

Познавательный журнал для хороших людей

# НАУКА

из первых рук

3

3<sup>(15)</sup>  
● 2007



ЛЕТОПИСЬ  
ЭНЦЕФАЛИТНОГО  
ОЧАГА

КОНЕЦ  
КОСМИЧЕСКОГО  
КОРАБЛЯ ЗЕМЛЯ

РЕДАКТИРОВАНИЕ  
ГЕНЕТИЧЕСКИХ  
ТЕКСТОВ

ИГРОМАНИЯ  
ПО-ВОСТОЧНОМУ

# Нефть!

герои ~~не~~ нашего времени

ISSN 1810-3960



50  
СО РАИ  
SB RAS

НАУКА из ПЕРВЫХ РУК

№ 3 (15) 2007

*Дорогие читатели!*

*Еще совсем недавно в Палате лордов британскому лорд-канцлеру, по обычаю, идущему из средних веков, полагалось восседать на мешке с шерстью, который символизирует национальное достояние страны. Если бы подобный обычай существовал в России в наши дни, то на роль символа непременно претендовала бы бочка с сырой нефтью. Ни для кого не секрет, что сегодня нефтегазовый комплекс является донором всей российской экономики, ее основной, наиболее стабильной и, как говорят экономисты, бюджетоформирующей отраслью.*

*В этом выпуске журнала мы хотим познакомить вас с некоторыми «героями ушедшего времени» — людьми, полвека назад заложившими фундамент развития сегодняшнего и завтрашнего дня нашей страны. Поистине легендарной личностью был академик А.А. Трофимук — крупнейший советский ученый, Герой Социалистического Труда, первооткрыватель трех нефтегазовых провинций страны. Организовав уникальный Институт геологии и геофизики в СО АН СССР, он без малого пятьдесят лет проработал в Сибири, где от Оби и до Лены не нашлось бы, пожалуй, ни одной нефтегазопроисковой экспедиции, в работе которой он не принимал активного участия. Усилия ученых и производственников, которые были поддержаны титаническим трудом всей страны, принесли поистине фантастические результаты: за рекордно короткий срок добыча нефти в Западной Сибири — крупнейшей нефтегазовой провинции России — выросла от нуля до сотен миллионов тонн в год! Показательно, что Трофимук, будучи действительным членом Академии наук, для работы в академических институтах оставил выдающихся, но малочисленных учеников — зато их можно найти почти в каждой производственной организации. Среди его любимых воспитанников — один из первооткрывателей нефти и газа в Западной Сибири член-корреспондент РАН, легендарный Ф.К. Салманов, также ставший Героем Социалистического Труда. На протяжении 16 лет, начиная с 1960 г., когда забил первый нефтяной фонтан Западной Сибири, при его участии было открыто более 300 месторождений, в том числе гигантских и крупных: ни российская, ни мировая практика не знает более «высокоэффективного» геолога! Да и столь яркие, неистовые, одержимые идеей поиска личности нечасто встречаются в истории...*

*Академик Трофимук мечтал успеть «дать жизнь» и другому предсказанному им мощному нефтегазоносному району — Восточной Сибири, — чтобы быстрее можно было оправдать затраченные на поиск месторождений*



*средства. С этой целью он составил тщательно разработанную концепцию создания в данном регионе крупных баз нефтегазодобычи и отправил ее М.С. Горбачеву. Здесь ученикам академика (при его участии) удалось открыть месторождения-гиганты с самой древней на Сибирской платформе и в мире нефтью: докембрийской! Это достижение в 1994 г. было отмечено Государственной премией РФ. Однако в непростые перестроечные времена продуманная и взвешенная мечта ученого оказалась фантастикой, более того, в течение почти 15 лет в стране практически были прекращены все работы, связанные с разведкой и разработкой новых месторождений.*

*Добыча нефти в промышленных масштабах в Восточной Сибири не ведется и в наши дни. Однако времена изменились — и первым шагом в этом направлении стало строительство нефтепровода Восточная Сибирь — Тихий океан, трасса которого прокладывается с учетом рекомендаций сибирских ученых. Ведущие нефтегазодобывающие компании страны уже начали реализацию программ освоения тех месторождений, которые были открыты еще до 1990-х гг. при участии академика Трофимука. И это — основа будущего наших детей.*

*А если представить далекую перспективу, то нужно вспомнить другое открытие академика Трофимука с коллегами — газогидраты, твердые соединения природного газа с водой. Сегодня их ресурсы на шельфе океанов и под вечной мерзлотой превышают все известные на Земле запасы нефти, газа и угля. Когда человечество сможет найти приемлемые технологии добычи этих топливных «консервов», вопрос об альтернативных источниках энергии на многие десятилетия отпадет за ненадобностью. Тот, кому это удастся сделать, по-видимому, получит власть над миром.*

академик Н.Л. Добрецов,  
главный редактор



ЖЕНЫ высших сибирских ЧИНОВНИКОВ участвовали в ОБЩЕСТВЕННОЙ ЖИЗНИ задолго до наступления эпохи ЭМАНСИПАЦИИ. **С. 102**



.01

6 **НОВОСТИ НАУКИ**

.02

**СУДЬБЫ**

- 14 **НЕФТЬ: герои не нашего времени**
- 16 А. А. Трофимук:  
«Сибирь плавает на нефти»
- 26 **А. Э. Конторович**  
Фарман Салманов:  
«Пусть нас объединяет любовь  
к нашей Родине — России»

.03

**ЧЕЛОВЕК**

- 32 **М. П. Мошкин, В. Н. Бахвалова, Е. А. Новиков**  
Кому нужен прогноз по клещевому энцефалиту?  
*Итоги 27-летнего мониторинга природного эпидемиологического очага*
- 44 **Н. В. Фоменко**  
Клещевой боррелиоз: болезнь на всю жизнь?
- 52 **Г. И. Лифшиц**  
Тихий убийца атеросклероз.  
*От теории — к практике*

.04

**ГИПОТЕЗЫ И ФАКТЫ**

- 62 **К. Бунама, В. фон Блох, З. Франк**  
Конец космического корабля Земля

Согласно прогнозу, через 1,3 МЛРД ЛЕТ на Земле останутся только ПРИМИТИВНЫЕ одноклеточные ОРГАНИЗМЫ. **С. 62**

.05

**НАУЧНАЯ МАСТЕРСКАЯ**

- 72 **В. М. Фомин, С. М. Аульченко, А. Ф. Латыпов**  
Со скоростью звука

.06

**ФАКУЛЬТЕТ**

- 82 **С. Н. Ходырева, О. И. Лаврик**  
Как клетка ремонтирует ДНК

.07

**ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ**

- 90 **Е. Э. Войтишек, С. А. Комиссаров**  
Игромания по-восточному
- 102 **Н. П. Матханова, Н. Н. Александрова**  
Первые дамы.  
*Сибирская провинция XIX в.*



Признаки АТЕРОСКЛЕРОЗА могут проявляться уже в ПЕРВЫЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ жизни. **С. 52**

Традиционные ЯПОНСКИЕ КАРТЫ ИРОХА служили также иллюстрированным СЛОВАРЕМ. **С. 90**

ЭНЦЕФАЛИТНЫЕ «ЭПИДЕМИИ» можно предсказать на основе ДВУХ относительно простых ПАРАМЕТРОВ. **С. 32**

С помощью подвода ЭНЕРГИИ к КРЫЛЬЯМ реактивного САМОЛЕТА можно снизить ВОЛНОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ. **С. 72**

**ЛИЦОМ К ПРИРОДЕ**

- 114 **В. С. Прасолов**  
Зоопарк Гагенбеков:  
«Так близко, так естественно,  
так прекрасно!»

В СТАРЕЙШЕМ ЗООПАРКЕ мира успешно размножаются РЕДКИЕ СИБИРСКИЕ ВИДЫ животных и птиц. **С. 114**



# НЕ СПЯЩИЕ ПОД ЗЕМЛЕЙ



Чтобы узнать еще одну тайну природы, скрытую в глубоких норах подземного грызуна, ученые вооружились не лопатой, а достижением высоких технологий — миниатюрным имплантируемым датчиком-накопителем, измеряющим температуру тела

Обыкновенная слепушонка (*Ellobius talpinus* Pall.) — зверек, распространенный на обширной территории от Украины до Новосибирска, но знают его далеко не все. Дети одного из авторов в разное время и в разных школах долго спорили с учительницами биологии, убеждая их в том, что такое животное существует. И, судя по полученным двойкам, так их и не убедили. Этот пробел в образовании педагогов не удивителен: живет слепушонка под землей, на

поверхности появляется редко, а кучки земли, которые она делает, копая норы, «приписывают» ее к более известному сородичу — кроту.

По причине своей «подземности» слепушонка ускользает и от внимания зоологов: детальных работ по изучению ее образа жизни до сих пор очень мало. Известно, что живет слепушонка семейными группами, состоящими из 10–15 особей, но в размножении участвуют только 1–2 самки и несколько самцов. Как и других



подземных грызунов, слепушонку отличает аномально высокая для ее размеров продолжительность жизни. Так, если ее наземные, близкие по массе тела родичи — мыши и полевки — в природе живут не больше года, то отдельные особи слепушонки могут доживать до 6 лет! А вот о том, как эти звери проводят зиму, до сих пор ничего не знали. Норы у слепушонки очень глубокие — до 3 метров, а на поверхности зимой зверьки не появляются.

Толща снега и промерзшей земли до сих пор надежно хранили загадку зимнего образа жизни этого вида. Раскапывая норы слепушонки в теплое время года, зоологи находили кладовые с запасами, состоящими из корневищ и клубней.

Но когда подсчитали, сколько пищи один зверек съедает в сутки, умножили эту цифру на размер семьи и продолжительность подснежного периода, то оказалось, что такого объема осенних запасов на зиму хватить не должно. Поэтому предположили, что зимой слепушонка впадает в спячку или в длительное многочасовое оцепенение — *тор-*

*пор*. Но как это установить для животного, которое всю зиму проводит глубоко под землей?

Известно, что состояния активной жизни, зимней спячки и торпора различаются у млекопитающих по температуре тела. В первом случае она варьирует от 35 до 40 °С, во втором падает до 20 °С, а в третьем — до 5 °С. Если бы у слепушонки в зимнее время удалось измерить температуру тела, то можно было бы однозначно ответить на вопросы о том, чем она занимается в самый суровый период года.

Для решения этой задачи сотрудником ИСиЭЖ СО РАН Д. В. Петровским был разработан и изготовлен своеобразный гибридный градусник и устройства памяти, который может быть имплантирован в полость тела животного. В последней модификации этот накопитель температурных данных, помещенный в небольшую полиэтиленовую пробирку емкостью 0,5 мл, весит меньше 1,5 г. Для сравнения: известные зарубежные аналоги весят 3–4 г. Кроме того, их корпуса из нержавеющей стали прогрызают полиэтилену в качестве

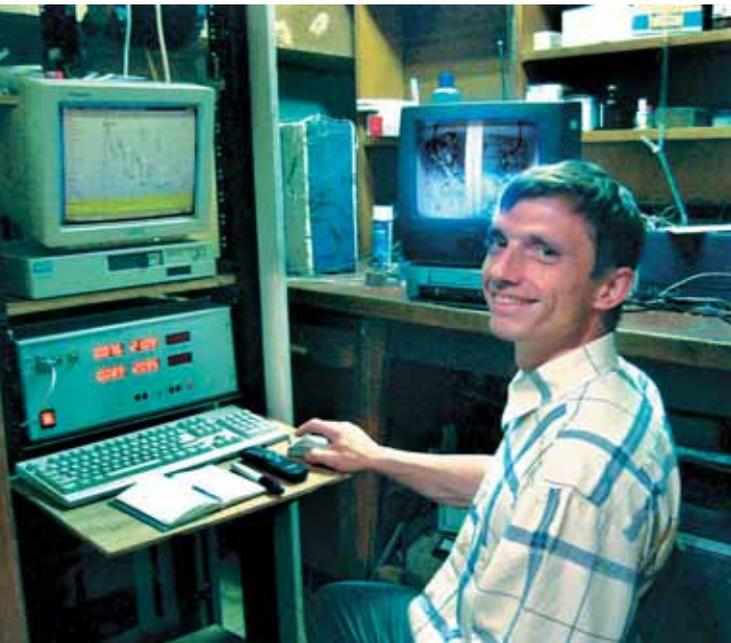


Обыкновенную слепушонку — подземного грызуна весом 40–60 г — ловят вот в такие спиралевидные трубы-ловушки, которые устанавливают в подземные ходы

материала, пригодного для имплантации. Наконец, возможность многократного использования нашего накопителя, с затратами только на смену элементов питания, делает его более рентабельным по сравнению с одноразовыми термохронами, производимыми фирмами iButton и Dallas Semiconductor.

Но прежде чем отпустить слепушонок с имплантированными накопителями в природу, возможность использования прибора была проверена в условиях лаборатории. Зверьки с накопителями жили в виварии несколько месяцев и даже размножались. Убедившись в том, что имплантация прибора не приносит животным вреда, ученые перешли к полевым экспериментам.

В октябре 2006 г. зверьки из одной семейной группы были выловлены и доставлены в лабораторию. Когда у зверьков прошел стресс, вызванный отловом, случайным образом были выбраны шесть особей, которым и были имплантированы температурные накопители. После того как зверьки оправились от операции, всю семью вернули назад



Сотрудником ИСиЭЖ Д. В. Петровским был разработан и изготовлен миниатюрный накопитель температурных данных, который можно имплантировать в полость тела животного. Упакованный в небольшую полиэтиленовую пробирку емкостью 0,5 мл, он весит всего около 1,4 г

в родную нору. Весной, когда растаял снег, и слепушонки начали активно рыть землю, исследователи не без трепета отправились в поле.

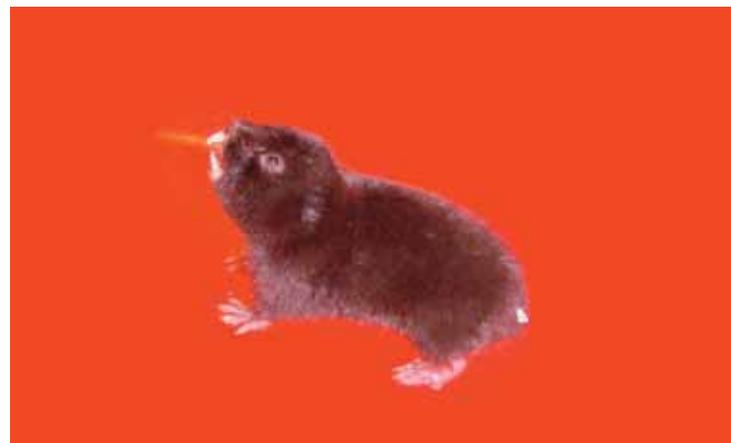
Результаты полевого эксперимента порадовали: из шести зверьков с имплантированными накопителями удалось поймать пятерых. К счастью, все приборы исправно проработали более полугода, ежечасно регистрируя температуру тела животных. Оказалось, что на протяжении зимы она сохранялась на уровне 35–37 °С. Это означает, что зверьки все это время вели активный образ жизни и в спячку не впадали. Как такое стало возможным, учитывая недостаточные запасы корма?

Известно, что значительная часть всей энергии, которую подземные грызуны получают с пищей, тратится ими на мышечную работу при прокладке подземных ходов. Зимой слепушонка, как известно, нор не роет, и все зверьки из одной семьи используют общее гнездо, согревая друг друга. Поэтому можно предположить, что общий расход энергии в подснежный период у них был значительно меньше, чем в теплое время года.

Вот так высокие технологии нашего времени позволили раскрыть еще одну тайну природы, значимость которой выходит за рамки удовлетворения зоологического любопытства. Напомним: продолжительность жизни этого животного в три раза превышает таковую для млекопитающих аналогичного размера. И если раньше к объяснению этого феномена можно было привлечь гипотезу о зимней спячке, то теперь нужны другие причины, поиск которых может помочь вскрыть природные механизмы активного долголетия.

*К. б. н. Е. А. Новиков, к. б. н. Д. В. Петровский, д. б. н. М. П. Мошкин (Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск)*

*Фото Е. Новикова, И. Спивак, Д. Петровского*



# Сибирский нанофорум

В Новосибирском академгородке 25—29 июня 2007 г. состоялся 15-й ежегодный Международный симпозиум по наноструктурам, приуроченный к празднованию 50-летия Сибирского отделения Российской академии наук

Развитие современных полупроводниковых нанотехнологий в России сегодня зависит от активного взаимодействия ученых нашей страны и от их сотрудничества с зарубежными коллегами. Первый Международный симпозиум по полупроводниковым наноструктурам был организован в 1993 г. Нобелевским лауреатом академиком Ж. И. Алферовым на базе Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе в Санкт-Петербурге. С тех пор каждый год в конце июня специалисты ведущих профильных институтов Центральной России, Сибири и Дальнего Востока собираются для обсуждения современных тенденций в нанотехнологиях и нанофизике, делятся друг с другом последними научными новостями и перенимают опыт коллег из ведущих научных школ Европы, США и Японии.

В этом году симпозиум было решено провести в Новосибирске, на базе Института физики полупроводников Сибирского отделения РАН, что, по мнению его директора, академика РАН А. Л. Асеева, позволило всем участникам познакомиться и с ведущим институтом Сибири в области полупроводниковых нанотехнологий, и с красотами сибирского края. В симпозиуме приняли участие более 200 ученых со всего мира. Особенно радовало глаз большое число молодых участников.

Главной темой форума стали новейшие достижения в физике наноструктур, нанотехнологиях, а также перспективы практического использования этих достижений.

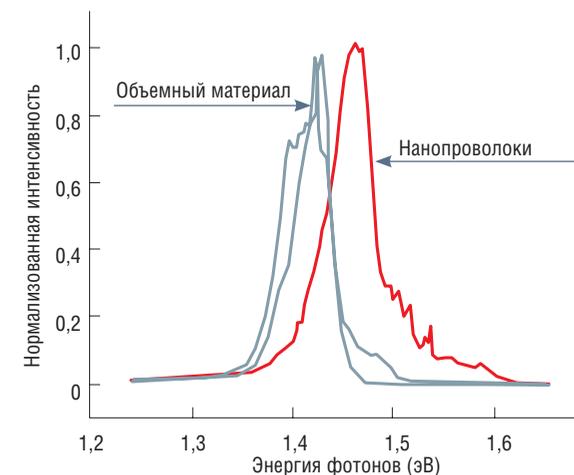
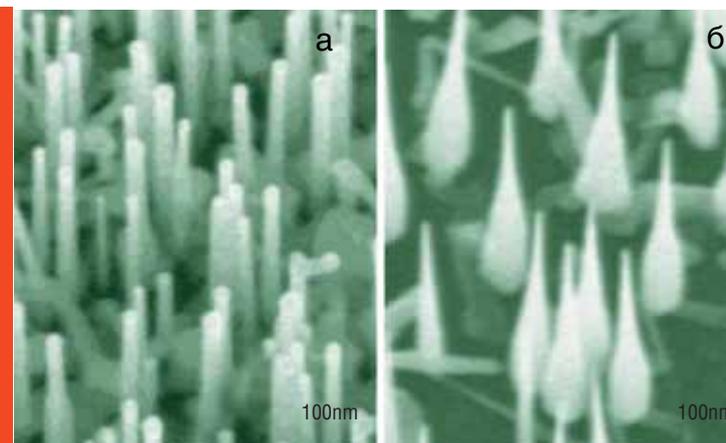
## «Усатые» светлячки

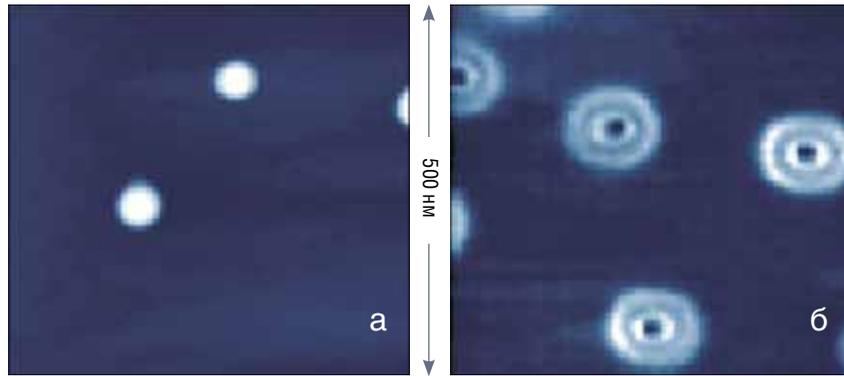
Подробно рассказать обо всех научных направлениях, упоминаемых в выступлениях участников симпозиума, невозможно. Остановимся на некоторых из них — самых запомнившихся.

