздевает.

— Маааать! — взвыл командир. — Парадоксалка. Сядь на связь!

— Да я и так тут, — пожал плечами Тормоз. — Минус двадцать секунд.

Командир уточнил, куда именно Тормоз может засунуть таймер.

— И требуй бригаду из Семашко!

Лось делал девице искусственное дыхание и непрямой массаж сердца вперемешку. Командир понадеялся, что после этого у Большой Аномалии останется хоть одно целое ребро. Сейчас было не до ребер.

— Кончай, хорошо! — завидев их, заорал командир. — Сколько она уже?

— Минуту, — оторвался на мгновение Лось.

— Фигня, еще минимум четыре есть, давай, давай, ноги, там медики есть...

Лось вцепился в Пятую Большую Аномалию, как в родную. Командир смотрел на ходу, как под его лапами прогибается грудная клетка соплячки, и содрогался. Парадоксальная реакция на обездвиживание была безопаснее первой помощи Лосю.



## ФАНТАСТИКА

Переводчик стоял рядом, тихий, неподвижный.

— Давай сюда девку, бери этого и пошли!

Лось приобнял за плечи блаженного переводчика и повел к выходу.

Командир поднял на руки примерно полцентнера Пятой Большой Аномалии. Прямо перед носом оказался лифчик с мультяшными утятами. Командир молча возвел глаза к небу. Все аномалии почему-то были примерно в таком возрасте. Все они после кризиса оказывались очень милыми детьми. Если не успевали что-нибудь подорвать.

Правда, обычно они безобразили в пределах своей страны, а не во время экскурсий на нефтекомбинат чужой.

Тормоз полюбовался идиллией и дал отбой тревоги. Секунд через двадцать мимо фургона уже побежал бородастый крендель, главный инженер.

Медики суетились вокруг Большой Аномалии и переводчика, целая толпа военных — вокруг командира. Дядьки в рабочих комбинезонах носились по указке главного инженера.

Лось и Тормоз скромно сидели у штабной палатки — дожидались, пока их позовут на разбор. Тормоз косился на бутылку пива в руке юнца, караулившего генератор. Лось косился на каталку, над которой уже растянули прозрачный купол.

— Силен мужик, — сказал Лось. — Я думал, он мне мозги сожжет.

— Уг-хм, — кивнул Тормоз. — Второй «неверь» на один объект — это слишком.

Командир отмотался от всех желающих с ним поговорить, подошел к палатке, сел, закурил.

— И после всего, — сказал он в пространство. — И после всего...

— Что? — спросил Тормоз.

— Этот угод сказал, что хочет работать с нами.

— Он же буржуй? — удивился Тормоз.

— На кой нам переводчик? — удивился Лось. — Тем более такой?

— Цыц! — рывкнул командир. — Никто никуда...

Группа быстрого реагирования, она же аномальная бригада, переглянулась.

— На атомной станции он нам пригодится, — деловито заметил Тормоз, а Лось покивал.

— Типун вам... — начал командир.

Звуки песни о гордом «Варяге» разнеслись по площадке.

Аномальная бригада еще раз переглянулась.

— Как там наш переводчик себя чувствует? — искренне заинтересован Тормоз.

За неимением ствола командир показал ему кулак. И нажал на зеленую кнопку.





# Смородина

**Почему смородина называется смородиной?** Это слово произошло от древнерусского «смородь», что означает «сильный запах» (как, впрочем, и «смрад»). Черная смородина действительно очень пахуча. Другие виды смородины, хотя тоже так называются, практически не пахнут.