Так, конференция открылась докладом проф. Ченг-Хаснайн из Университета Калифорнии (Беркли), который был посвящен достижениям в технологии изготовления лазерных диодов на основе светоизлучающих нанопроволок из арсенида галлия (GaAs) и фосфида индия (InP), выращенных на подложке из кремния (Si). Рост нанопроволок, как отмечалось докладчиком, инициируется напылением в вакууме небольшого количества золота (Au), которое при повышении температуры до 450 °С образует жидкие наноклапты Au-Si эвтектики, так что рост «усов» (нанопроволок) осуществляется под каплями эвтектики вверх от подложки. Варьируя соотношение потоков исходных элементов, можно изменять не только их диаметр, но и, что самое удивительно, их форму — от цилиндрической до конусовидной.

Изображения нанопроволок из фосфида индия (InP), выращенных при соотношениях потоков In и P: 67 (а) и 240 (б). Сканирующий электронный микроскоп

Голубой сдвиг полосы люминесценции нанопроволок из InP относительно пика для объемного материала





Новый способ «капельной эпитаксии» — метода получения кольцевых структур нанометрового размера (в данном случае — из арсенида галлия GaAs). Сначала на подложке галлий собирается в маленькие капли (а), а потом на поверхность направляется поток атомов мышьяка. В результате каждая капелька трансформируется в двойное кольцо (б).  
Сканирующий электронный микроскоп

Каждая такая нанопроволочка является светоизлучающим элементом. Но поскольку диаметры проволок очень малы (десятки нанометров), их электронно-оптические свойства, в силу квантовых ограничений, становятся зависимыми от размеров и формы. Это проявляется в значительном «голубом» сдвиге полосы люминесценции, что означает изменение длины волны излучаемого света в сторону более коротких длин.

Возможности разрабатываемой технологии столь широки, что, оказываясь, можно создавать внутри InP-нанопроволок единичные квантовые точки в виде тонких прослоек другого материала, например InAs, которые обладают не только узкой шириной излучения — 1 мЭВ (миллиэлектронвольт), но приводят к свечению структур при комнатной температуре. Это открывает путь для практического применения подобных нанопроволок в качестве светоизлучающих элементов.

### Кольца на память

Японский ученый Т. Мано рассказал о новом способе «капельной эпитаксии» — методе создания кольцевых структур нанометровых размеров, — представляющем собой один из вариантов идеи самоформирования, которая уже более 15-ти лет применяется для изготовления квантовых точек. Суть идеи состоит в том, что рост пленки одного полупроводникового материала на «инородной» подложке из другого материала может оказаться неустойчивым, и растущая пленка, начиная с некоторой толщины, разбивается на крошечные островки. Это и есть *квантовые точки* (QDs в английской терминологии). Такие точки предлагается использовать на практике как рабочие элементы полупроводниковых лазеров, флэш-памяти, и даже как элементарные «кирпичики» квантового компьютера.

Предложенный способ подходит для создания другого, не менее интересного, класса нанобъектов — квантовых колец. Речь идет о росте пленки арсенида галлия, когда в условиях сверхвысокого вакуума на растущую поверхность направляются потоки атомов галлия и молекул мышьяка. Изюминка метода такова:

в определенный момент поток мышьяка перекрывается, и избыточный галлий на поверхности собирается в капельки размером около 50 нм. Потом снова подается мышьяк, а приток галлия убирается. Поступающие атомы мышьяка «бегают» по поверхности, находят капельки галлия и вступают с ними в реакцию. В результате вокруг каждой капли образуется «ободок» из арсенида галлия, т. е. квантовое кольцо.

Варьируя условия роста, можно получить и двойные квантовые кольца, в которых за счет потоков атомов галлия и мышьяка навстречу друг другу формируется дополнительное, внешнее кольцо. Эти квантовые кольца, если поместить их в магнитное поле, могут демонстрировать эффекты интерференции электронных волн. Заметим, что аналогичные квантовые кольца (изготовленные, правда, по совсем другой технологии) изучаются и в нашем институте. В частности, у нас создан рекордно маленький кольцевой квантовый интерферометр.

### Электронный бильярд в микроволновке

Француз С. Сассин (Гренобль), получивший премию как лучший молодой докладчик, рассказал об экспериментах с так называемым *электронным бильярдом*, на который действует микроволновое поле. Этот бильярд устроен следующим образом: в полупроводниковой структуре с двумерным электронным газом вытравлены *антиточки* — фрагменты в виде полукругов, выстроенных в правильную решетку. В результате электроны могут «бегать» между этими полукругами, зеркально отражаясь от них.

Оказывается, если на такую структуру направить микроволновое излучение, то в том направлении, куда «смотрят» полукруги, потечет постоянный ток. Сами авторы называют это явление «эффектом храповика», имея в виду, что главное здесь — нарушение симметрии. Точно так, как храповое колесо в часовом механизме может вращаться лишь в одну сторону, так и электроны в изучаемой системе могут двигаться только в опреде-

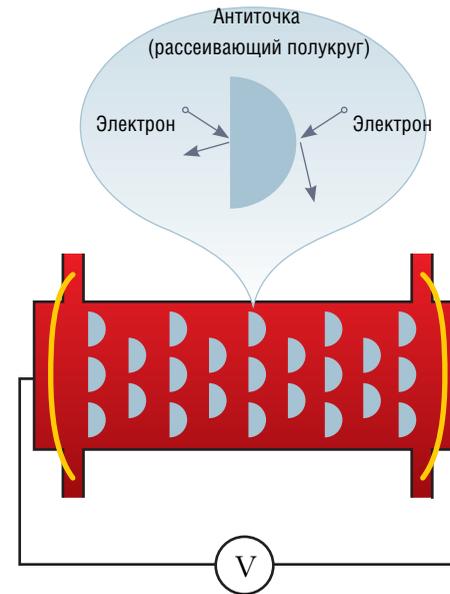


Схема «электронного бильярда». В решетке антиточек в форме полукруга под действием микроволнового поля возникает постоянный ток

ленном направлении, по-разному отражаясь от плоской и закругленной сторон антиточки. Микроволновое излучение в данном случае служит для «раскачивания» электронов, причем эффект зависит от поляризации волны. По мнению автора, подобное устройство можно применять как детектор поляризации.

Следует отметить, что данное научное направление — изучение электронных бильярдных структур с решетками антиточек — возникло и развивается во многом благодаря работам сотрудников ИФП СО РАН. Так, один из докладов, сделанный от ИФП А. Г. Погосовым, был посвящен загадочному поведению сопротивления бильярда в магнитном поле. Эта экспериментальная работа еще ждет своего теоретического обоснования.

### Терагерцовый серфинг

Большой интерес среди участников симпозиума вызвал доклад молодой сотрудницы ИФП СО РАН Е. В. Наумовой, посвященный использованию микроспиралей для управления поляризацией терагерцовых волн (терагерц равен 1 012 герц, что соответствует длине волны порядка 100 микрон). Это совместная работа двух команд: ИФП, где создан и широко развивается метод очень точного, контролируемого создания трехмерных микро- и нанобъектов, и Института ядерной физики СО РАН, который обладает уникальным источником терагерцового излучения — лазером на свободных электронах.

Суть эксперимента в том, что через маленькие позолоченные спиральки (размерами в десятки микрон), уложенные ровным слоем на полупроводниковой подложке, пропускалось излучение с частотой в несколько терагерц. При этом измерялась *поляризация*, т. е. направление электрического поля, прошедшей волны. Для чего это нужно? Дело в том, что терагерцовый диапазон, который лежит на шкале электромагнитных волн между радиоволнами СВЧ и инфракрасным светом, технически освоен еще мало. Например, для световых волн есть способ контролируемого поворота плоскости поляризации с помощью жидких кристаллов: это как раз тот принцип, на котором работают жидкокристаллические мониторы, — а вот для терагерцовых волн ничего похожего пока не было предложено. Именно в этом направлении сотрудники ИФП сделали первый шаг: было показано, что слой микроспиралей способен поворачивать плоскость поляризации терагерцовых волн, в результате чего изменяется направление электрического поля.

Сама идея очевидна: давно известно, что свет изменяет свою поляризацию, проходя через среду, содержащую спирально закрученные молекулы, например через раствор сахара. Но для терагерцовой области молекулы-спиральки не годятся: они слишком малы. Поэтому нужны рукотворные спирали, сделанные с соблюдением жестких «технологических норм»: отклонения размеров и диаметра спиралей должны быть достаточно малы.

И здесь нельзя обойтись без технологии, созданной в ИФП в лаборатории В. Я. Принца\*. В общих чертах эта технология такова: изготавливается двухслойная

\* См.: НАУКА из первых рук. — 2007. — № 2 (14).

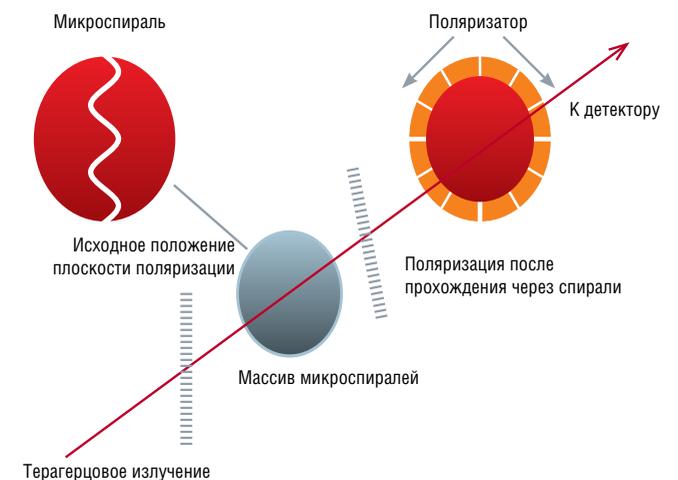


Схема измерения поворота плоскости поляризации терагерцового излучения лазера на свободных электронах



пленка, в которой присутствуют внутренние упругие напряжения, заставляющие ее изгибаться. Пока пленка, прикрепленная к подложке, еще не изогнулась, из нее «вырезаются» нужные «лоскутки»: например, для получения спиралей надо вырезать прямоугольники под углом к кристаллографическим осям. Затем, путем травления, пленка освобождается и сама сворачивается в требуемую конструкцию.

Вот таким образом и были получены нужные для эксперимента нанобъекты. В дальнейших планах исследователей — создание необычного вещества, многослойного (объемного) метаматериала с отрицательным показателем преломления терагерцового излучения, более того — способного динамически «переключаться» для сверхбыстрого управления поляризацией, амплитудой и направлением распространения волны.

### Будущее «квантовых точек»

В блестящем докладе профессора Д. Бимберга (Берлин), открывшем заключительную пленарную сессию конференции, были представлены результаты исследований, проведенных в рамках широкой научной кооперации ученых Германии и России. В докладе речь шла о перспективах использования полупроводниковых наноструктур (квантовых точек QDs) при создании сверхбыстродействующих чипов памяти и надежных систем защиты компьютерных систем. Такие приборы должны работать при комнатной температуре, что является весьма непростой задачей, поскольку квантовые эффекты, лежащие в основе наноэлектроники, с ростом температуры затухают. Главными требованиями, предъявляемыми к подобным устройствам, являются: возможность в течение длительного периода (исчисляемо-

го годами) хранить носители заряда (информацию); очень маленькое (около 1нс) время записи, а также возможность многократных (около  $10^{15}$ ) циклов записи — стирания информации.

Всем этим требованиям, возможно, будут удовлетворять QDs, изготовленные из полупроводниковых материалов третьей и пятой групп (арсенидов индия, галлия и т.п.), но не совсем обычные.

Обычно QDs получают по известному механизму Странского-Крастанова, когда сильно напряженная сплошная пленка трансформируется в систему пирамидальных островков. В нашем же случае квантовые точки представляют собой тончайшие островки чужеродного материала, получающиеся при суб-монослойном осаждении вещества и, кроме того, многократно встроенные между слоями основного материала. Предполагается, что, варьируя состав суб-монослойных квантовых точек и окружающего их материала, можно увеличить время хранения информации до нескольких лет, что внушает большой оптимизм в отношении перспектив полупроводниковой наноэлектроники.

Схематическое представление массивов квантовых точек (QDs), образующихся по механизму Странского-Крастанова (а) и при суб-монослойном осаждении материала (б)

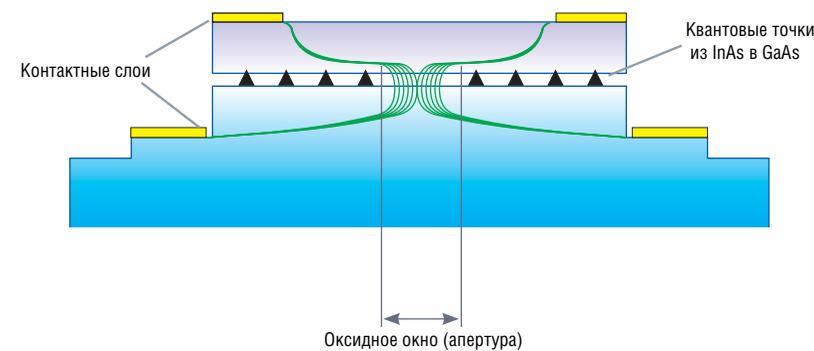
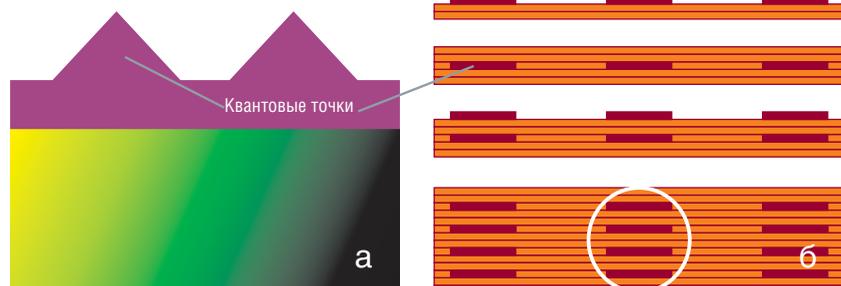


Схема однофотонного излучателя в поперечном сечении. Излучатель включает в себя слой квантовых точек (QDs) из арсенида индия, а также расположенные над каждой QD оксидные окна (апертуры) и контактные слои, необходимые для организации излучения. Технология разработана в ИФП СО РАН (Новосибирск)

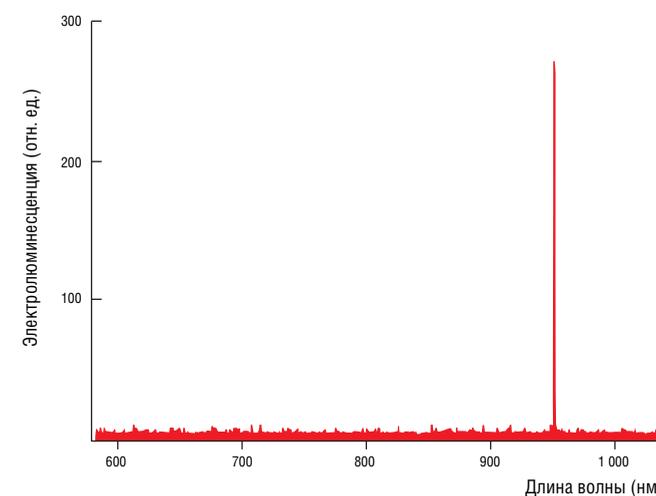
Еще более захватывающие перспективы связаны с использованием отдельных QD в качестве однофотонных излучателей в квантовой криптографии — сравнительно новом направлении исследований, позволяющем применять эффекты квантовой физики для создания секретных, абсолютно защищенных от «прослушивания» и перехвата,

каналов передачи данных, поскольку фундаментальной особенностью квантовых систем является принципиальная невозможность точного детектирования их состояния.

К. ф.-м. н. А. В. Ненашев,  
к. ф.-м. н. Д. В. Щеглов,  
к. ф.-м. н. Л. И. Федина

Авторы и редакция благодарят д. ф.-м. н. А. В. Латышева (ИФП СО РАН) за помощь в подготовке публикации

Фото В. Яковлева (ИФП СО РАН)



Спектр люминесценции однофотонного излучателя, где экспериментально зафиксирована электролюминесценция от одиночной квантовой точки. Ширина излучения такого излучателя не превышает 55  $\mu\text{eV}$  (микроэлектронвольт), а эффективность близка к 90 %. По расчетам, для излучения одного фотона требуется рекомбинация всего пяти электронно-дырочных пар, то есть такой излучатель является почти «одноэлектронным»

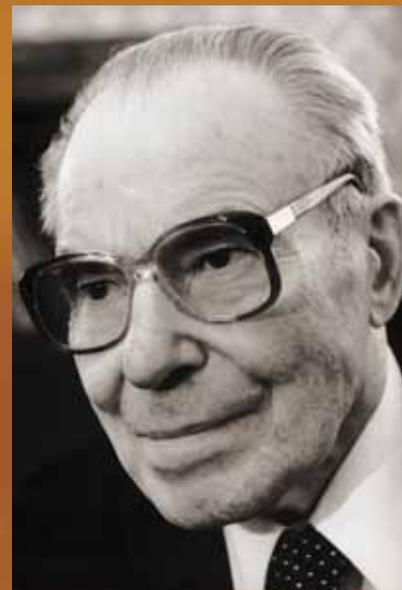


50

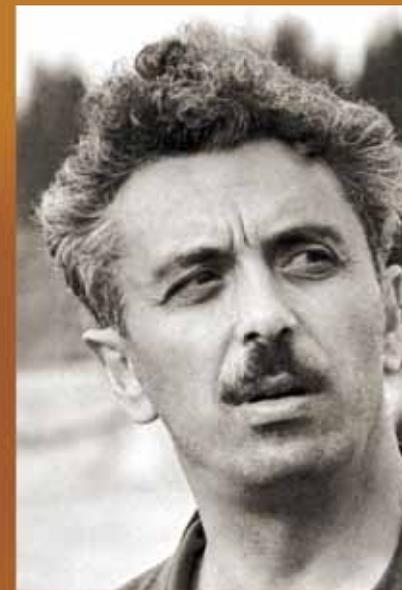
СО РАН  
SB RAS

# Нефть:

герои не нашего времени



Андрей Алексеевич ТРОФИМУК (1911—1999) — выдающийся советский геолог-нефтяник, первооткрыватель крупнейших нефтегазовых бассейнов страны, в том числе Западной и Восточной Сибири



Фарман Курбан-оглы САЛМАНОВ (1928—2007) — один из первооткрывателей нефти и газа в Западной Сибири, участвовавший в открытии и освоении около 300 месторождений

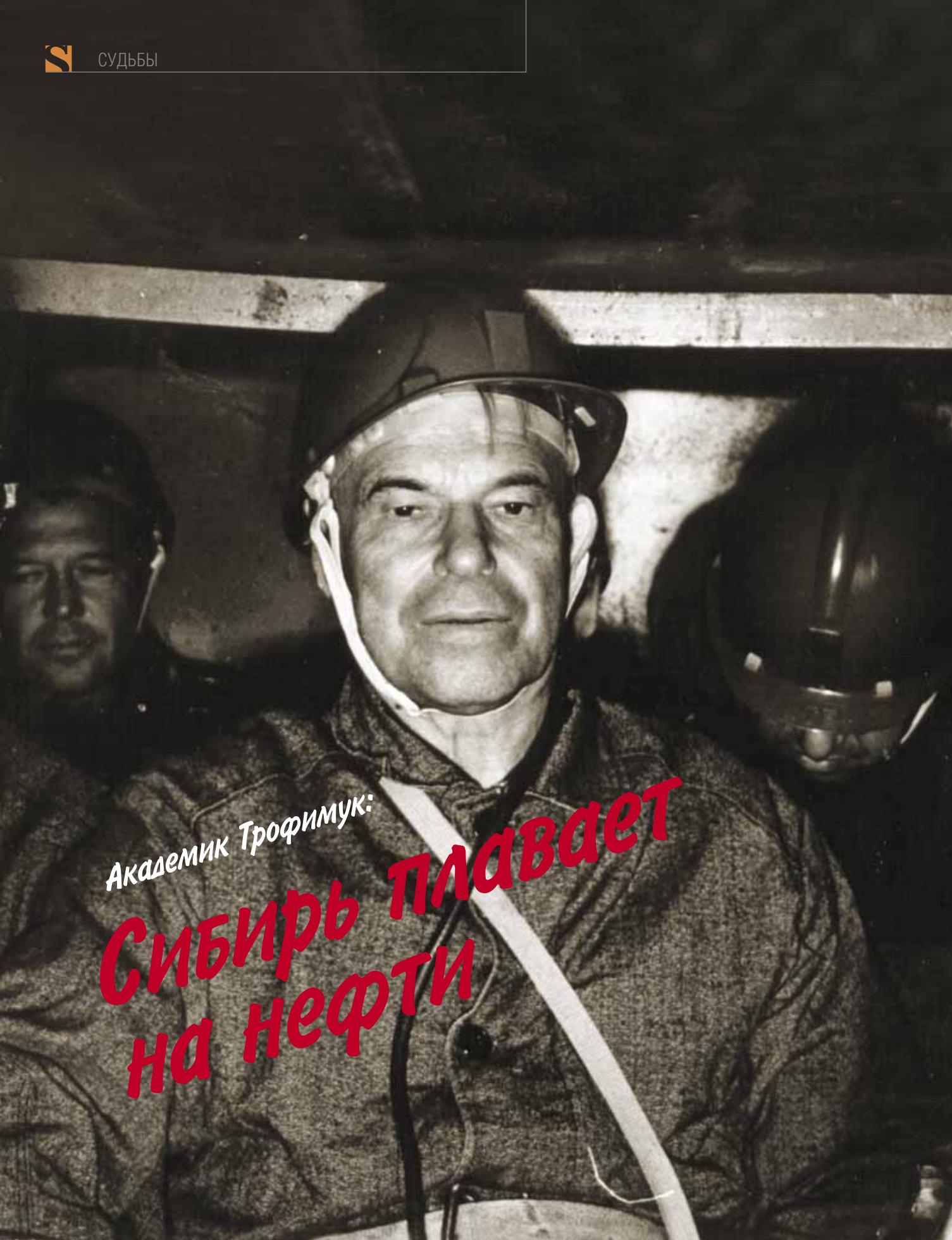


Обратимся к цифрам: среди разведанных российских запасов нефти, природного газа и угля свыше 80 % приходится на долю Сибирского региона (включая Западную Сибирь и Якутию). Соответственно, доля Сибири в добыче нефти сегодня составляет около 70 %, угля — свыше 70 %, газа — свыше 90 %! Уникальные сибирские запасы важнейших природных энергоносителей на многие десятилетия будут оставаться главной энергетической базой России.

Гигантские запасы углеводородов в Западной и Восточной Сибири, по сути, были открыты во второй половине прошлого века при активном участии ученых Сибирского отделения. Более того, эти открытия были предсказаны академиком И. М. Губкиным (для Западной Сибири) и академиком А. А. Трофимуком с коллегами (для Восточной Сибири) — в буквальном смысле «на кончике пера»: на базе теоретических прогнозов и расчетов.

И что более удивительно, научные прогнозы воплотились в жизнь со стремительностью, свойственной, пожалуй, только советской эпохе: в 1960 г. в Западной Сибири забил первый нефтяной фонтан — и уже в течение следующих десяти лет были открыты и освоены крупные промышленные месторождения, добыча в которых достигла сотни миллионов тонн. В данной области, как ни в какой другой, четко сработал один из принципов основополагающего для Сибирского отделения РАН «треугольника Лаврентьева»: тесная связь науки и практики

В фокусе выпуска — история создания и развития сибирского нефтегазового комплекса и современное состояние нефтегазодобывающей отрасли с комментариями ученика и соратника академика А. А. Трофимука, действительного члена РАН А. Э. КОНТОРОВИЧА. Алексей Эмильевич — автор публикуемого в рамках фокуса биографического очерка о Ф. К. Салманове — крупнейшем отечественном специалисте в области нефтегазодобычи, его коллеге и большом друге. Вместе с академиком Трофимуком и другими исследователями Конторович стал лауреатом Государственной премии в области науки и техники РФ (1994), присужденной им за открытие и обоснование нефтегазоносности докембрия Восточной Сибири. Академик Конторович — деятельный участник открытия и освоения крупнейших Западносибирской, Лено-Тунгусской и Хатангско-Вилуйской нефтегазовых провинций



Академик Трофимук:  
Сибирь плаваает  
на нефти

ТРОФИМУК Андрей Алексеевич — геолог-нефтяник, академик (1958), Герой Социалистического Труда (1944). Даже короткая биография этого удивительного человека, включающая в себя перечень наград и регалий, заняла бы не одну страницу. На протяжении более чем 30 лет академик Трофимук являлся директором Института геологии и геофизики СО АН СССР. Он был одним из главных организаторов нефтяной науки в СССР, принял непосредственное участие в открытии, освоении и изучении трех крупнейших нефтегазоносных бассейнов — Волго-Уральского, Западносибирского и Лено-Тунгусского. Соавтор двух научных открытий, касающихся процессов зарождения и накопления в земной коре залежей газогидратов — твердых соединений природного газа с водой. Трофимук одним из первых поддержал применение математических методов в геологии, помогал продвигать прямые геофизические методы разведки, которые обеспечивают более высокий процент попадания скважин в нефтеносный пласт. Благодаря его настойчивости и умению аргументировать свою точку зрения геологи нашли гигантские месторождения нефти и газа в докембрийских отложениях Восточной Сибири. Упорство в достижении поставленной цели и научная интуиция были присущи ему с молодости: в годы войны, когда потребность в нефти резко возросла, Андрей Алексеевич (вопреки мнению многих опытных коллег) настоял на бурении скважин в Башкирии, в Карлино-Кизенбулатовской зоне, где действительно были открыты столь необходимые в годы войны месторождения нефти и газа. Трофимук долгое время работал в Башкирии, затем в Москве, а после, вместе с М. А. Лаврентьевым, приехал в Сибирь создавать первое региональное отделение Академии наук. «Он стал горячим поборником поиска нефти в недрах Западной Сибири, — писал академик Лаврентьев, — и все последующие годы убедительно доказывал перспективность этого региона, теоретически и практически способствовал вскрытию новых нефтегазовых провинций и горизонтов на Крайнем Севере, в Восточной Сибири, в Якутии». Высокая гражданская позиция Трофимука и протест против разрушительных для России реформ выразились в отказе от получения ордена «За заслуги перед Отечеством» 4-й степени, присужденном ему в 1988 г. Сегодня имя «главного геолога» Андрея Алексеевича Трофимука носит Институт нефтегазовой геологии и геофизики, улица в Новосибирске, стипендия для студентов и премия для молодых ученых СО РАН.

**А.Э. Конторович:**

«На нашей земле нечасто рождаются такие по-настоящему крупные и цельные Натуры, такие Ученые от Природы, такие красивые Люди, такие Борцы за общее дело, такие Патриоты нашей Родины, каким был А. А. Трофимук. И уже одно то, что тебе выпала честь работать вместе с таким человеком — больше счастье» (Главный геолог, 2002, С. 170)

Еще недавно считалось, что до 2050 г. мы не будем чувствовать нехватки природных ресурсов нефти и газа. Однако время идет, и ученые становятся более беспощадны в своих прогнозах. Согласно докладу, подготовленному National Petroleum Council (Национальным нефтяным советом) по заказу правительства США, через 25 лет нефть и природный газ, получаемые из традиционных источников, смогут удовлетворить не более 50–60 % мирового спроса. По подсчетам аналитиков, к 2030 г. суточный мировой спрос на нефть составит 120 млн баррелей по сравнению с сегодняшними 84 млн баррелей.

Аналогичный прогноз приведен в последнем докладе Международного энергетического агентства (IEA), в которое входят 26 стран — потребителей нефти. Предполагается, что в 2007–2012 гг. мировая потребность в нефти будет расти ежегодно примерно на 2,2 %.

Но неужели все так безнадежно? Неужели у наших внуков практически не остается шансов на достойное будущее, обеспеченное достаточными ресурсами природных углеводородов?

Говорят, что будущее не определено, и мы выбираем его каждый миг. Посмотрим на один из его вариантов — тот, путь к которому предлагал академик А. А. Трофимук в своей «Концепции создания крупных баз газонефтедобычи в Восточной Сибири», разработанной им в 1987 г. Кратко остановимся на основных положениях этой концепции и соотнесем их с современной картиной состояния нефтегазодобычи, а также с уровнем развития нефтегазовой геологии и геофизики, предоставив слово академику А. Э. Конторовичу, принимавшему активное участие в обсуждении этой концепции во время ее создания.

## Самая древняя нефть

В «Концепции создания крупных баз газонефтедобычи в Восточной Сибири» академиком Трофимук был обоснован необходимость «дальнейшего улучшения географии баз нефтегазодобычи как важнейшей стратегической задачи экономического развития страны».

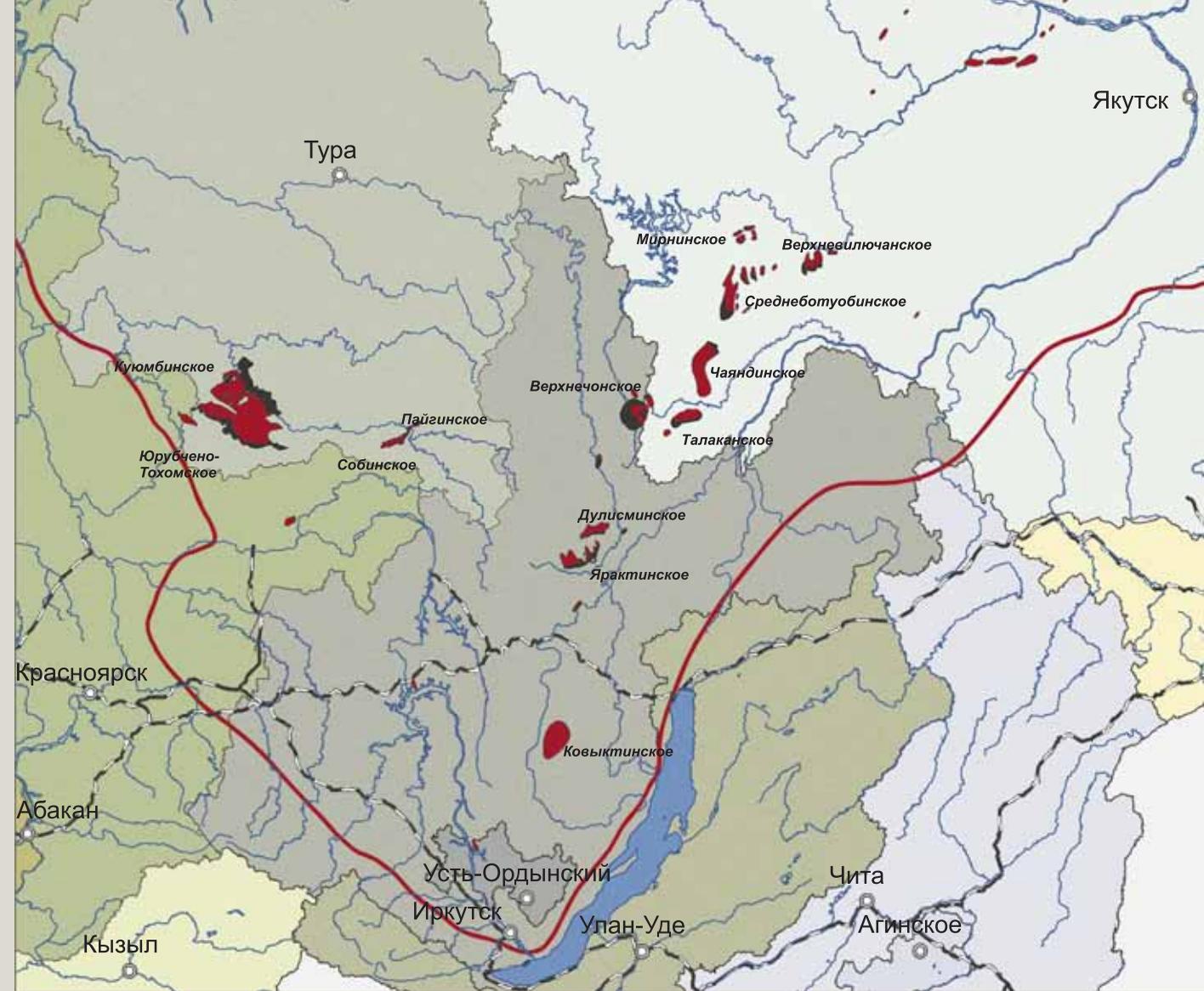
В царской России добыча нефти велась на ее южных окраинах. Во время Великой Отечественной войны базы нефтегазодобычи стали создаваться на Урало-Поволжье и на севере Сахалина. А затем пришла очередь Западной Сибири: «В 60—70-е годы была создана крупнейшая в стране база нефтегазодобычи в Западной Сибири, обеспечивающая к концу XII пятилетки объемы добычи нефти и газа до 70 % от добычи углеводородного сырья всей страны».

Пояс газонефтеносности, сопоставимый по запасам углеводородов с Западносибирским, был открыт в Восточной Сибири. Как сказано в концепции, «в конце шестидесятых годов наукой было обосновано наличие и в Восточной Сибири крупных ресурсов нефти и газа. На огромном пространстве между Енисеем и Леной выявлены перспективные для поиска углеводородов площади, почти в два раза превышающие аналогичные площади Западной Сибири. Появилась реальная перспектива создания баз газонефтедобычи и в Восточной Сибири, на пространстве около 16 % всей территории СССР».

А. А. Трофимук признавал нефть и газ главными и экономически выгодными энергоносителями XX в.: «Трудно назвать другой товар кроме нефти, реализация которого на мировом рынке приносила бы доход в 3—5 раз больший, чем его себестоимость»

► **А. Э. Конторович:** «Раньше стоимость нефти составляла 20 долларов за баррель, а в наши дни — 70 долларов. Себестоимость при этом принципиально не выросла, поскольку вся добываемая сегодня нефть была разведана много раньше, и современные предприниматели учитывают стоимость разведки очень опосредованно, когда платят государству за информацию о месторождениях»

Карта нефтяных и газовых месторождений Сибирской платформы, созданная специалистами Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН. В открытии и разведке многих месторождений, указанных на карте, принимал непосредственное участие академик А. А. Трофимук



■ Нефть ■ Газ — Внешняя граница территорий Лено-Тунгусской нефтегазовой провинции, перспективных для поиска месторождений нефти и газа



Строительство нефтепровода Шаим — Тюмень (1962—1963 гг.)

«Концепция создания крупных баз газонефтедобычи в Восточной Сибири» в августе 1987 г. «была направлена на имя Генерального секретаря ЦК КПСС М. С. Горбачева. Как стало известно, Горбачев лично ознакомился с этой концепцией и направил ее члену Политбюро ЦК КПСС Е. К. Лигачеву», который «поручил заместителю председателя СМ СССР Б. Е. Щербине (он же председатель Бюро СМ СССР по топливно-энергетическому комплексу) и первому заместителю председателя Госплана СССР А. А. Реуту рассмотреть поставленные в концепции вопросы, принять по ним решение и доложить СМ СССР».

16 декабря 1987 г. был утвержден организационный план, в котором были назначены ответственные за рассмотрение вопросов, поднятых А. А. Трофимук, а также предложено «подготовить доклад в СМ СССР 25 января 1988 г. Однако только 19 февраля 1988 г. Бюро Совета министров СССР по ТЭК на своем

заседании под председательством Р. Д. Маргулова — заместителя председателя Бюро Совета министров СССР по ТЭК, — рассмотрело не проект доклада, а краткую справку по вопросам создания крупных баз нефтегазодобычи в Восточной Сибири. <...> Из выступления легко можно было заключить, что проблемы создания крупных баз нефтегазодобычи в Восточной Сибири в настоящее время не актуальны, потому что удельные капитальные вложения на одну тонну новой мощности в Восточной Сибири, а также себестоимость тонны нефти самые высокие в стране. <...> Сделать такие выводы было нетрудно», так как в расчет принимались «только те запасы, которые апробированы ГКЗ, запасы же, ожидаемые и планируемые к открытию», не учитывались. Таким образом, «были получены экономически неприемлемые показатели» (Трофимук, 1997, С. 156—158).

**А.А. Трофимук:** «...в июне 1957 года состоялась моя встреча с академиком Лаврентьевым. На этой встрече он выяснял мотивы моего согласия быть членом Сибирского отделения, переехать на постоянное место жительства в один из городов Сибири и возглавить работу по организации там института, условно названного геологическим.

— Вот, Вы, — говорил он, — уже 7 лет работаете в Москве, возглавляете крупнейший институт Министерства нефтяной промышленности с численностью научно-производственного персонала более 3 000 персон, осуществляете научное руководство внедрением новых технологий разработки крупных нефтяных месторождений СССР; почему Вы соглашаетесь поменять столь престижную работу в столице на работу в одном из городов Сибири, где и месторождений нефти-то нет? — Вы правы, — отвечал я, — пока в Сибири не открыто ни одного месторождения нефти, заслуживающего разработки, но из того, что мне известно о результатах начавшихся поисков нефти и газа, могу утверждать, что Сибирь буквально плавает на нефти. <...> В период с 1958 по июнь 1969 гг. в своих публичных выступлениях он [Лаврентьев] неоднократно отмечал: «Вот академик Трофимук утверждает, что Сибирь плавает на нефти, однако до сих пор не может показать хотя бы каплю этой нефти». В июне 1960 г. в верховьях р. Конды на Трехозерной площади был получен первый мощный фонтан нефти, возвестивший о наличии в ЗСН [Западносибирской низменности] не только газа, но и крупных месторождений нефти» (Трофимук, 1997, С. 156—158).

► **А.Э. Конторович:** «Еще в 1936 г. академик М.А. Усов предсказал, что самая древняя нефть на планете будет найдена в Восточной Сибири. В 1958 г. будущий академик, а тогда молодой ученый, И.С. Грамберг также дал прогноз относительно наличия нефти в докембрийских отложениях Сибирской платформы. Однако оба эти предположения остались незамеченными. В 1960 г. к подобной мысли совершенно независимо пришел академик Трофимук, утверждавший, что «самую древнюю нефть на планете мы найдем в Восточной Сибири». Это заявление крупного ученого вызвало широкий резонанс и в значительной степени определило дальнейшую стратегию нефтегазописковых работ в Восточной Сибири.

В этом регионе нефть «давалась» очень нелегко. Хотя первая нефть там была получена еще В.М. Силюковым в 1939 г., последующие поиски результата не дали. В За-

падной Сибири, напротив, первый фонтан забил только в 1960 г., однако уже на следующий год были открыты месторождения, ставшие нефтегазовой основой этой провинции. Именно в Западной Сибири сегодня находится главная нефтяная и нефтегазовая житница как России, так и мира. А вот Восточная Сибирь, район с так называемой «сложной геологией», имеет и «сложную» судьбу.

Тем не менее Андрей Алексеевич Трофимук в Восточную Сибирь верил».