**А почему черная смородина такая душистая?** Черная смородина пахнет вся: и ягоды, и ветки, и листья. На их нижней стороне видны желтые желёзки, которые выделяют душистое эфирное масло. На Руси смородиновые листья издавна заваривали вместо чая и клали для аромата в разные соленья. А на душистых почках настаивали водку. Но в современных промышленных масштабах такую водку произвести нельзя: для этого придется оборвать с кустов все почки и на нем никогда уже не будет ни листьев, ни ягод. Получать смородиновый «ароматизатор, идентичный натуральному» химики пока не научились, поскольку в его состав входит около четырехсот органических веществ. Очень жаль, ибо запах смородины сам по себе — великая сила. Он благотворно воздействует на глубокие структуры мозга, настраивает наш организм на нормальное переваривание пищи, поднимает настроение. А еще в его состав входят фитонциды — растительные антибактериальные вещества.

**Чем полезна смородина?** Черная смородина — одно из самых витаминных растений России. Особенно она богата витамином С. Некоторые сорта черной смородины накапливают до 4% аскорбинки, но и в красной смородине аскорбиновой кислоты больше, чем в хваленых лимонах и апельсинах. Интересно, что содержание витамина С в растениях увеличивается по мере их продвижения на север. Например, черная смородина Северного Урала богаче витамином С, нежели черная смородина, растущая в Средней Азии. Это и понятно — витамин С способствует устойчивости растений к низким температурам. Даже листья смородины содержат 100–200 мг аскорбинки в 100 г, поэтому есть прямой смысл класть их в соленья не только для аромата, но и для витаминизации. А в ягодах черной смородины витамина С больше всего, когда она еще не совсем черная, а интенсивно-бурая. Смородина жару не любит и в прохладное лето накапливает больше аскорбиновой кислоты. Есть в смородине и витамин Р, напарник аскорбинки, который усиливает ее полезное действие. Есть и витамин К, улучшающий свертываемость крови. А еще смородина содержит до 13 сахаров, в основном глюкозу и фруктозу, кислоты, пектин, дубильные вещества, соли калия, натрия, кальция, магния, железа, марганца и фосфора.

**Правда ли, что витамин С в смородине долго сохраняется?** Действительно, смородина, протертая с сахаром, сохранит витамин С всю зиму. Дело в том, что в этой ягоде почти нет фермента аскорбиназы, который разлагает витамин С. Кстати, почти нет аскорбиназы и в сладком перце, томатах и цитрусовых. Поэтому в лимонах и апельсинах даже через полгода после сбора сохраняется 80–90% исходного количества аскорбиновой кислоты.

**А какая польза от аскорбиновой кислоты, о которой всегда говорят в связи со смородиной?** Аскорбинка участвует в синтезе коллагена — основного белка соединительной ткани, то есть обеспечивает благополучие наших сосудов и мышц. При остром дефиците аскорбинки развивается цинга, выпадают зубы. Почему? Да потому, что соединительная ткань десен со временем разрыхляется, а новая образоваться не может. Зубы нечему держать, и они выпадают. А еще аскорбинка нужна для поддержания иммунитета, поскольку участвует в жизни лейкоцитов, а также работает антиоксидантом, то есть защищает нас от свободных радикалов, а значит — от старения. Так что без аскорбиновой кислоты нам не прожить. Но беда в том, что наш организм не умеет ее синтезировать, и получить аскорбинку мы можем только с пищей. Например — с душистой смородиной.

**Чем окрашена смородина?** Цвет смородине придают природные пигменты антоцианы. Это химические хамелеоны, они меняют цвет в зависимости от кислотности среды. В кислой среде пигменты ярко-красные, в щелочной — сине-фиолетовые. (Кстати, в красной смородине кислот больше, чем в черной. А ягоды у красной смородины бывают разного цвета, и цветовой зовут растение либо смородиной красной, либо белой.) Если вы моете стаканы из-под сока смородины или вина и они вдруг посинели — не пугайтесь, это проделки антоцианов: ведь моющие средства обычно имеют щелочную реакцию. Плохо, что они оставляют пятна,





которые можно вывести только окислителем. Но хорошо, что антоцианы обладают бактерицидным действием, в том числе против кишечной палочки. Не случайно черную смородину, как и чернику (в ней антоцианов особенно много), издавна применяли для лечения желудочно-кишечных заболеваний.