По мнению Трофимука, основой для формирования крупных баз нефтегазодобычи в Восточной Сибири должны были явиться вновь открытые месторождения в Красноярском крае, и в частности в Эвенкийском автономном округе, а также в Иркутской области и в Якутской АССР. Создание этих



баз позволило бы к началу XXI в. решить ряд задач:

1. Существенно улучшить географическое размещение баз нефтегазодобычи.

2. Полностью обеспечить потребности Восточной Сибири и Дальнего Востока в нефти, газе и продуктах их переработки.

3. Снизить себестоимость добычи нефти и газа всей нефтедобывающей отрасли страны за счет вовлечения в разработку крупных перспективных месторождений нефти и газа.

4. Окупить затраты на строительство БАМа за счет перевоза миллионов тонн нефти и калийных солей на Дальний Восток и в страны Тихого океана.

► **А.Э. Конторович:** «Когда в 1979 г. было принято постановление ЦК КПСС и Совета министров о проведении более интенсивных геологоразведочных работ в Восточной Сибири, наступил звездный час этой провинции. Если ранее средства, выделяемые на геологоразведку, направлялись главным образом в Западную Сибирь, то теперь появились новые возможности.

В 1979—1991 гг. нам, ученикам Андрея Алексеевича, при его прямом участии удалось открыть в Восточной Сибири десятки месторождений в самых древних слоях осадочной оболочки Земли. Открытие древнейшей нефти на Сибирской платформе (и в мире) было отмечено в 1994 г. Государственной премией Российской Федерации».

Концепция, созданная академиком Трофимуком, базировалась на комплексном подходе. Наряду с созданием новых баз нефтегазодобычи, в документе было предложено решение ряда транспортных проблем и поставлены задачи глубокой переработки углеводородного сырья.

Академик Трофимук в минуты отдыха



В 1988 г. А.А. Трофимук возглавлял комиссию Сибирского отделения АН СССР по экспертизе проекта строительства Туруханской ГЭС, давшую отрицательное заключение по проекту

## Нефтяная «аорта»

Согласно «Концепции создания крупных баз газонефтедобычи в Восточной Сибири», наиболее рационально было бы транспортировать нефть по северному трубопроводу, общая протяженность которого должна была составить около 700 км. При этом предполагалось, что продукты переработки углеводородного сырья следовало экспортировать в страны Тихоокеанского бассейна.

Выход нефтепровода на Енисей позволил бы использовать эту реку для дальнейшей транспортировки нефти на север в район Игарки, Дудинки и Норильска. Создание в низовьях Енисея крупного нефтеперерабатывающего комбината

обеспечило бы нефтью и нефтепродуктами предприятия этого региона и флот северных морей. Для решения этих проблем применительно к базам нефтегазодобычи Трофимук предложил следующее:

«1. Ускоренно запроектировать и построить названные нефте- и газопроводы одновременно с гелиевым заводом в Богучанах.

2. Предусмотреть и осуществить строительство на первых порах автодорог с твердым покрытием параллельно трассам нефте- и га-

**А.А. Трофимук:** «Сибирь буквально плавает на нефти, и меня привлекает работа по выявлению этих погребенных нефтяных морей»

зопроводов с последующим строительством железных дорог вдоль этих трасс.

3. Восстановить так называемую «мертвую» железную дорогу на протяжении Уренгой — Игарка».

Решая вопросы, связанные с транспортировкой сырья, полученного в Иркутской области и юго-западной части Якутии, Андрей Алексеевич считал необходимыми такие шаги:

«1. Приступить к строительству железной дороги Усть-Кут — Киренск — Верхнечонское месторождение.

2. Построить нефтепровод Верхнечонское месторождение — Усть-Кут протяженностью 440 км.

3. В Усть-Куте построить мощный пункт хранения и налива нефти в цистерны для транспортировки ее по БАМу на Дальний Восток.

4. Построить газопровод Ярактинская группа месторождений — Усть-Кут — Жигалово — Ангарск — Иркутск протяженностью около 700—900 км для снабжения газом промышленных центров юга Иркутской области.

5. Для отделения гелия от газа и складирования его в соляных емкостях построить в Усолье-Сибирском гелиевый завод и хранилище гелия производительностью переработки природного газа на перспективу до 10 млрд м<sup>3</sup> в год.

6. Для обеспечения Якутской АССР нефтепродуктами построить нефтепровод Средне-Ботуобинское месторождение — Ленск и нефтеперерабатывающий завод для переработки 3—5 млн т нефти.

7. Для использования газа Вилюйской синеклизы Дальним Востоком построить газопровод Вилюйск — Якутск — Томмот — Беркакит — Тында».

► **А. Э. Конторович:** «Уже принято решение о строительстве нефтепровода Восточная Сибирь — Тихий океан. Строительство идет быстрыми темпами, и я не сомневаюсь, что в 2009 г. этот нефтепровод заработает. Все ведущие нефтяные компании уже создали программы освоения тех месторождений Восточной Сибири, которые были открыты нами при участии Андрея Алексеевича в 1970—1980-е гг. К сожалению, после 1990 г. ничего нового не было открыто. Уверен, что в ближайшее время мы будем готовы заполнить нефтепровод первыми 30 млн т нефти, и в этом смысле главная мечта Андрея Алексеевича станет реальностью. Однако здесь мы сталкиваемся с серьезной проблемой. Каждая тонна добытой в Восточной Сибири нефти будет давать 70 м<sup>3</sup> растворенного в ней газа, называемого попутным. Этот газ является очень ценным химическим сырьем, но в принятых проектах о нем не упомянуто, хотя трубопровод уже строится. Здесь уместно вспомнить Д. И. Менделеева, говорившего, что топить можно и асигнациями. Развивая замыслы Андрея Алексеевича, мы сейчас боремся за то, чтобы газ служил стране, а не сжигался в факелах.

Рабочий день в нефтегазоразведочной экспедиции.

В центре — А. А. Трофимук, крайний слева — В. С. Сурков, крайний справа — А. Э. Конторович



То, что предложения академического ученого и проектная, а потом и фактическая, их реализация совпадают не полностью, — закономерно. Нефтепроводы пройдут не там, где предполагал Трофимук, потому что страна стала другой во всех отношениях. Тем не менее, высказанные им стержневые идеи и заданный комплексный подход к освоению этой провинции абсолютно верны и совершенно реальны.

Если бы не произошло трагических событий 1991 г. и Советский Союз с его мощной экономикой сохранился, мы бы давно добывали нефть в Восточной Сибири. Однако жизнь в стране пошла по другим законам».

## Углеводороды как сырье

Академик Трофимук считал, что для повышения эффективности использования углеводородного сырья следует экспортировать не сырую нефть и природный газ, а продукты нефтехимии, для производства которых он рекомендовал создавать совместно со странами-партнерами предприятия по высокоэффективной и глубокой переработке углеводородного сырья.

► **А. Э. Конторович:** «Проблема нефтегазодобычи значительно сложнее, чем это кажется на первый взгляд. Я сам 8—10 лет назад считал, что, например, на Ковыктинском месторождении (Иркутская область) надо добывать 50—60 млрд м<sup>3</sup> газа в год. Однако, несмотря на то что добывать такие объемы в этом гигантском месторождении вполне возможно, в сегодняшних условиях это было бы неоправданно. Ковыктинское месторождение содержит так называемый жирный газ, в котором очень много этана, пропана, бутана и конденсата, а также гелия, необходимого для многих высокотехнологичных отраслей экономики, медицины и т. д. Все это — сырье для нефтехимии. Если мы отправим добытый газ на экспорт, не удалив из него эти компоненты, мы крайне неэффективно распорядимся своими богатствами. Мы должны переработать газ и обеспечить свою страну нефтехимическими продуктами, а также продавать их, поставлять на экспорт. Сегодня мы отстаем от развитых стран по потреблению пластмасс, смол, волокнистых и других полимеров в 15—20 раз, а то, что потребляем, — на 60 % импортируем.

Из высказываний А. А. Трофимука:

«Наличие постоянной — и незлобивой! — оппозиции начальству только помогает делу»;

«Для геолога пустых скважин нет!»;

«Чувство правоты подавляет чувство страха»;

«Если виноваты подчиненные, то виноват и я: они же действовали по моему указанию»

## О нефтегазоразведке

*А. Э. Конторович: «Одна из важнейших проблем экономики России состоит в том, что страна, которая на долгие годы обречена оставаться сырьевой державой, совершенно не заботится о пополнении запасов нефти, газа и других полезных ископаемых.*

*С 1994 г. мы используем «старые запасы» и каждый год добываем нефти и газа больше, чем разведали, а в советское время мы каждый год разведывали в 2—3 раза больше, чем добывали.*

*В 2006 г. в России было добыто нефти на 3 млн т больше, чем в 1991 г., в год развала Советского Союза, газа — на 3 млрд м<sup>3</sup> меньше. Можно сказать, что нефти и газа было добыто почти столько же, однако в 1991 г. в целях разведки было пробурено 4 млн 300 тыс. м скважин, а в прошлом году — только 1 млн 300 тыс. м. Сейчас на нашу долю остались более «сложные», с точки зрения геологии, запасы нефти и газа, и чтобы их приращивать, требуется бурить ежегодно не менее 6 млн м разведочных скважин!*

*Недра — собственность государства. И хотя государство за последние годы резко увеличило бюджетные ассигнования на геологоразведку (что очень хорошо!), в нынешней системе недропользования оно не должно заниматься поиском месторождений. Его задача — помогать недропользователям находить новые, перспективные, с точки зрения геологоразведки, районы, но этого пока не происходит. Если правительство с помощью ученых не переломит сегодняшнюю ситуацию с геологоразведкой и не наладит партнерства с бизнесом, то добыча углеводородного сырья неизбежно начнет падать. Закон о недрах был принят в 1992 г.: он был разработан на основе практического опыта Америки, Австралии и Канады, поскольку собственного опыта в этой области в то время наша страна не имела. Затем в закон были внесены десятки изменений, в результате чего в настоящее время он практически не является целостной системой. Назрела необходимость в принятии нового закона. Вот почему сейчас мы столкнулись со множеством проблем, которых не было в далекие 1980-е гг., когда Андрей Алексеевич писал свою концепцию. Поисковая стратегия геолога обычно направлена на обнаружение крупных месторождений. И чем лучше работали советские геологи, тем труднее работать сегодня их российским наследникам. Гиганты обнаружены почти везде — значит, нам остались мелкие и средние месторождения, которые труднее найти, потому что они устроены сложнее и требуют бурения большего числа скважин».*

В 1988 г. А. А. Трофимук опубликовал доклад «Природные углеводороды, угли и горючие сланцы (прогноз развития исследований)», где изложил свой взгляд на развитие геологии и геофизики как научно-прикладной основы нефтегазодобычи. В частности, он предлагал: «1. На основе выявления условий образования нефти, газа, торфа, углей и горючих сланцев обосновать закономерности распространения и места наибольших концентраций этих полезных ископаемых в осадочной оболочке земной коры. 2. Разработать эффективные методы выявления и разведки горючих ископаемых, повышающие достоверность определения запасов и условий их залегания, снижающих затраты на единицу выявляемых запасов. 3. Создать технологии разработки, повышающие коэффициент извлечения горючих ископаемых при минимальных затратах». Для интенсификации поисково-разведочных работ Андрей Алексеевич рекомендовал разработать и широко применять прямые методы обнаружения и оконтуривания залежей углеводородов. Важным шагом в этом направлении он считал создание Межведомственного объединения поиска и разведки углеводородов прямыми методами. Трофимук предлагал уделить особое внимание повышению качества подготавливаемых запасов нефти и рекомендовал для этого установить два показателя качества этих запасов: плотность извлекаемых запасов на единицу площади и производительность скважин, выраженная в тоннах на одну атмосферу снижения давления по базовому объекту разработки. Кроме того, он советовал разработать систему премирования за открытие месторождений, которая побуждала бы поисковиков находить крупные и высокодебитные месторождения при минимальных затратах на их выявление.

А. Э. Конторович: «Все научное творчество А. А. Трофимука — потрясающей силы свидетельство того, как любил он свою Родину, нашу Сибирь, сибиряков, как боролся за развитие нашей науки и образования, а также экономики нашего огромного и богатого края»

При этом у нас есть сырье, использование которого открывает сказочные возможности. Работа существующих заводов по переработке нефтехимического сырья, в том числе в Иркутской области, до сих пор была неэффективной из-за отсутствия этого сырья. Теперь оно туда может поступать, но для этого надо построить газоперерабатывающие заводы, заводы по выделению и ожижению гелия, а также хранилища для гелия, газа и будущих продуктов нефтехимии.

Таким образом, поставленная Андреем Алексеевичем проблема использования добытых нефти и газа актуальна и сегодня, но к ней следует добавить, что добывать газ следует лишь в том количестве, в котором мы можем его переработать».

В «Концепции создания крупных баз газонефтедобычи в Восточной Сибири» Трофимук также высказался в пользу создания государственного резерва углеводородного сырья, так как даже небольшое понижение температуры воздуха в зимнее время вызывает затруднения и перебои в энергоснабжении и работе нефтегазоперерабатывающих предприятий.

Поэтому «необходимо создавать резервы углеводородного сырья за счет создания подземных хранилищ природного газа и сырой нефти. Резервы нефти и газа могут быть созданы путем консервации высокодебитных [с большой отдачей] скважин и реконсервации их в периоды повышенного спроса на углеводородное сырье».

### Что день грядущий нам готовит?

▶ **А. Э. Конторович:** «Все, что предложил Андрей Алексеевич в 1988 г., было абсолютно правильным, но сегодня его идеи, естественно, трансформируются совсем в другие проекты. И технологии, и методики, используемые в наши дни, значительно эволюционировали, а нефтехимические производства, ранее работавшие на полную мощность, находятся в стадии стагнации. А главное, сама страна наша стала другой. Сибирское отделение сейчас борется за то, чтобы мы преодолели все эти трудности. Например, указом президента страны создана специальная Государственная комиссия, которая занимается проблемами освоения Восточной Сибири и Дальнего Востока (точнее Иркутской области, Забайкалья и Дальнего Востока). От Сибирского федерального округа в комиссию вошли полномочный представитель президента А. В. Квашнин, председатель СО РАН академик Н. Л. Добрецов и я. Мы прилагаем все усилия для того, чтобы в разрабатываемой стратегии были учтены лучшие на сегодняшний день решения».

А теперь пора вернуться к вопросу, поставленному в начале статьи: есть ли у наших внуков шансы не остаться без углеводородного сырья?

Конечно, Трофимук говорил об огромном Советском Союзе, а мы сегодня живем в России — и мыслить нам приходится в более скромных масштабах. Согласно

представленной концепции, к началу наступившего века в распоряжении потомков должны были остаться:

- не выявленные запасы нефти на территории бывшего СССР, равные по объему всем извлеченным и выявленным запасам;
- более 50 % нефти, оставленной из-за технических или финансовых трудностей в недрах разрабатываемых месторождений;
- ресурсы нефти и газа в зоне шельфов и океанических склонов, превышающие суммарные ресурсы нефти и газа, извлеченные и выявленные на территории СССР;
- 30—40 млрд т высоковязкой нефти и твердых битумов, которые на момент создания концепции не использовались;
- газогидраты, то есть новый ресурс углеводородов в виде твердого газа, открытый отечественными учеными в придонной части морей и океанов, а также в зонах

Сотрудники треста «Востокнефть». Урало-Поволжье, 1935 г.

вечной мерзлоты (по их прогнозам, подтвержденным исследователями США и Канады, на этих пространствах запасов углеводородного сырья содержится на два порядка больше, чем свободного газа на всех материках планеты).

Сам академик Трофимук считал, что «потомки лучше нас сумеют извлекать и использовать эти ресурсы, которых, учитывая достижения науки в овладении термоядерной энергией, им хватит на тысячелетия».

Воспользуются ли они дорогой, указанной выдающимся ученым, или найдут свой альтернативный путь в будущее — покажет время. Главное, чтобы это будущее было светлым.

#### Литература

Главный геолог. — Новосибирск, 2002.

А. А. Трофимук. Сорок лет борьбы за развитие нефтегазодобывающей промышленности Сибири. — Новосибирск, 1997.



А. Э. КОНТОРОВИЧ

**Фарман Салманов:**  
**Пусть нас объединяет**  
**любовь к нашей**  
**общей Родине — России**

**САЛМАНОВ Фарман** Курбан-оглы внес огромный вклад в открытие и освоение Западносибирской нефтегазонасыщенной провинции. Он обладал ярким и разносторонним талантом геолога, строителя, ученого и организатора геологоразведочного производства. Ни российская, ни мировая история не знает другого геолога, столь результативно участвовавшего в открытии гигантских и крупных месторождений нефти и газа. В 1966 г. Ф.К. Салманову было присвоено звание Героя Социалистического Труда. Он был награжден орденами Трудового Красного Знамени в 1971 и 1976 гг., орденом Октябрьской Революции в 1983 г., а также многими медалями. В 1970 г. удостоен Ленинской премии. Заслуженный геолог РСФСР. С 1991 г. член-корреспондент Российской академии наук. Удостоен званий Почетный гражданин города Сургута, Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов, а также штата Техас (США) и города Цзиньчжоу (КНР).

**КОНТОРОВИЧ Алексей** Эмильевич — академик РАН, доктор геолого-минералогических наук, советник РАН, научный руководитель Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (Новосибирск)

Ф.К. Салманов — начальник Сургутской нефтегазозонной экспедиции, 1962 г.

## Как школьник Фарман решил стать геологом

В селе Морул Шамхорского района Азербайджанской ССР жила семья Салмановых, и было у них четверо детей: мальчики Фарман, Маис, Ильгар и девочка Амура. Столь необычное имя азербайджанская девочка получила благодаря своему двоюродному деду Сулейману.

В молодости Сулейман Салманов отказался отдать местной мечети часть скота, принадлежавшего его небогатой семье, нарушив тем самым религиозный обычай. За такое непослушание он был осужден на двадцать лет и в 1888 г. в кандалах отправлен в Сибирь, точнее — на Дальний Восток. Во время ссылки Сулейман участвовал в Русско-японской войне, получил награды и был освобожден досрочно. Вернулся домой он вместе с женой-сибирячкой — русской девушкой Ольгой.

Сулейман полюбил Сибирь и много рассказывал о ней внукам. В честь великой сибирской реки его внуку и назвали Амурой. К слову сказать, Амура, также как ее брат Ильгар, стала лингвистом; средний брат Маис, обладавший прекрасным голосом, — оперным певцом, заслуженным артистом Азербайджанской ССР.

Старший брат Фарман стал геологом и в дальнейшем — отчасти под влиянием дедушкиных воспоминаний — связал свою жизнь с Сибирью.

Встреча, знаменательная для будущего геолога, произошла в 1946 г. Кандидатом в депутаты по мест-

ному избирательному округу на выборах в Верховный Совет СССР был нарком нефтяной промышленности Н.К. Байбаков. Бойкому девятикласснику Фарману поручили передать известному всей стране нефтянику наказ шамхоровцев: заасфальтировать дорогу, ведущую к школе, и провести в село электричество. Байбаков побеседовал с понравившимся ему школьником и, узнав, что тот хочет поступать в нефтяной институт, сказал: «Ты сделал правильный выбор, Фарман. И если тебе будет нужна моя помощь — помогу!»

После школы Салманов два года проработал коллектором Ширванской комплексной геологической экспедиции, а в 1949 г. поступил в Азербайджанский индустриальный институт (специальность — инженер-геолог, нефтяник). За годы учебы ему трижды удалось побывать в Сибири на геологической практике.

## Как геолог Фарман Курбан-оглы стал сибиряком

После окончания института Фарман Курбан-оглы по рекомендации Байбакова был направлен геологом в Новосибирск, в трест «Запсибнефтегеология». Фарман Курбанович — так его стали называть сибирские коллеги — участвовал в поисках месторождений нефти и газа в Кузбассе, став начальником буровой партии, а затем и начальником экспедиции.

Молодой геолог проявлял живой интерес к науке. Его интересовало



«Озеро» из тюменской нефти

«В 1964 г. в Западную Сибирь прилетел министр геологии РСФСР С. В. Горюнов. Когда Салманов, со свойственным ему оптимизмом, начал рассказывать о богатствах недр Тюменской земли, о необходимости увеличивать объемы глубокого бурения, министр резко его прервал:

— Хватит фантазировать!

Андрей Алексеевич в такой же резкой форме ответил министру и решительно поддержал молодого геолога. Часто вспоминал этот спор и Трофимук» (Главный геолог, 2002, С. 135)

буквально все: вопросы стратиграфии (раздела геологии, изучающего последовательность формирования горных пород и их первичные пространственные взаимоотношения), тектоники (изучающей строение земной коры и происходящие в ней процессы), генезиса (процесса образования и становления), а также условия формирования нефтяных и газовых месторождений, состояние и параметры оценки мировых запасов нефти и газа. Со временем в сферу его основных профессиональных интересов попали геологические технологии: методы разведки нефтяных и газовых месторождений, их оптимизация, методы промысловой геофизики, вопросы сейсморазведки.

К середине пятидесятых годов прошлого века советские ученые пришли к выводу, что акцент в поиске месторождений нефти и газа в Западной Сибири стоит сместить на Север — в Среднее Приобье и Надым-Тазовское междуречье. Фарман Курбанович несколько раз предлагал свернуть работы в Кузбассе и начать серьезные поиски нефти в Среднем Приобье, в районе Сургута или Ларьяка. И вот наконец, летом 1958 г. решение о перебазировке экспедиции из Кузбасса в Сургут было принято.

Проявив чудеса организации, Салманов арендовал баржи и к середине сентября привел по Оби свой караван в Сургут. Одновременно туда были доставлены люди и оборудование. Поселок геологов в Сургуте стал его первой стройкой. Условия были трудными: не хватало леса и других материалов, а время приближалось к зиме. В результате поселок вышел не особенно уютным, но зато к холодам люди получили теплое жилье.

Салманов был назначен начальником Сургутской нефтеразведочной экспедиции, а главным инженером стал А. И. Горский: им обоим в ту пору не было еще и тридцати лет!

Первые открытия состоялись осенью 1961 г. Западная Сибирь дала о себе знать мощными фонтанами нефти: сначала было обнаружено Мегионское, а вскоре Усть-Балыкское нефтяные месторождения. Стало ясно, что в стране появилась новая крупнейшая нефтегазоносная провинция. На следующий год Салманов был назначен главным геологом Усть-Балыкской нефтеразведочной экспедиции, а через пару лет, после открытия Салымского месторождения, он попросил перевести его в новые осваиваемые районы. Так он стал руководителем легендарной Правдинской нефтеразведочной экспедиции.

В период работы Фармана Курбановича в Сургутской, Усть-Балыкской и Правдинской экспедициях нефтяниками было открыто более 15 месторождений.

## Как руководитель экспедиции Салманов построил Горноправдинск

Место для будущего поселка геологов Салманов выбрал на высоком берегу Иртыша. Первому крупному месторождению, открытому в районе под его руководством, было присвоено имя Правдинское, поэтому новый поселок геологов получил название Горноправдинск.

При его создании Салманов учел весь свой опыт жизни в поселках геологов. Горноправдинск строился по единому проекту. Частное строительство, которое противоречило детально продуманному плану и нарушало гармонию поселка, не допускалось. Дома были словно игрушечные: красивые, разноцветные. Деревья удалось сохранить, а по всему поселку зацвели цветы. Местные жители шутили: «Не вздумай сорвать цветок. Будешь иметь дело с Самим Салмановым!»

Горноправдинск стал удивительным поселением своего времени. В магазины и столовую всегда завозились овощи и фрукты — редкость для севера, особенно зимой. Построили детский сад, маленький зоопарк, клуб с огромным залом и даже — самое неожиданное! — телецентр. В то время на орбиту уже были запущены

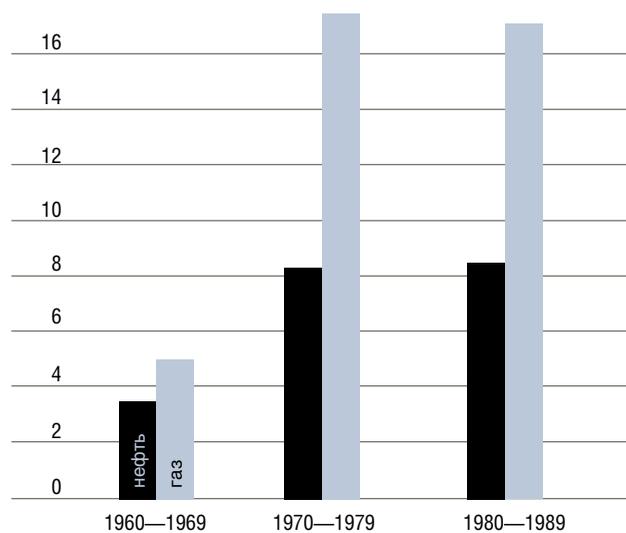
Начальник Главтюменьгеологии Ю. Г. Эрвье и его преемник Ф. К. Салманов. Конец 1970-х гг.



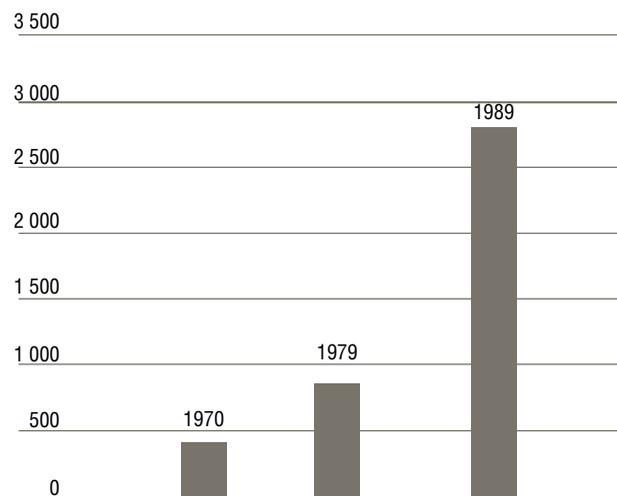
Буровая вышка на Шаимском месторождении



«Защита диссертации [Ф. К. Салманова] состоялась 8 января 1968 г. [в Институте геологии и геофизики СО АН СССР]. Оппонентами были Андрей Алексеевич и я. Ф. К. Салманов — один из первооткрывателей большой нефти в Западной Сибири, талантливый геолог, тогда уже человек-легенда, Герой Социалистического Труда — пришел на защиту со звездой Героя. Андрей Алексеевич посмотрел на него, ушел к себе в кабинет и спустя несколько минут вернулся с такой же звездой. Насколько я помню и знаю, в ИГиГ СО АН СССР это был единственный случай, когда защиту «рядовой» кандидатской диссертации снимали сразу две киностудии — Свердловская и Азербайджанская. Защита была бурной, с интересной и творческой дискуссией» (Главный геолог, 2002, С. 135)



Рост разведанных запасов нефти и газа в Тюменской области в 1960—1989 гг. (нефть — в млрд т; газ — в трлн м³)



Объемы поисково-разведочного бурения в Тюменской области в 1970—1989 гг. (длина скважин — в тыс. м)

первые спутники, но космическая телевизионная связь отсутствовала, и о телевидении на севере, конечно, не могло быть и речи. Салманов соорудил телевизионную вышку из буровой и закупил необходимое оборудование. Два раза в неделю в Свердловск летал вертолет и привозил записи новых программ. Это была первая в Сибири нефтеразведочная экспедиция, где в домах появился телевизор.

Горноправдинск стал центром, в котором проводились крупные геологические совещания; здесь побывали многие руководители нашего государства, крупные ученые, космонавты, известные артисты.

Сегодня мы бы назвали Горноправдинск «пилотным проектом»: позднее именно на основе опыта этой нефтеразведочной экспедиции многие руководители, нефтяники и газовики строили города и поселки.

### Как доктор наук Салманов содействовал открытию 300 месторождений

Наряду с талантами практика и организатора производства, Салманов обладал потенциалом выдающегося ученого. В середине шестидесятых годов прошлого века он опубликовал ряд статей, в которых впервые была представлена информация о новой гигантской нефтегазоносной провинции (кстати, Салманов написал более 100 статей и ряд монографий, в том числе в соавторстве с другими учеными). В начале 1968 г. он защитил кандидатскую диссертацию, а через четыре года — и докторскую.

В 1970 г. закончился «Горноправдинский период» жизни Салманова; он был переведен в Тюмень и назначен главным геологом по нефти и газу Главного тюменского геологического управления (Главтюменьгеологии), а спустя девять лет — руководителем Главка. Тогда объем поисково-разведочного бурения в Тюменской области составлял 410—415 тыс. м. А за последующие 19 лет работы Салманова в этом регионе он достиг 2 800 тыс. м, то есть вырос почти в семь раз!

Пока Салманов являлся главным геологом Главка, здесь было открыто 77 месторождений, а за годы его работы начальником Главка — 216. В 1987—1989 гг. геологи Тюменской области ежегодно обнаруживали 30—40 месторождений нефти и газа. В мировой истории геологии нет другого, столь же успешного, геолога, с участием которого было открыто такое число крупных месторождений.

Параллельно росли и разведанные запасы нефти и газа. С 1960 по 1969 гг. прирост запасов нефти составил 3,5 млрд т, газа — 5,0 трлн м³, а в два последующие десятилетия — более 8 млрд т нефти и более 17 трлн м³ газа.

Независимо от того, решался ли вопрос о бурении или испытании отдельной скважины, обсуждался ли план разведки крупного месторождения, план работы экспедиции, объединения или Главка, — Салманов всегда прекрасно ориентировался в ситуации и удивительным образом умел принимать единственно правильное решение. Именно разведанные при его участии запасы нефти и газа позволили нашей стране пережить кризис девяностых годов.



В нефтеразведку — на вертолете. Председатель Сибирского отделения АН СССР академик Г. И. Марчук (крайний справа) и первый заместитель председателя академик А. А. Трофимук (второй слева) в гостях у тюменских геологов, 1977 г.



Нефтяной фонтан

### Как первый заместитель министра геологии Ф. К. Салманов развивал нефтегазовый комплекс страны

В 1987 г. Ф. К. Салманов был переведен в Москву и назначен на пост первого заместителя министра геологии СССР; этот пост он занимал до 1992 г. Его богатый опыт, знание геологического строения различных регионов, теоретическая подготовка и разносторонние научные интересы сыграли важнейшую роль в развитии нефтегазового комплекса страны. Однако в последние годы жизни Салманов часто говорил, что согласие переехать из Тюмени в Москву стало главной ошибкой его жизни.

В последние полтора десятилетия внимание Фармана Курбановича

было сосредоточено на состоянии геологоразведки и нефтегазового комплекса России. В опубликованных в этот период статьях ученого предлагались возможные пути выхода из кризиса.

«Всей своей жизнью я пытался помочь людям жить лучше, богаче, достойнее, самостоятельно мыслить, самостоятельно жить, и жить не только ради хлеба насущного. Каждый шаг в этом направлении давался мне трудно, но я не сворачивал с выбранного пути, не шарахался боязливо от трудностей, потому что чувствовал свою правоту, ощущал поддержку людей», — писал Ф. К. Салманов в своей последней книге «Я — политик».

Когда Фарман Курбанович создавал эту книгу, публикация которой была приурочена к его семидесятипятилетию, он был уже тяжело болен и понимал это. Книга, тем не менее, получилась светлой и оптимистичной. Являясь, по сути, завещанием Салманова, она заканчивается

удивительно проникновенными словами:

«Пусть нас объединяет любовь к нашей общей Родине — великой России, тревога за ее лучшее будущее и искреннее стремление сделать все зависящее от каждого из нас, чтобы такое будущее наступило как можно быстрее».

#### Литература

Главный геолог. — Новосибирск, 2002.

Салманов Ф. К. Я — политик: раздумья одного из создателей топливно-энергетической мощи страны. — М.: РТК-Регион, 2006.

Трофимук А. А. Сорок лет борения за развитие нефтегазодобывающей промышленности Сибири. — Новосибирск, 1997.

В публикации использованы фото В. Новикова, В. Дубровского, а также фото из архива академика А. Э. Конторовича и филиала Центрального государственного архива республики Хакасия

# КОМУ НУЖЕН ПРОГНОЗ

## ПО КЛЕЩЕВОМУ ЭНЦЕФАЛИТУ?

М. П. МОШКИН  
В. Н. БАХВАЛОВА  
Е. А. НОВИКОВ



МОШКИН Михаил Павлович — доктор биологических наук, заведующий лабораторией физиологических адаптаций позвоночных животных Института систематики и экологии животных СО РАН (Новосибирск)



БАХВАЛОВА Валентина Николаевна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории популяционной экологии и фенотипики плодовитости животных Института систематики и экологии животных СО РАН



НОВИКОВ Евгений Анатольевич — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физиологических адаптаций позвоночных животных Института систематики и экологии животных СО РАН



Итоги 27-летнего мониторинга  
природного эпидемиологического очага

*В июне 2007 г. главный санитарный врач России Г. Онищенко объявил о начале самой сильной за последние пять лет эпидемии клещевого энцефалита в нашей стране. В список потенциально опасных, помимо «традиционных» Сибири и Дальнего Востока, попало более 40 районов. Ситуация осложняется тем, что большинство региональных представителей власти заранее не позаботилось о необходимом запасе иммуноглобулина — практически единственного специфического лекарственного средства против этого действительно смертельного вирусного заболевания.*

*Читая тревожные новости о росте числа укушенных и заболевших, невольно ловишь себя на мысли, что речь идет о каком-то внезапном буйном разгуле стихий, сходным даже не с налетом очередного тайфуна (о его приближении метеорологи часто успевают предупредить), а с цунами, вызванным неожиданным землетрясением в непостижимых океанских глубинах... Но ведь возбудитель и переносчик инфекционного воспаления мозга, названного клещевой энцефалит, были открыты Дальневосточной экспедицией Наркомздрава СССР под руководством выдающегося вирусолога Л. А. Зильбера\* еще в 30-х гг. прошлого века! Почему же тогда спустя 70 лет вспышка весенне-летнего клещевого энцефалита воспринимается как коварное и непредсказуемое природное явление? При всем том вирус энцефалита, да и его переносчики — сами клещи, — являются нашими близкими соседями по биоценотической «квартире», и позвольте заметить — очень даже неплохо изученными соседями!*

Основатели первого в истории нашей страны города фундаментальной науки и образования — Новосибирского академгородка — выбрали для его строительства прекрасное место: со смешанными сосново-березовыми лесами, полянами огненных жарков, рукотворным Обским морем. Пожалуй, единственным недостатком было обилие клещей, что влекло за собой и высокий риск инфицирования людей и животных болезнетворными агентами разной природы, включая вирус энцефалита и боррелии, переносимых этими членистоногими.

Но в те «благословенные» времена к решению всех подобных проблем привлекался проверенный помощник: силы малой авиации. И тогдашние дети, зная не знавшие слова «клещ» или «энцефалит», радостно бежали по окрестным лесам, собирая душистую землянику, щедро приправленную дихлордифенилтрихлорэтаном (ДДТ) — одним из самых экологически опасных инсектицидов, способных накапливаться, в том числе, в тканях печени, почек и мозга человека.

В конце 1970-х масштабные обработки городских лесов ядохимикатами были прекращены. Членистоногие отреагировали адекватно: их численность стала увеличиваться; соответственно росло число укушенных и заболевших людей. Летом 1980 г. распоряжением Президиума Сибирского отделения АН СССР была сформирована Комплексная программа исследований клещевого энцефалита (КЭ) под руководством В. И. Ев-

\* См: НАУКА из первых рук. — 2006. — № 5(11).

сикова и А. В. Кушнира — директора и зам. директора Биологического института (сегодня — Институт систематики и экологии животных СО РАН). Одним из пунктов этой программы стал мониторинг состояния основных компонентов природного очага в лесопарковой зоне Новосибирского научного центра.

Первые, наиболее трудные, шаги по организации регулярных наблюдений были выполнены специалистами Биологического института — вирусологом Н. Н. Ха-

## Не встречайтесь с «чужим» паразитом

Выбор методических подходов к исследованию системы передачи инфекции опирался на опыт изучения природных очагов КЭ, накопленный к тому времени, главным образом, советской наукой. Как известно, вирус КЭ может жить и размножаться в организмах разных животных, но в передаче вируса от зараженной



Основной инвентарь экспедиционной базы Новосибирского научного центра, где проводился (и сейчас проводится) мониторинг очага клещевого энцефалита, состоит из четырех вагончиков и одного мотоцикла, который недавно заменила малолитражка «Ока». Фото Д. Петровского

ритоновой и акарологом (специалистом по клещам) В. Ф. Сапегинной. Профессиональный опыт и интуиция позволили ученым выделить ключевые участки лесопарковой зоны и очертить круг основных параметров наблюдения, что на многие годы задало вектор мониторинга системы «вирус-хозяин-переносчик».

Авторы и редакция благодарят участника мониторинга к. б. н. В. В. Панова (ИСиЭЖ СО РАН) за помощь в подготовке иллюстративного материала

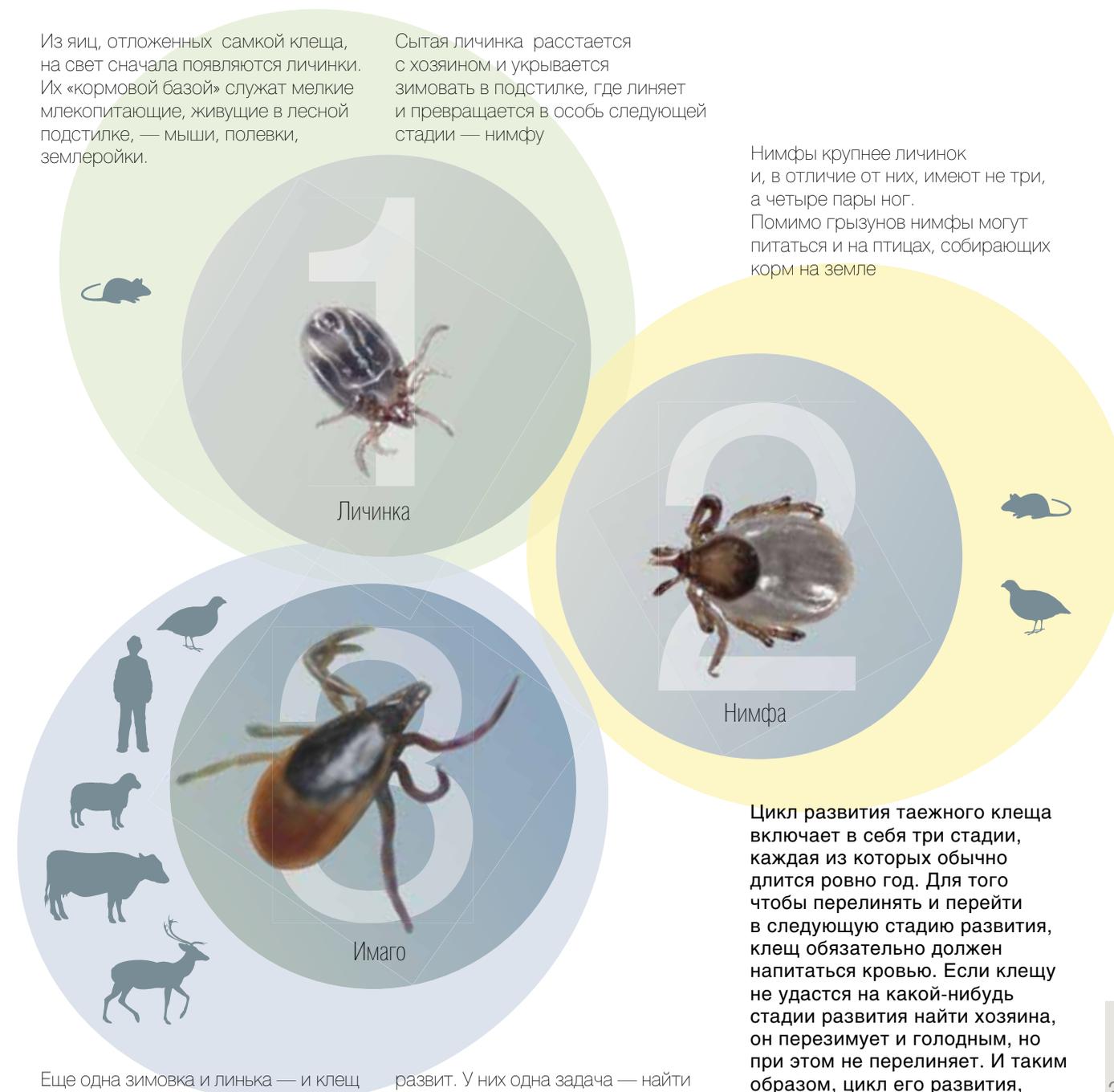
к незараженной особи ключевую роль играют естественные переносчики — два вида иксодовых клещей: таежный (*Ixodes persulacatus* Schulze) и лесной (*Ixodes ricinus* L.).

На Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке распространен только первый из них. В целом у клещей рода *Ixodes* сложный цикл развития, включающий в себя три стадии. На каждом этапе своей жизни клещ вместе с кровью хозяина, может либо сам получить вирус КЭ и других возбудителей трансмиссивных инфекций, либо, наобо-

Из яиц, отложенных самкой клеща, на свет сначала появляются личинки. Их «кормовой базой» служат мелкие млекопитающие, живущие в лесной подстилке, — мыши, полёвки, землеройки.

Сытая личинка расстается с хозяином и укрывается зимовать в подстилке, где линяет и превращается в особь следующей стадии — нимфу

Нимфы крупнее личинок и, в отличие от них, имеют не три, а четыре пары ног. Помимо грызунов нимфы могут питаться и на птицах, собирающих корм на земле



Еще одна зимовка и линька — и клещ становится взрослым. Особи разного пола таежного клеща хорошо различаются между собой. Самцы мельче и имеют темно-коричневый щиток, закрывающий почти все тело, а у самки из-за щитка выступает ярко-красное брюшко, отчего она выглядит значительно крупнее самца. Связано это отличие с тем, что самцы во взрослом состоянии практически не питаются, и поэтому пищеварительный аппарат у них не

развит. У них одна задача — найти и оплодотворить самку. Самка же, для того чтобы отложить яйца, обязательно должна еще раз напитаться кровью. И поскольку с каждой линькой размер клеща увеличивается, для будущего потомства требуется еще больше пищи... В общем, мышинной крови самке уже недостаточно. Ее жертвами становятся крупные обитатели леса: зайцы, копытные и хищники — или его временные посетители: человек и домашние животные.

Цикл развития таежного клеща включает в себя три стадии, каждая из которых обычно длится ровно год. Для того чтобы перелинять и перейти в следующую стадию развития, клещ обязательно должен напитаться кровью. Если клещу не удастся на какой-нибудь стадии развития найти хозяина, он перезимует и голодным, но при этом не перелиняет. И таким образом, цикл его развития, в норме составляющий три года, может растянуться до пяти лет. На каждом этапе своей жизни клещ вместе с кровью хозяина может либо сам получить вирус клещевого энцефалита и других возбудителей трансмиссивных инфекций, либо, наоборот, заразить хозяина вирусом через секрет своих слюнных желез. Фото В. Глупова (ИСиЭЖ) и С. Ткачева (ИХБФМ)



**Знаете ли вы, что у млекопитающих вирус клещевого энцефалита может передаваться половым путем? По крайней мере, такое явление было обнаружено при скрещивании зараженных самцов лабораторных мышей со здоровыми самками (Герлинская и др., 1997)**

рот, заразить хозяина вирусом через секрет своих слюнных желез.

Важно отметить, что у естественных прокормителей клеща заражение вирусом КЭ не вызывает обычных клинических симптомов, что и неудивительно: ведь совместная эволюция паразита (в широком смысле этого слова) и его хозяина чаще всего идет в направлении уменьшения негативного воздействия паразита на организм хозяина (Thompson, 1994). Трагические последствия контакта человека с вирусом энцефалита во многом объясняются тем, что он, по большому счету, является «новичком» в данной «паразит-хозяинной» системе.

С учетом жизненного цикла клеща и его связей в биологическом сообществе исследователями были выбраны основные объекты и методы мониторинга. Оценивались обилие и степень зараженности вирусом КЭ взрослых клещей; численность и степень зараженности клещами мелких млекопитающих, а также наличие среди этих особей так называемых *серопозитивных*, т. е. содержащих в крови антитела к вирусу клещевого энцефалита.

Личинки и нимфы таежных клещей цепляются за пробегающих рядом зверьков, «присасываются» к ним, проникая в ткани хозяина своим сложно устроенным ротовым аппаратом, который служит одновременно и для прикрепления, и для питания. Излюбленное место локализации — ушные раковины. Здесь и кожа тоньше, и шерсти меньше, и близко расположены крупные кровеносные сосуды. Реже личинки и нимфы встречаются на других участках тела животных — на шее, спине, нижней челюсти, вокруг глаз. Для успешного прокормления «юному» клещу надо питаться несколько дней, при этом объем выпитой крови в несколько раз превышает его собственный.  
*Фото В. Глупова*



Кроме того, с самого начала велось изучение биологической активности вируса, выделенного от взрослых особей таежного клеща, а с 1990 г. стали производиться оценки иммунитета фоновых видов грызунов — основных прокормителей клеща на ранних стадиях его развития. Параллельно, в совместных исследованиях сотрудников ИСиЭЖ и Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН на собранном полевом материале были разработаны и апробированы молекулярно-биологические методы для высокочувствительной и специфичной индикации вируса КЭ (Бахвалова и др., 1989; Бахвалова, 1994; Mogofova et al., 2002).

За 27 лет непрерывного мониторинга были изучены особенности распределения и многолетней динамики таежного клеща в лесопарковой зоне Новосибирского научного центра, видовой состав мелких млекопитающих (Сапегина и др., 1985; Добротворский, 1992); сформирована уникальная коллекция штаммов ВКЭ, которые на основании нуклеотидных последовательностей были отнесены к сибирскому генетическому типу (Бахвалова и др., 1994, 2000, 2001; Bakhvalova et al., 2000).

### Инкубатор для инфекции

Уже после 10 лет наблюдений над исследуемым энцефалитным очагом обнаружили вещи, не укладывающиеся в общепринятые схемы. Казалось бы, что может служить мерилем инфекционного риска, как не численность клещей и степень их зараженности вирусом? Однако привычные критерии энцефалитоопасности далеко не соответствовали реальности, выражающейся в динамике заболевания энцефалитом жителей Советского района г. Новосибирска, где и расположен Академгородок.

Вместе с тем удалось установить, что за 1—2 года до возникновения пика заболеваемости людей на коже мелких млекопитающих обнаруживается максимально большое количество личинок и нимф — ранних стадий таежного клеща; при этом среди прокормителей клещей велика доля серопозитивных особей, т.е. зверьков, в крови которых содержатся антитела к вирусу клещевого энцефалита. Какие последствия могут иметь эти два взаимосвязанные события?

Как известно, переживание и размножение вируса в организме самих клещей приводят к снижению *вирулентности*, т.е. способности вируса вызывать заболевание. Однако данное свойство быстро восстанавливается, если вирус попадает в организм теплокровного животного, где и начинает размножаться (Чунихин и др., 1982). Поэтому, когда доля зараженных особей среди мелких млекопитающих увеличивается, резко

возрастает вероятность того, что личинки и нимфы клеща во время своей кровавой трапезы получат и высоковирулентный штамм возбудителя болезни. Через 1—2 года эти личинки и нимфы превратятся во взрослых клещей, в организме которых будет функционировать наиболее «агрессивный» вирус: их укусы и представляет для нас наибольшую опасность в смысле заражения энцефалитом.

Тот факт, что динамика заболеваемости людей во многом определяется изменениями именно самого вируса, был подтвержден исследованиями его инфекционных свойств: *гемагглютинирующей активности* (ГА) и вирулентности вирусных изолятов, выделенных в разные годы. Оказалось, что многолетние колебания ГА совпадают с колебаниями заболеваемости жителей Советского района; а вирулентность изолятов, полученных в годы высокой заболеваемости, достоверно выше таковой по сравнению с изолятами, выделенными при низком уровне заболеваемости (Бахвалова, 1994; Бахвалова, Добротворский, 1994; Мошкин и др., 1998; Бахвалова и др., 2005).

Итак, проведение в течение нескольких лет мониторинга отдельных компонентов энцефалитного очага на основе относительно простых параметров — степени зараженности мелких млекопитающих клещами и вирусом клещевого энцефалита — позволяет довольно точно предсказывать пресловутые энцефалитные «эпидемии». Но это предсказание, хотя и вполне достаточное для прогнозирования инфекционного риска, является довольно упрощенным описанием действительности. В последние годы, благодаря развитию молекулярно-генетических методов определения возбудителей болезней, произошла переоценка роли мелких млекопитающих в циркуляции клещевых инфекций. Что же удалось узнать об этом вечном, как мир, и, похоже, неиссякаемом природном резервуаре инфекций?

### Тестостероновый детонатор

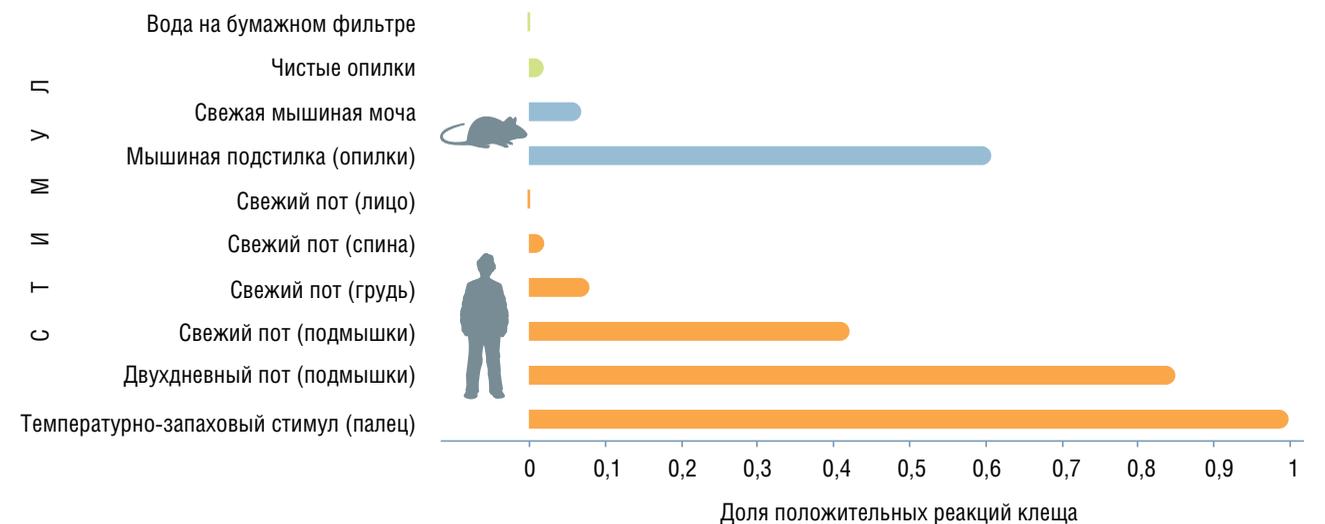
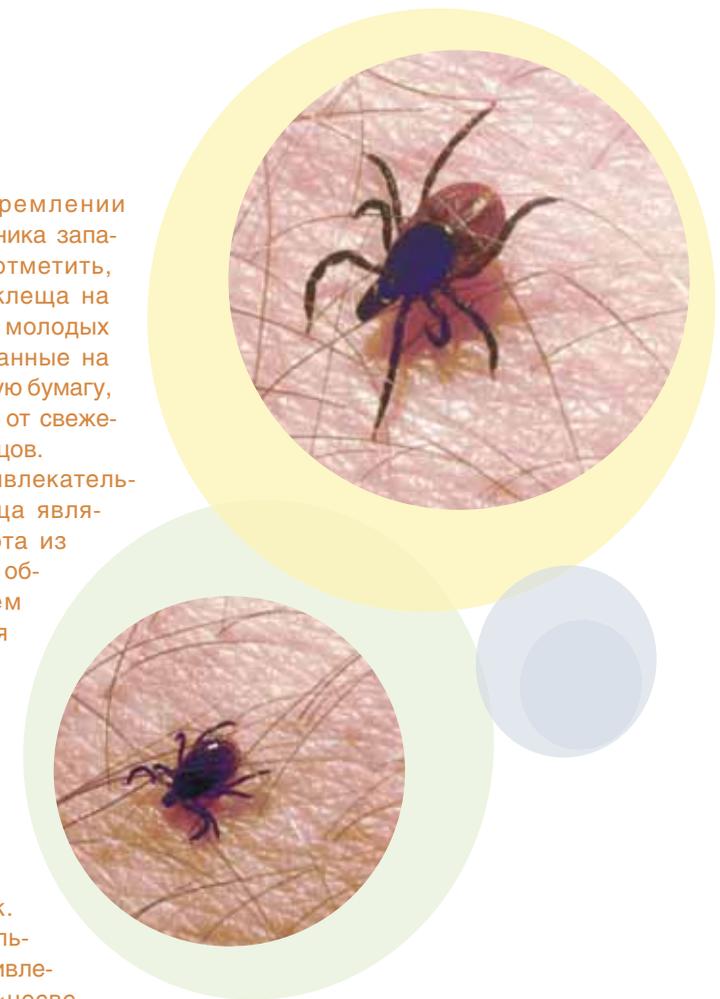
Судя по результатам мониторинга, динамика энцефалитоопасности природного очага в значительной мере определяется изменениями популяции вируса. Эти изменения, в свою очередь, обусловлены различной величиной вклада в воспроизводство вируса его основными «хозяевами» — таежным клещом и теплокровными прокормителями.

В частности, в совместных исследованиях с ИХБФМ было установлено, что вирусные РНК и/или белок оболочки вириона клещевого энцефалита (свидетельствующие о наличии вируса) обнаруживаются в органах подавляющего большинства мелких млекопитающих (Бахвалова и др., 2001; Бахвалова и др., 2003; Bakhvalova et al., 2006). Причем подобное явление характерно не

### Душ и антиперспирант против клещей

На чем базируется охотничья стратегия самок таежных клещей? Как уже говорилось, они предпочитают кормиться на взрослых территориальных самцах, чей иммунитет подавлен высоким уровнем мужского полового гормона тестостерона. В качестве запахового сигнала могут выступать мочевые метки, которыми территориальные самцы постоянно обозначают свои индивидуальные участки. Основанием для этого утверждения служат экспериментальные данные, полученные во время изучения поведенческой реакции клещей на различные запаховые стимулы теплокровных животных. Оказалось, что клещ, свободно перемещающийся по краю чашки Петри, не реагирует на свежую мочу лабораторной мыши (Ромашенко и др., 2006) или красной полевки (по личному сообщению А.К. Добротворского). Однако, если вместо этого ему «предъявить» подстилку из мышинной клетки со старыми (около 2—3 суток) мочевыми метками, то в 60 % случаев у подопытных клещей отмечается поведенческая реакция, выража-

ющаяся в стремлении достичь источника запаха. Следует отметить, что реакция клеща на образцы пота молодых мужчин, собранные на фильтровальную бумагу, также зависит от свежести этих образцов. Наиболее привлекательным для клеща является запах пота из подмышечной области, причем самая сильная реакция отмечается в том случае, когда фильтровальная бумага находилась под одеждой донора в течение 2 суток. Повышение ольфакторной привлекательности «несвежих» образцов пота и мочи может быть следствием их бактериальной трансформации





Рыжая полевка, наряду с красной полевкой, служит природным резервуаром трансмиссивных инфекций, передающихся иксодовыми клещами.  
Фото С. Гашкова

только для зверьков, отловленных в сезон активности клещей, но также и для пойманных зимой или в течение длительного времени после отлова удерживаемых в виварии, т.е. заведомо «свободных» от клещей. Это означает, что в организме диких млекопитающих вирус может долго сохраняться в *персистирующем* (переживающем) состоянии, как правило, никак себя не проявляя. По крайней мере, он не способен заразить двухнедельных лабораторных мышей, обычно восприимчивых к данному вирусу.

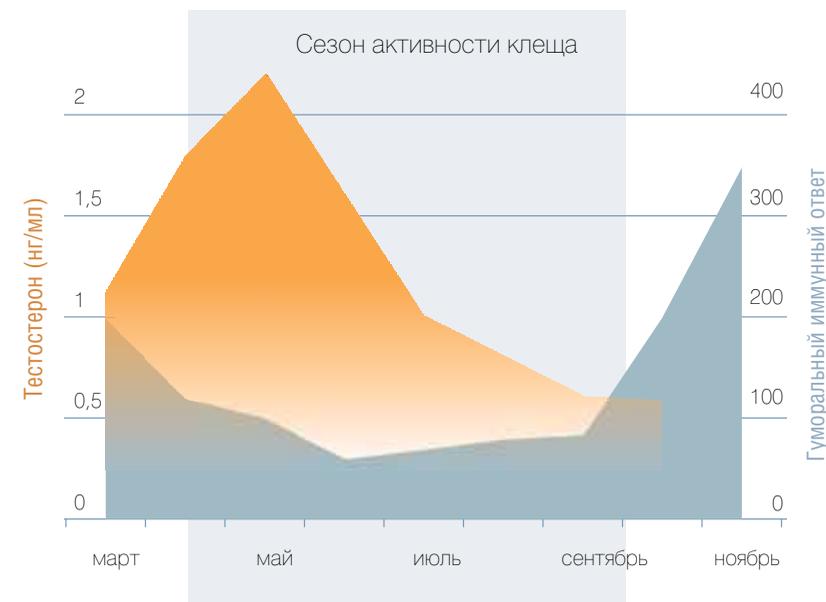
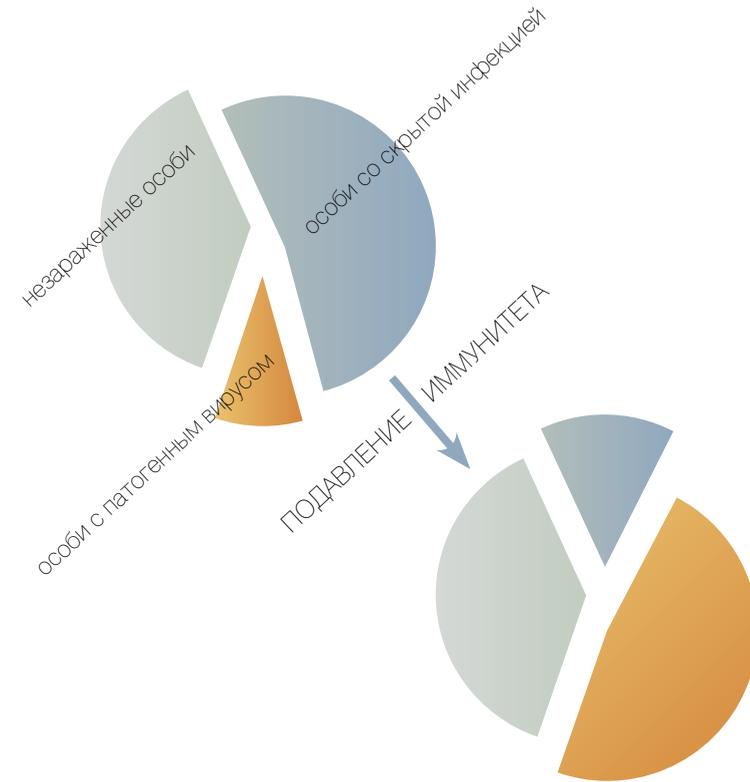
Однако так бывает не всегда. Как показали наши исследования, такой персистирующий вирус может активизироваться при подавлении иммунной системы хозяина. Причем сделать это можно не только с помощью специальных фармакологических иммуносупрессоров, но и путем введения обычного мужского полового гормона — *тестостерона* (Бахвалова и др., 2006).