**Почему, если из смородины варить «пятиминутку» или сделать смородиновый сок, они становятся желеобразными?** Желе образуют пектиновые вещества, которых в смородине очень много, почти 1%. Вместе с целлюлозой они создают объемный «скелет» ягоды, поэтому она упруга и держит форму. Полежавшая смородина становится мягкой, будто сдувается, так как пектины начинают разрушаться под действием ферментов. Пектины — это субстрат для полезной микрофлоры нашего кишечника. А здоровая микрофлора — залог нормальной работы кишечника и, следовательно, нашего здоровья.

**Что можно приготовить из смородины, как лучше ее хранить?** Свежую смородину лучше хранить замороженной при  $-18^{\circ}\text{C}$ . Тогда удастся почти полностью сохранить витамин С. Аскорбиновая кислота не любит высоких температур, поэтому если и варить варенье из смородины, то лучше всего «пятиминутку». А еще лучше протереть смородину с сахаром, в таком виде витамины сохранятся всю зиму. Но витамин С боится металла, поэтому специалисты советуют не проваривать смородину через мясорубку, а перетирать деревянной ложкой, варенье же надо варить только в эмалированной посуде. Во Франции из черной смородины делают ликеры. Красная смородина идет на варенье, джем, мармелад и пастилу. Из нее также получается вкусный кисель. Благодаря повышенному содержанию кислот сок красной смородины возбуждает аппетит и активизирует пищеварение. Он помогает восстановить силы после долгой болезни, особенно пожилым людям. Морс из красной смородины замечательно утоляет жажду.

**Сколько смородины можно есть?** Врачи считают, что нам неплохо было бы съедать в год 4—5 килограммов черной смородины и граммов 600 прочей. Задача вполне выполнима.

**Чем полезны листья смородины?** Смородина упоминается в лечебниках с 1484 года. Травяные сборы, куда входят листья смородины, назначают при сахарном диабете, при заболеваниях суставов, атеросклерозе, гипертонии, различных недугах желудочно-кишечного тракта и мочевыводящих путей. Всего и не перечислить. Вот, к примеру, рецепт замечательного и простого травяного чая. Листья смородины черной и траву зверобоя надо смешать в соотношении один к одному, заварить кипятком и дать настояться. Получится красивый по цвету, ароматный, вкусный чай, универсальный по своим свойствам — тонизирующий, противосклеротический и противовоспалительный. Правда, заваренный чай нельзя оставлять на потом — он быстро портится. Так что пейте только свежий.

**Давно ли на Руси ценят смородину?** Очень давно. Достоверно известно, что на Руси и черную, и красную смородину разводили уже в XI веке, опередив лет на четыреста Западную Европу. Впрочем, в те времена за смородинной ягодой ходили и в леса, где ее было немало. Существует даже предание, что Москва-река раньше называлась Смородиновкой, то есть местом, где росло много смородины. Смородины и сейчас много сохранилось в лесах Евразии, в тени и сырости.

**Какая еще бывает смородина, кроме черной, белой и красной?** Мы говорили в основном о черной смородине, мимоходом упомянув красную. Но в Северном полушарии и в Андах насчитывают около 150 видов смородины. Только в России есть около 40 дикорастущих видов и столько же культивируемых. Некоторые виды смородины съедобны, другие выращивают для красоты, как, например, американскую смородину золотистую или смородину альпийскую. В Сибири и на Дальнем Востоке растет ценнейшая смородина-дикуша, или алданский виноград. Там же на скалах и каменистых россыпях в речных долинах можно найти смородину душистую. Ее ягоды невкусны, и вся сила ушла в запах, очень сильный и неприятный. Вот уж действительно — смородина.

**А что можно сказать о цветах смородины?** С биологической точки зрения — ничего особенно. Однако согласно Лондонской грушевой энциклопедии, изданной в 1903 году и зафиксировавшей «язык цветов и растений», ветка смородины содержит вот такое послание: «Ты доставляешь мне удовольствие». Впрочем, то же самое мы можем сказать и о самой смородине — она действительно доставляет нам удовольствие.