И последнее обстоятельство, как все понимают, особенно значимо: дело в том, что естественный подъем секреции мужских половых гормонов у млекопитающих, в том числе и у грызунов, приурочен к сезону размножения. И сочетается с подавлением клеточного и гуморального иммунитета особей. Более того — этот период очень точно совпадает по времени и с периодом наибольшей активности клещей.

Еще один нюанс: в экологии отношений «паразит-хозяин» существует правило, согласно которому 20 % наиболее зараженных хозяев дают «приют» 80 % паразитов того или иного вида (Perkins et al., 2003). Согласно нашим данным, распределение по степени зараженности клещами особей красных полевок (*Clethrionomys rutilus* Pall.), обитающих в исследуемом очаге КЭ, полностью соответствует этому правилу. Возникает естественный вопрос: что же это за особи?

Как известно, в популяции мелких млекопитающих особи значительно различаются по таким поведенческим характеристикам, как агрессивность и территориальность. Эта разнокачественность определяется в основном различиями в секреции половых гормонов, а значит, как упоминалось выше, и соответствующими различиями в иммунной системе животных. От этого состояния особей и зависит величина вклада, который они вносят в прокормление таежного клеща.

Что же удалось выяснить? Среди наиболее зараженных особей преобладают половозрелые оседлые самцы, у которых величина гуморального иммунного ответа на стандартный антигенный стимул минимальна. По сравнению с расселяющимися мигрантами территориальные самцы характеризуются большей степенью зараженности, что, на первый взгляд, противоречит

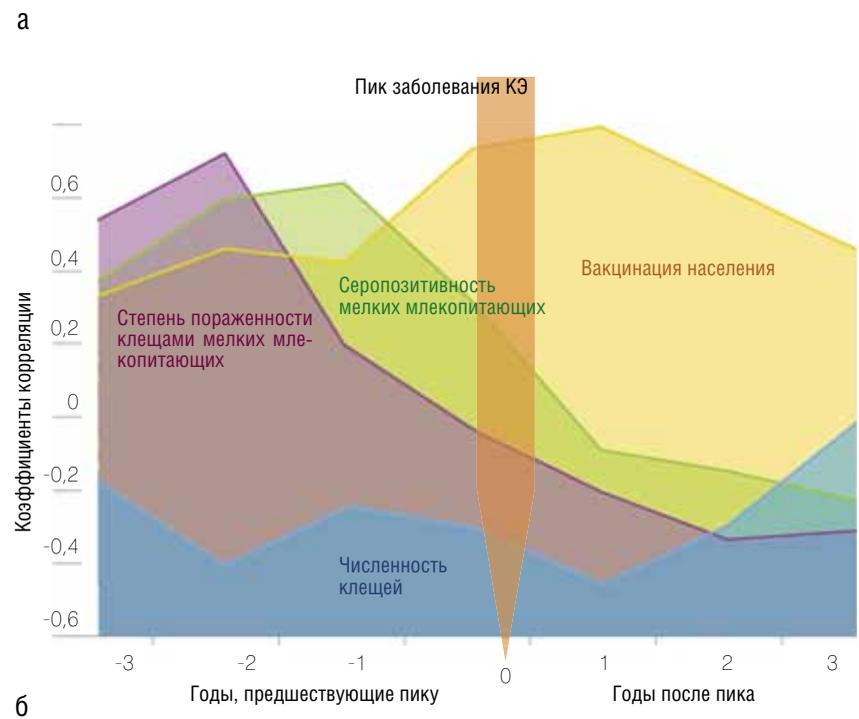
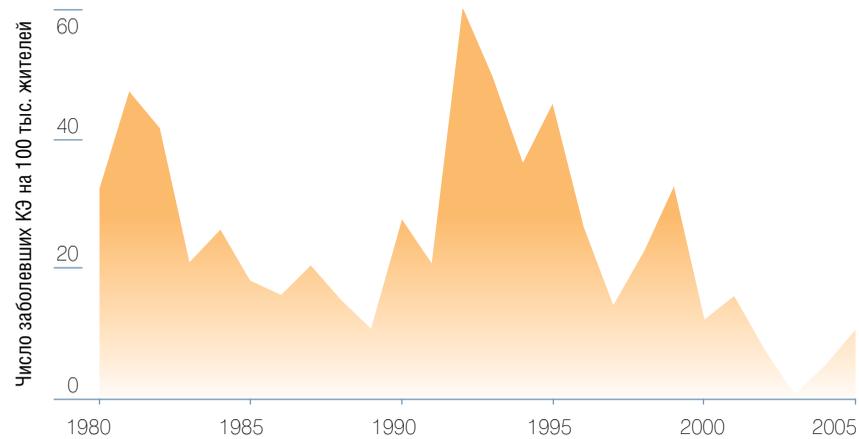


**Знаете ли вы, что в начальной стадии заражения вирус клещевого энцефалита вызывает у самцов грызунов рост агрессивности, а также запаховой привлекательности для самок? Таким образом, у этих особей увеличивается шанс оставить потомство (Moshkin et al., 2002)**

Более половины особей в популяции красной полевки, обитающей на территории Новосибирского научного центра, являются скрытыми вирусносителями клещевого энцефалита. В результате снижения иммунитета, вызванного какими-либо экспериментальными либо природными факторами, у значительной части животных происходит активация вируса и последующий переход в патогенную форму. В природе снижение иммунитета у самцов наблюдается в сезон размножения, на фоне роста в крови мужского полового гормона — тестостерона. Этот период по продолжительности практически совпадает с периодом активности таежного клеща. Гуморальный иммунный ответ оценивали по числу антителообразующих клеток (АОК) селезенки в пересчете на 1 г массы тела особи

общепринятым представлениям о прямой связи между подвижностью животных и вероятностью их встречи с эктопаразитами.

Но это кажущееся несоответствие. Во-первых, общая активность самцов, патрулирующих свою индивидуальную территорию, может быть не ниже, чем у мигрантов. Во-вторых, экспериментально доказано, что подавление иммунитета хозяина, в том числе с помощью введения тестостерона, увеличивает время и эффективность прокормления клещей (Hughes, Randolph, 2001). И наконец, запах мочевых меток, которые территориальный самец постоянно оставляет на одних и тех же маршрутах, для клещей может являться более мощным «магнитом», чем эпизодические выделения мочи расселяющимися особями: это означает, что вероятность встретить «добычу» на этом участке велика!



пешно «перезимует» в ее органах и тканях в латентном состоянии.

Его черед наступает весной, когда во время полового созревания концентрация тестостерона в кро-

Динамика заболеваемости клещевым энцефалитом жителей Советского района г. Новосибирска, куда входит и Академгородок, меняется год от года (а). Чтобы выявить связь между компонентами эпидемиологического очага и уровнем заболевания, использовали статистический кросс-корреляционный анализ (б). При этом нулевой точкой на шкале обозначены годы пика заболеваемости, отрицательными значениями — годы, им предшествовавшие, положительными — годы, прошедшие после пика клещевого энцефалита.

Выяснилось, что наибольшие положительные корреляции с будущим пиком заболевания обнаружены у доли мелких млекопитающих, серопозитивных к вирусу КЭ (т. е. у особей с признаками вирусносительства), которые были оценены за два года до наступления пика! Другой важнейший прогностический фактор — степень пораженности мелких млекопитающих клещами, выявленная за один год до наступления пика заболевания. А вот еще одну положительную корреляцию можно считать административным курьезом: чем выше пик заболевания, тем большим в следующем году будет объем профилактической вакцинации населения. Думается, что последнее справедливо и в отношении объемов закупки иммуноглобулина. Но ведь заболеваемость-то к этому времени как раз пошла на убыль! И вполне уместно воскликнуть, перефразировав известную русскую поговорку: «Мужик-то перекрестился, да гром уже грянул!»

ви мелких млекопитающих резко увеличивается, а иммунная система, соответственно, подавляется. Одновременно с активацией вируса в теле грызунов, в лесной подстилке активизируются клещи, которые особенно агрессивно нападают на половозрелых территориальных самцов. Совместное питание множества клещей, паразитирующих на одном хозяине, создает режим наибольшего благоприятствования для обмена вирусом между живым «кафетерием» и клещами. Причем обмен между клещами, «трапезничаящими» в непосредственной близости друг от друга, может осуществляться практически напрямую — даже не через кровь хозяина (Labuda et al., 1997; Randolph et al., 1999; Rosa et al., 2003).

Эта древняя, сформировавшаяся в результате длительной эволюции, система «паразит-хозяин» существовала, существует и просуществует до тех пор, пока не будут окончательно закатаны в асфальт живая лесная подстилка, поляны жарков и душистая земляника...

**В** заключение еще раз перечислим некоторые из основных научных результатов, полученных на экспедиционной базе Новосибирского научного центра. Итак:

- Впервые установлено, что наибольшую ценность для прогнозирования инфекционного риска имеют показатели, отражающие интенсивность взаимодействия теплокровных хозяев с клещами и вирусом клещевого энцефалита.
- Впервые показано, что основной причиной межгодовых колебаний энцефалитоопасности природного очага КЭ может быть временная изменчивость инфекционных свойств вирусной популяции.
- Благодаря молекулярно-генетическому детектированию вируса КЭ удалось оценить реальные масштабы вирусносительства в популяциях мелких млекопитающих и клещей; выяснилось, что эти показатели на порядок выше тех, которые были установлены на основе обычного биотестирования.
- Впервые проанализированы внутрипопуляционные факторы изменчивости иммунореактивности грызунов и экспериментально обоснована ключевая роль репродуктивной иммуносупрессии в результате активации персистирующего вируса КЭ.
- При изучении ольфакторных реакций клеща выделены вещества, на основе которых могут быть созданы препараты для управления поведением этих членистоногих.

Статья публикуется по материалам сб.:  
Природа Академгородка: 50 лет спустя / Под ред.  
И. Ф. Жимулева. — Изд-во СО РАН. — 2007. —  
(В печати).

## От редакции

*Как известно, изготовление противоклещевого иммуноглобулина — дело не простое и не быстрое: препарат до сих пор производится исключительно из крови людей, предварительно привитых против энцефалита, поэтому заказы на него должны поступать заранее. Конечно, люди отправляются на рыбалку и на пикники ежегодно, да и клещи не берут отпусков; следовательно, нужный резерв иммуноглобулина (который нетрудно вычислить) медицинские учреждения должны иметь в наличии постоянно, чтобы все укушенные клещом могли получить необходимую профилактическую помощь. Но в преддверии прогнозируемого пика заболеваемости тактика должна быть иной: ведь для лечения энцефалита требуется значительно большее количество препарата.*

*К счастью, согласно критериям, разработанным нашими учеными, пик заболеваемости можно предсказать за 1–2 года до его наступления! За это время, кстати, можно не только успеть заказать нужное количество препарата, но и провести активную санитарно-просветительскую работу по профилактической вакцинации населения, поскольку прививки против энцефалита необходимо начинать ставить зимой, когда членистоногие «дракулы» спокойно спят в лесной подстилке.*

*Безусловно, у любого здравомыслящего человека, ознакомившегося с результатами работы наших специалистов, не возникнет и тени сомнения в том, что столь четкие объективные параметры энцефалитоопасности очага и схемы прогнозирования возможной «эпидемии» грозного заболевания должны быть оперативно и благодарно использованы соответствующими службами. Что же получается на самом деле?*

*Вспомним трагическую статистику этого лета, лепту в которую внесла и Новосибирская область, где проводится уникальный многолетний мониторинг эпидемиологического очага. Единственное, что из года в год интересует местные органы санитарно-эпидемиологического надзора, — прогноз численности клещей, несмотря на то что исследователи, занимающиеся этим вопросом, ежегодно не устают пояснять, что для данной территории колебания численности клещей не являются эпидемиологически значимым показателем.*

*Что происходит в коридорах власти; кто, где и каким образом принимает решение о времени, а также объеме заказа и закупки противоклещевого иммуноглобулина, — так и остается тайной. По крайней мере, для обычных людей, ученых и даже для главного санитарного врача нашей необъятной страны. Остается только надеяться, что «глас вопиющего в пустыне», в конце концов, будет услышан — и клещевой энцефалит перестанет быть для нас непредсказуемым стихийным бедствием.*

## Как птица Феникс

Данные, полученные в результате почти беспрецедентного по длительности и охвату мониторинга эпидемиологического очага, свидетельствуют о том, что существует довольно точная временная координация сезонных циклов между собой, протекающих в популяциях организмов — паразитов и хозяев, благодаря чему в природе обеспечивается устойчивое существование очага клещевого энцефалита.

В популяциях мелких млекопитающих зимний период переживают только те особи, которые родились в конце лета и не размножились в год своего рождения (Шварц и др., 1969). Важнейшим фактором их зимней выживаемости является надежный иммунитет, который не был «расшатан» участием в процессах воспроизводства, требующих, как известно, больших ресурсных затрат. Даже если вирус клещевого энцефалита попадет в кровь такой здоровой особи, он не сможет долго в ней циркулировать, однако ус-

Н.В. ФОМЕНКО

# КЛЕЩЕВОЙ БОРРЕЛИОЗ: БОЛЕЗНЬ НА ВСЮ ЖИЗНЬ?



Клещевой энцефалит — опасное вирусное заболевание, поражающее центральную нервную систему, — вряд ли нуждается в представлении, особенно в связи с недавним всплеском заболеваемости. А вот к проблеме другой, но уже бактериальной, инфекции, также переносимой клещами, внимание врачей и ученых России было привлечено сравнительно недавно

В России боррелиоз (или болезнь Лайма, как ее называют в США) был впервые серологически (т. е. на основе наличия специфических антител) выявлен сотрудниками научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи РАМН под руководством Э. И. Коренберга в 1985 г. Но только в 1991 г. *иксодовые клещевые боррелиозы* (ИКБ) были включены в официальный государственный перечень заболеваний, регистрируемых на территории России.

Наиболее распространенным этот недуг признан в США: ежегодно там заболевает более 16 тыс. человек. Рост заболеваемости боррелио-

зом в настоящее время наблюдается и во многих странах Европы.

## Возбудитель — спирохета

Уже из самого названия видно, что переносчиками этой болезни, также как и клещевого энцефалита, являются клещи. В США болезнь Лайма переносят клещи *Ixodes scapularis* (в 1982 г. американский исследователь В. Бургдорфер именно от этих клещей впервые изолировал самих инфекционных агентов — боррелий); в Европе эту функцию выполняют клещи *Ixodes ricinus*, а у нас — печально известные таежные клещи *Ixodes persulcatus*.

Боррелии *Borrelia burgdorferi* — родственники широко известных трепонем, вызывающих сифилис, — представляют собой извитые спирали длиной 15—25 и толщиной 0,2—0,3 мкм.

Световая микроскопия. Фото автора

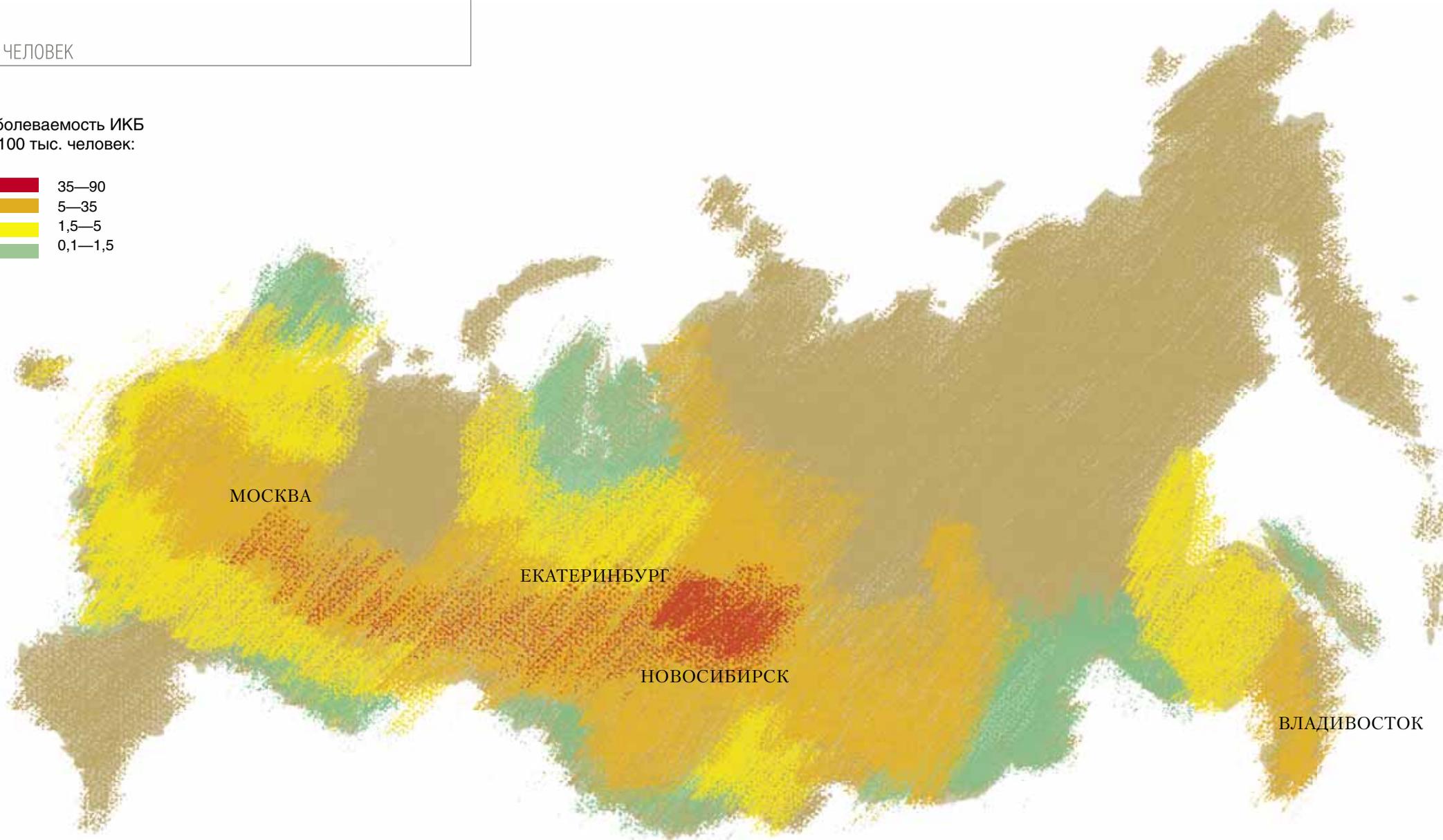
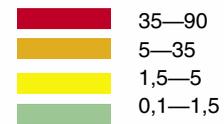


ФОМЕНКО Наталья Владимировна — младший научный сотрудник лаборатории инфекционных заболеваний человека Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск)

Красное кольцо на коже в месте укуса клеща — так называемая первичная кольцевая мигрирующая эритема — появляется в результате воспалительной реакции на проникших в организм боррелий (*Smith et al., 2002*)



Заболеваемость ИКБ  
на 100 тыс. человек:



Заболеваемость иксодовым клещевым боррелиозом отмечена в 49 субъектах РФ, при этом ее уровень наиболее высок в Уральском, Западносибирском и Дальневосточном округах

Возбудитель боррелиоза — спирохета комплекса под пышным латинским названием *Borrelia burgdorferi sensu lato* (s.l.) — состоит в близком родстве с *mpenomeмой* — возбудителем всем известного сифилиса — и *лентоспирой* — возбудителем лептоспироза, серьезного заболевания, которому подвержены многие виды животных, и человек в том числе. Все перечисленные спирохеты имеют сходный внешний вид и по форме напоминают извитую спираль.

К сегодняшнему дню на основании генетических и фенотипических различий выделено 12 видов боррелий, но опасными для человека до недавнего времени считалось только три вида: *B. burgdorferi sensu stricto* (s.s.), *B. afzelii* и *B. garinii*. Однако в последнее время появились сообщения, что от больных ИКБ был выделен еще один вид — *B. spielmanii*, что говорит о возможной патогенности и этого вида.