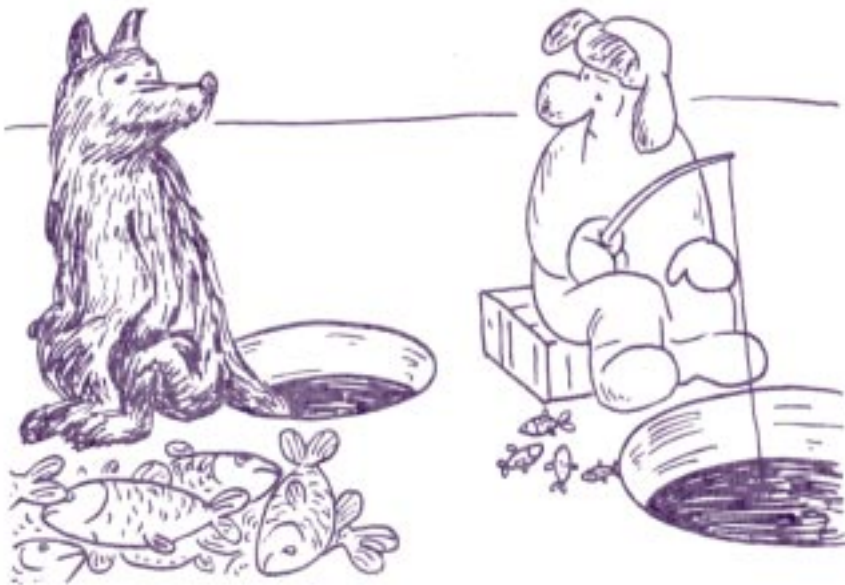
Л.Викторова



НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ  
НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ







## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### Ловись рыбка, большая и маленькая

Казалось бы, если переловить в лесу всех зайцев, волкам останется только умереть с голоду, а чтобы развести волков, надо выпустить туда много зайцев. Но эта простая мысль отнюдь не всегда верна. Профессор Андре де Роос из Амстердамского университета считает, что для увеличения численности трески и лосося нужно выловить побольше рыб, которыми они питаются. Расчеты, проведенные в университетском Институте биоразнообразия и динамики экосистем, подтвердили справедливость этой идеи («Science», 22 июня, 2007).

Началось все с того, что в середине 1930-х годов в одном из норвежских озер — Такватне — исчезла бурая форель. При этом арктический голец, ее добыча, остался. Более того, он размножился так, что заполнил все озеро, но измельчал: рыбки получались 15–20 см длиной. Редко они дорастали до нормального размера в 35–50 см. Это приносило убытки туристской отрасли, ведь рыбаки приезжают на озеро, чтобы побаловать себя крупной рыбой. В конце 80-х годов ихтиологи из университета Тромсё выловили большую часть голецов, а те, что остались, смогли вырасти до нормального размера. Мера дала побочный эффект: в озере восстановилась популяция бурой форели и теперь ее численность составляет 15% от всего рыбьего населения озера. Причина в том, что крупные гольцы мечут больше икры и получается больше мальков. Их-то и съедает форель. Экосистема перешла в устойчивое состояние и пребывает в нем уже более пятнадцати лет после того, как в 1989 году лов гольца был прекращен.

«Вылов некоторого количества добычи, на которую охотятся крупные хищные рыбы, может быть лучшим способом восстановить их популяцию», — говорит де Роос. В самом деле, ловля трески в северо-западной Атлантике запрещена уже давно, а результата все нет. Может быть, если изымать больше мойвы, на которую охотится треска, удастся сделать этих рыбок крупнее, а это приведет к росту численности трески?

**С.Мотыляев**

## Пишут, что...



...баланс научных сил в мире смещается к востоку, по мере того как ученые в тихоокеанских регионах Азии учатся эффективнее сотрудничать («Nature», 2007, т.447, №7147, с.885)...

...безграничное гравитационное увеличение плотности тела невозможно, а невозможность безграничного сжатия вещества исключает возможность образования «черных дыр» («Доклады Академии наук», 2007, том 413, № 6, с.749)...

...сезонное перераспределение влаги на поверхности Марса гораздо лучше заметно в Северном полушарии планеты, чем в южном («Астрономический вестник», 2007, т.41, № 2, с.99–112)...

...предложен «чистый» способ получения  $\text{CO}_2$  из дымовых газов: их охлаждают до точки росы, причем конденсат и подпиточная вода адсорбируют углекислый газ («Экология и промышленность России», 2007, № 4, с.18–19)...

...построена генная сеть метаболизма водорода у азотфиксирующих цианобактерий, показана возможность получения штаммов этих микроорганизмов, продуцирующих водород для нужд энергетики будущего («Бюллетень Московского общества испытателей природы», 2007, т.112, вып.1, приложение 1, с.70–74)...

...во многих странах качество морской воды оценивают по тому, насколько хорошо в ней сохраняется оплодотворяющая способность сперматозоидов морского ежа («Биология моря», 2007, т.33, № 2, с.144–149)...

...у дрозофилы найдена сигнальная сеть, получившая название Hippo, или Нро, которая регулирует клеточное деление и тем самым размер органов; аналоги этой сети найдены и у других животных («Genes and Development», 2007, т.21, № 8, с.886–897)...

...по отцовским линиям русское население отличается в значительно большей степени, чем по материнским («Природа», 2007, № 4, с.21–28)...

...антропоцентрический взгляд на развитие, цель которого — человек как наиболее совершенный конечный результат эволюции или творения, оказывается

ложным: если считать совершенными наиболее независимые объекты, то ими будут бактерии («Вестник Российской академии наук», 2007, том 77, № 4, с. 340)...

...подавление апоптоза может не способствовать канцерогенезу, а, напротив, препятствовать ему («Trends in genetics», 2007, т. 2, № 5, с. 232—237)...

...импринтинг — запечатление образа матери у свежесделавшихся цыплят вызывает появление большого числа новых клеток в мозгу через сутки после обучения («Журнал высшей нервной деятельности», 2007, т. 57, № 2, с. 181—190)...

...«системы здорового дыхания», которые требуют от пациента изменять частоту, глубину и длительность вдохов и выдохов, лишены какого-либо физиологического обоснования («Успехи физиологических наук», 2007, т. 38, № 2, с. 26—45)...

...частота врожденных пороков развития у детей ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС превышала спонтанный уровень в 2,2—2,4 раза, частота самопроизвольных аборт — примерно в три раза («Радиационная биология. Радиоэкология», 2007, т. 47, № 2, с. 188—195)...

...разработана методика ранней диагностики болезни Паркинсона, которая использует компьютерный анализ движений глаз, головы и руки при выполнении тестов («Журнал экспериментальной биологии и медицины», 2007, т. 143, № 5, с. 484—486)...

...охотничье поведение у муравьев-фуражиров — не врожденное в полном смысле слова, у некоторых особей оно появляется сразу и в полном объеме, но другие вынуждены перенимать у них навыки, пробуждая собственные «спящие» поведенческие программы («Успехи современной биологии», 2007, т. 127, № 2, с. 166—173)...

...из 27 отрядов млекопитающих у 22 есть специфические клещи-паразиты, не встречающиеся у других животных; для клещей яйцекладущих млекопитающих — ехидн и утконосов характерны примитивные черты строения, что говорит о долгой истории паразитизма («Зоологический журнал», 2007, т. 86, № 4, с. 421—433)...



## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### «Гул затих...»

От 10 до 17% людей время от времени слышат звон или шум в ушах, когда вокруг тихо. Это назойливое ощущение мешает работать, а уж отдыхать — и подавно.

Шум в ушах возникает по разным причинам: из-за пробок в слуховом проходе, воспаления среднего уха, начинающейся глухоты или опухоли, а иногда и непонятно почему. Однако знание причины не всегда помогает лечению. Дело в том, что звук, каким бы ни было его происхождение, усиливается в самом мозгу. При этом активируется лимбическая система, отвечающая за эмоции и обучение, а вслед за ней — вегетативная нервная система.

Страдальцам поможет лечение, которое разработала в Наваррском университете доктор Тереза Хайцман (пресс-релиз от 26 мая). Цель лечения — приучить пациента к звуку. Основатель подобной терапии — профессор Павел Ястребофф, определивший шум в ушах как «фантомное слуховое восприятие, воспринимаемое только лично». Сам звук не представляет собой ничего страшного, ведь мы почти всегда слышим какие-то шумы. Если мы не осознаем их, они нас и не беспокоят.

Лечение состоит из двух этапов. Во-первых, специалист после обследования сообщает пациенту, что же причиняет ему неудобства. Как следствие, больной перестает придавать своей проблеме слишком большое значение. Во-вторых, ему прописывают звуковую терапию. Когда человек окажется в тишине, чувствительность его слухового анализатора повысится, и внутренний шум усилится. Если же пациент будет постоянно слушать какие-то звуки, то на их фоне гул в голове потеряется. Постепенно мозг научится глушить их.

Доктор Хайцман получила хорошие результаты: от 80 до 84% больных переставали испытывать неудобство от мучительных звуков. Другие способы лечения, например фармакологические, устраняли беспокойство, но не шум.

Хорошо бы этот метод лечения распространить и на другие наши проблемы, не только медицинские.

**М.Рачковский**





# Космос — это пожар

**Т**очнее, космос — это то место, откуда очень удобно наблюдать за пожарами. В глобальном масштабе. Более того, система наблюдения за лесными пожарами, которую создали в Институте космических исследований РАН, оказалась одним из творений ученых, удостоившихся признания практиков. Вот что рассказывает заведующий лабораторией С.А.Барталев: «Анализируя информацию, полученную со спутника, удастся узнать много интересного о жизни леса. Например, сравнивая друг с другом ход сезонных изменений спектров участка поверхности планеты, мы можем отличить поля от лесов и, более того, определить, что это за лес. В результате в нашем распоряжении оказываются карты расположения лесов по территории страны. Их анализ приводит к нескольким интересным выводам. Например, оказывается площадь российских лесов быстро увеличивается. Это связано с тем, что поля перестают обрабатывать, и те зарастают осинниками и березняками. Сравняя данные спутниковых измерений за несколько лет, удастся определить возраст этого молодого леса. Такие карты, правда, сейчас больше служат для ученых, которые изучают лес или следят за реакцией биосферы на изменения климата. А вот лесное ведомство более заинтересовано в других наблюдениях. Например, оно активно использует нашу систему мониторинга лесных пожаров. Она полностью автоматизирована: сама забирает через Интернет информацию, которую туда ежедневно помещают американский и европейский спутники, сама ее преобразует, обнаруживает очаг возгорания, отслеживает его состояние и оценивает последствия. В результате подключенные к системе подразделения лесоохраны получают информацию о пожаре почти в режиме реального времени. Кроме того, мы сейчас тестируем еще две системы. Одна следит за распространением в лесу массовых вредителей, а другая — за вырубками. Сейчас лесники начали проявлять немалый интерес к этим системам. Конечно, мы работаем не одни, а в тесном сотрудничестве со специалистами из лесных институтов».

Вот так и получается, что ныне для того, чтобы использовать космические технологии, даже не обязательно иметь собственные спутники на орбите. Данные, полученные с разрешением в сотни метров, американцы и европейцы свободно выкладывают для всеобщего доступа. Дело в том, что эти данные, в отличие от тех, где можно разглядеть отдельные цветы на лужайке, не имеют разведывательной или коммерческой ценности. Однако они вполне подходят для научных целей. А научные исследования, как говорят те же европейцы, строящие единое научное пространство от туманного Альбиона до Страны восходящего солнца, не знают границ. Поэтому все, причастные к исследованиям космоса специалисты не устают повторять, что международное сотрудничество — основа основ успеха в этом нелегком деле. Так и ресурсы удастся сэкономить, и много пользы принести.

**П.Данилов**

**М.Л.АЛАДЬЕВОЙ**, Москва: *Любимые косметологами и диетологами «омега-три жирные кислоты» — это в первую очередь эйкозапентаеновая и докозагексаеновая кислоты, которыми богаты морепродукты; короткие численные записи их формул — 20:5n-омега-3 и 22:6n-омега-3, где 20 и 22 — число углеродных атомов в цепочке, 5n и 6n — число двойных связей, а число после омеги указывает положение двойной связи, ближайшей к метильному концу; от этой записи и пошло модное название.*

**О.М.САВЧЕНКО**, гор. Изобильный Ставропольского края: *Лактоза, дисахарид, состоящий из галактозы и глюкозы, содержится в молоке млекопитающих; она может быть источником энергии, но к переносу информации в биосистемах не имеет отношения, и называть ее «энергоинформационным носителем» нет никаких причин.*

**Н.П.ГРИГОРОВУ**, Обнинск: *Боразон — одна из кристаллических форм нитрида бора; кристаллы боразона не уступают по твердости алмазу, но более термостойкие и прочные.*

**В.В.СИЧКАРЕНКО**, с. Новые Пичуры Пензенской обл.: *Сделать из поли-3-оксибутирата затворитель для строительных целей невозможно по определению: он биodeградируемый, то есть его могут разлагать микроорганизмы.*

**Л.А.ЗАЙКИНУ**, Екатеринбург: *Фталолены — то же, что фталоцианогены: название соединений, образующих фталоциановые красители непосредственно на ткани, исходно они бесцветны, но превращаются в красители при обработке солями металлов и нагревании.*

**В.С.НЕКРАСОВОЙ**, Санкт-Петербург: *«Крем от загара содержит миниатюрные неорганические фильтры (в частности, диоксид титана), образующие невидимый слой на поверхности кожи», — утверждение сильное, но спорное; молекулы диоксида титана действительно очень маленькие, а вот невидимым такой крем вряд ли будет: TiO<sub>2</sub>, как мы не раз писали, — белый непрозрачный пигмент.*

**А.Д.**, Зеленоград: *Насколько нам удалось установить, бактериальная культура «Родер» частным лицам не продается; сыпать бактерии, питающиеся нефтью, в бензобак соседской машины, во-первых, нехорошо, а во-вторых, недопустимо без специального образования; вдруг не сумеете сделать все как следует и занесете споры бактерий в собственную машину...*

**Т.И.ЧУБ**, пос. Провидения Чукотского автономного округа: *Наши поздравления: вы — самый восточный пользователь электронного архива «Химии и жизни» на территории РФ!*





КСТАТИ О КОСМОСЕ



**14-я международная выставка  
химической индустрии**

**Х И М И Я**

**3-7 сентября**

**[www.chemistry-expo.ru](http://www.chemistry-expo.ru)**

**2007**



**ОРГАНИЗАТОР:**  
**EXPOCENTR**

при содействии  
**ЗАО "Росхимнефть"**



**Центральный  
выставочный  
комплекс  
"ЭКСПОЦЕНТР"**

**При поддержке**  
- Министерства промышленности  
и энергетики РФ  
- Российского союза химиков

**Экспоненты - более 900 фирм и  
организаций из 29 стран**

**ЦВК "Экспоцентр"**  
**123100, Россия, Москва,**  
**Краснопресненская наб., 14**  
**Тел.: (495) 255-37-99, 255-25-28**  
**Факс: (495) 205-60-55**  
**E-mail: [mir@expocentr.ru](mailto:mir@expocentr.ru)**  
**[chemica@expocentr.ru](mailto:chemica@expocentr.ru)**  
**[www.expocentr.ru](http://www.expocentr.ru)**

**Реклама**