**Боррелии способны не только передвигаться под кожей, но и проникать в кровеносные сосуды, перемещаясь с током крови во внутренние органы. Не является для них преградой и гематоэнцефалический барьер, защищающий кровеносные сосуды мозга**

Боррелии распространены по регионам мира неравномерно. В России основное эпидемиологическое значение имеют два вида — *B. afzelii* и *B. garinii*, которые обнаружены в обширной лесной зоне от Прибалтики до Южного Сахалина.

В Институте химической биологии и фундаментальной медицины изучение боррелий было начато в 2000 г. Исследования, проведенные совместно с Институтом систематики и экологии животных СО РАН, направленные на выявление видового разнообразия боррелий, циркулирующих в природных очагах ИКБ Новосибирской области, позволили установить ряд фактов. Помимо широко распространенных *B. afzelii* и *B. garinii* были обнаружены редко встречающиеся генетические варианты этих видов.

Согласно данным световой микроскопии, зараженность таежных клещей боррелиями на территории

Новосибирской области составляет 12—25 %. При микроскопическом исследовании фиксированных и витальных препаратов боррелии были выявлены как у взрослых клещей, собранных с растений, так и у частично или полностью напивавшихся личинок и нимф.

Поскольку эти спирохеты были обнаружены на всех стадиях развития клещей — от личинок до взрослых особей (имаго), все они могут служить источниками заражения. Цикл переноса возбудителя начинается с процесса питания неинфекционного клеща на инфицированном животном. Клещи, зараженные боррелиями, при следующем кормлении способны передавать эти микроорганизмы здоровым животным, а также продолжать воспринимать дополнительную «порцию» спирохет от инфицированных млекопитающих. На ранних этапах развития клеща в данный процесс вовлечены мелкие млекопитающие; взрослые клещи начинают питаться на крупных млекопитающих, и кроме того могут «покушаться» на человека, заражая его.

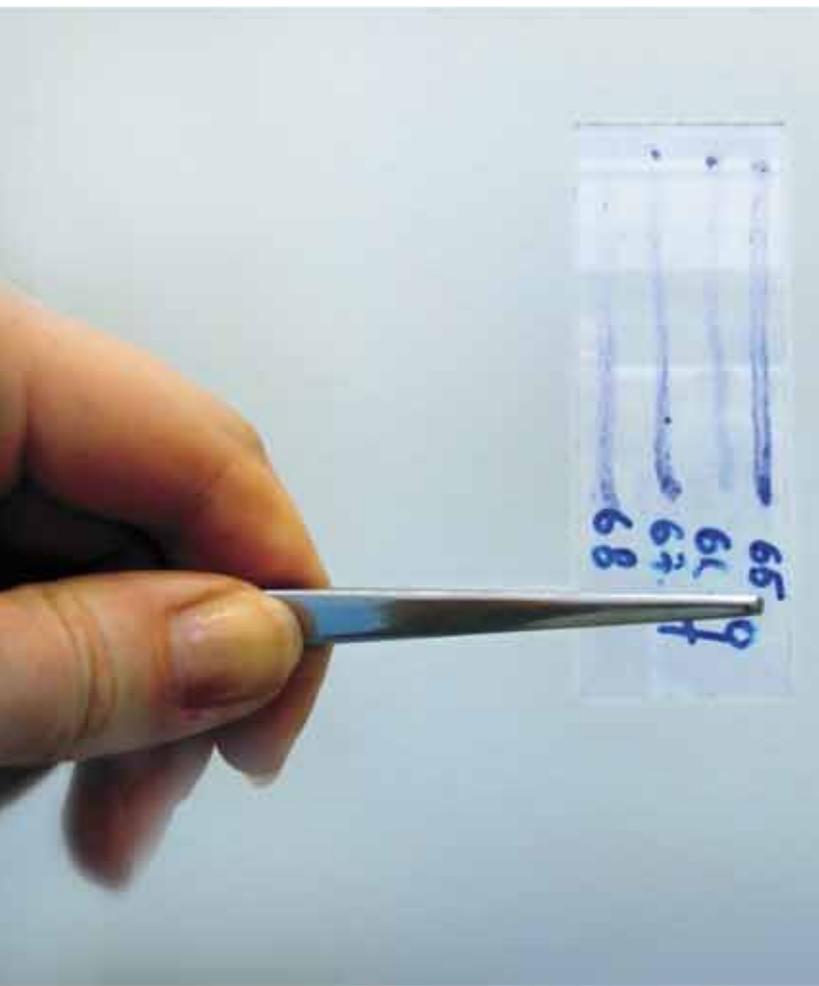
Проникнув в тело млекопитающего вместе со слюною клеща, спирохеты начинают усиленно размножаться в кожных покровах на месте укуса. Они способны не только передвигаться под кожей, но и проникать в кровеносные сосуды, перемещаясь с током крови во внутренние органы. Не является для них преградой и гематоэнцефалический барьер: размножаясь в спинномозговой жидкости, боррелии становятся причиной тяжелых нейроинфекций.

### Первая стадия — обратимая

Иксодовый клещевой боррелиоз — полисистемное заболевание, при котором возможны поражения кожи, опорно-двигательного аппарата, нервной и сердечно-сосудистой систем. Характер клинических проявлений заболевания зависит от его стадии. Условно выделяют три стадии боррелиозной инфекции, хотя четко различить их не всегда удается. Заболевание, как правило, развивается последовательно, переходя из одной стадии в другую.

Первая стадия длится от 3 до 30 дней. За этот отрезок времени на коже (в области укуса клеща) вследствие воспалительной реакции может появиться красное кольцо, которое так и называется: *кольцевая мигрирующая эритема*. Начинается она с небольшого пятна в месте присасывания клеща, которое постепенно мигрирует к периферии. В типичных случаях центр пятна светлеет, а периферические участки образуют яркий красный валик в виде кольца неправильной формы диаметром до 15 см.

Исследования кожных проб, взятых из разных участков эритемы, свидетельствуют о том, что в центре эритемного кольца боррелии практически отсутствуют, но, как правило, они всегда обнаруживаются на пери-



Наличие боррелий в клещах можно выявить безо всяких ухищрений — с помощью исследования под обычным световым микроскопом. Для этого на предметном стекле из каждого клеща готовится мазок, затем мазки фиксируются и окрашиваются

Лечение поздней стадии боррелиоза, развивающейся через полгода — год после заражения, требует длительного курса антибактериальной терапии. И борьба с хронической болезнью не всегда бывает успешной



Фото С. Ткачева (ИХБФМ, Новосибирск)

ферии. По сравнению с другими воспалительными изменениями эритема может сохраняться на коже в течение достаточно длительного промежутка времени.

Примерно у четверти больных кожные проявления заболевания сопровождаются такими симптомами, как: озноб, сонливость, мышечная слабость, боли в суставах и увеличение лимфатических узлов. Это сигнализирует о том, что боррелии распространяются по организму. Однако у большинства больных с эритемой ранние стадии болезни не сопровождаются симптомами интоксикации. К тому же, существует и так называемая *безэритемная форма*, которая, как правило, начинается остро и ослож-

нена высокой температурой, болью в суставах и головной болью.

Также нужно отметить, что отсутствие симптомов болезни в первое время после укуса клеща не исключает развития болезни в будущем. При проведении своевременного лечения на первой стадии заболевания возможно полное выздоровление.

Вторая стадия боррелиоза развивается в среднем через 1–3 месяца после инфицирования. К этому времени боррелии с током крови и лимфы попадают в различные органы и ткани, такие как: мышцы, суставы, миокард, спинной и головной мозг, а также селезенка, печень, сетчатка глаза, — и поражают их. Вот почему данную стадию

характеризует столь значительное разнообразие клинических проявлений заболевания: неврологических, сердечных, кожных и т. д.

Признаки поражения нервной системы проявляются в виде менингита, моно- и полиневритов, очень часто — неврита лицевого нерва и др. Многие из этих симптомов могут наблюдаться одновременно. Наиболее частым неврологическим проявлением можно назвать *менингополирадикулоневрит (синдром Баннаварта)*, характеризующийся парезом лицевого нерва. Кроме того, на этой стадии у некоторых больных могут появиться вторичные эритемы.

Наконец, третья стадия боррелиоза развивается через полгода — год

после проникновения инфекции в организм. Чаще всего встречаются поражения суставов (*хронический артрит*), кожи (*атрофический акродерматит*) и хронические поражения нервной системы (*хронический нейроборрелиоз*). Лечение поздней стадии боррелиоза требует длительного курса антибактериальной терапии, однако впоследствии у некоторых больных с артритами признаки хронической инфекции наблюдаются в течение месяцев и даже нескольких лет после курса лечения антибиотиками.

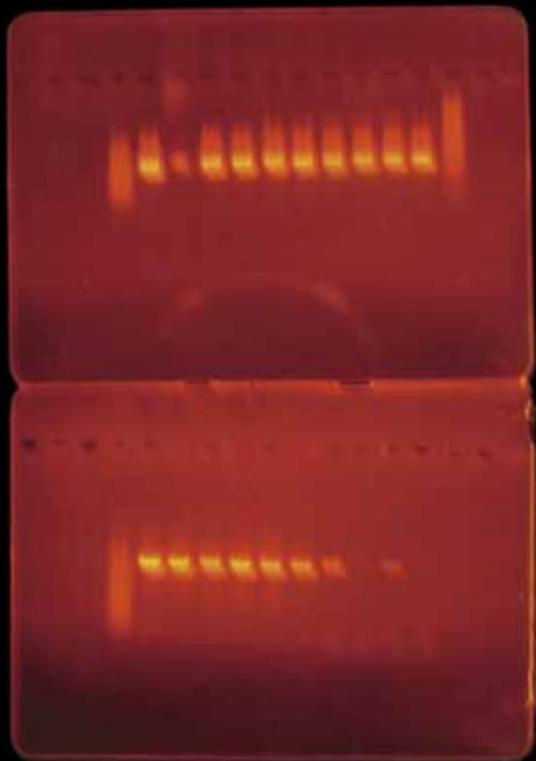
## Иммунный ответ

В развитие боррелиозной инфекции, как правило, вовлечено несколько патогенных механизмов. Некоторые синдромы, такие как менингит и радикулит, вероятно, отражают результат прямой инфекции органа, а вот артрит и полиневрит могут быть связаны с непрямыми эффектами, вызванными вторичным аутоиммунным ответом.

Иммунный ответ организма на боррелиозную инфекцию проявляется по-разному. Для контроля над распространением инфекции организм использует как *врожденный* (неспецифическая резистентность), так и адаптивный *специфический иммунный ответ*, т. е. выработку

специфических антител против инфекционного агента. В течение первых двух недель после начала болезни у большинства пациентов действительно обнаруживаются иммуноглобулины против определенных антигенов боррелий — инфекционных белков, запускающих в организме механизм иммунного ответа.

Еще в 90-х гг. прошлого века в США были проведены первые исследования, направленные на разработку антиборрелиозной вакцины. Но и на сегодняшний день эффективной вакцины, предохраняющей от этого опасного заболевания, не существует. Вероятно, трудности с получением безопасных вакцин имеют отношение



Для обнаружения боррелий в клещах можно использовать полимеразную цепную реакцию (ПЦР), которая позволяет обнаружить фрагменты ДНК, соответствующие определенному участку генома возбудителя. Фрагменты анализируются в агарозном геле путем визуального детектирования при ультрафиолетовом освещении. *Фото автора*

к особенностям иммунного ответа, наблюдаемого при боррелиозной инфекции. Он может инициировать выработку антител против некоторых собственных белков организма, т. е. вызвать опасные аутоиммунные реакции.

Причиной подобного иммунного ответа является молекулярная мимикрия, сходство (например, между липопротеином боррелий OspA и белком адгезии hLFA-1), который вырабатывается нашими Т-клетками в синовиальной оболочке, выстилающей внутренние поверхности суставов. Так, осложнения, возникающие после проведения вакцинации вакциной на основе липопротеина OspA, в большинстве случаев проявлялись в виде артритов и аутоиммунных ревматоидных

артритов. Работа по созданию приемлемой, безвредной и в то же время эффективной вакцины продолжается до сих пор.

### Как диагностировать ИКБ?

Диагностику ИКБ обычно проводят на основании так называемого эпидемиологического анамнеза (установления факта посещения леса, укуса клеща), а также клинических признаков заболевания, главным из которых является наличие мигрирующей эритемы.

Особую сложность для диагностики представляют заболевания, протекающие в безэритемных формах, одновременно с другими ин-

фекциями, переносимыми клещами, например клещевым энцефалитом или анаплазмозом. В клинической практике известны случаи, когда у больного одновременно были выявлены безэритемная форма боррелиоза и клещевого энцефалита, которые привели его к повторной госпитализации по причине осложнений.

Случаи безэритемных форм можно диагностировать только с помощью лабораторных тестов. Выделение боррелий из проб кожи, проб сыворотки крови, спинномозговой или синовиальной жидкостей на специальные среды методом культивирования требует наличия специальных условий, дорогостоящих реактивов, занимает много времени, а главное — малоэффективно.

Микроскопические исследования используются обычно при проведении анализа зараженности боррелиями клещей, но практически не применяются при диагностике ИКБ, поскольку в тканях и жидкостях организма инфицированного человека боррелии не накапливаются в таких количествах, чтобы их можно было обнаружить под микроскопом.

Для выявления боррелий может использоваться *полимеразная цепная реакция* (ПЦР), проведение которой позволяет обнаружить ДНК возбудителя. При проведении таких исследований нами было показано, что число боррелий, содержащихся в одном клеще, варьирует от одной до шести тысяч. Однако в настоящее время метод на основе ПЦР, как и все остальные методы диагностики боррелиоза, использовать в качестве самостоятельного теста для диагностики заболевания не рекомендуется, поскольку в данном случае чувствительность этого метода недостаточна, что может привести к так называемым «ложноотрицательным» результатам.

Тем не менее, при проведении совместных работ с Муниципальной инфекционной больницей № 1 г. Новосибирска было показано, что

**Первые исследования, направленные на разработку антиборрелиозной вакцины, были проведены еще в 90-х гг. прошлого века. Но и на сегодняшний день эффективной вакцины против этого опасного заболевания не существует**

на ранней стадии болезни, до начала лечения, в комплексной диагностике заболевания метод ПЦР вполне применим наряду с иммунологическими методами анализа.

Для своевременного выявления смешанной инфекции определение ДНК необходимо проводить в первые четыре недели после присасывания клещей. Однако отрицательный результат, который при этом может быть получен, не исключает наличия заболевания и через 3–6 недель требует проведения серологических тестов (на специфические антитела).

Выявление антител к белкам боррелий сегодня и является основным способом лабораторной диагностики. В США и в странах Европы для повышения надежности серодиагностики боррелиоза было рекомендовано использовать двухступенчатую схему тестирования сывороток крови, однако в России двухступенчатый подход не применяется из-за отсутствия отечественных тест-систем. Кроме того, иммуноглобулины из сыворотки крови больных ИКБ могут по-разному реагировать с основными белками разных видов боррелий, поэтому критерии тестирования, разработанные для одной страны, могут быть непригодны для другой.

В России сейчас широко применяют серологические методы детекции: *иммуноферментный анализ* (ИФА) и *реакцию непрямой иммунофлюоресценции* (РНИФ),



Главными клиническими показателями боррелиоза являются красные кольца воспалительной реакции — эритемы: сначала — первичная, затем — множественные (см. фото), которые могут располагаться на разных участках тела. *Фото автора*

диагностическая значимость которых сопоставима. Однако применение второго метода может быть ограничено тем, что существует вероятность перекрестных реакций с близкородственными боррелиями микроорганизмами, в частности с *Treponema palladium*, возбудителем сифилиса. В целом же эффективность выявления у больных антител даже с помощью применения комбинации современных серологических тестов зависит от стадии заболевания.

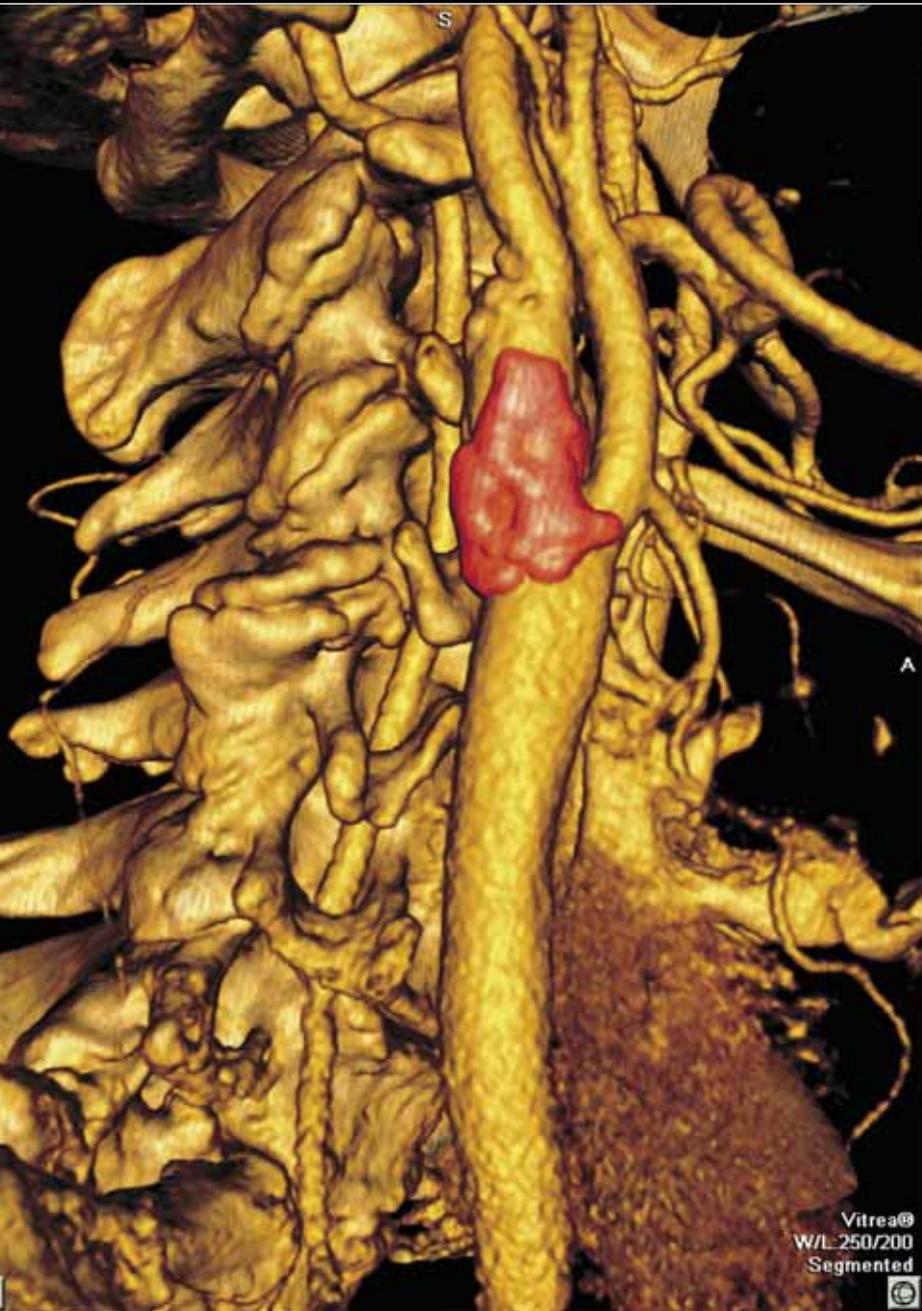
**Т**ак что же такое боррелиоз — обычная инфекция или болезнь на всю жизнь? В действительности этот недуг не так безобиден, как представляется на первый взгляд. Иногда инфи-

цирование организма боррелиями вызывает тяжелые отдаленные последствия, заболевания, которые только при ближайшем рассмотрении удастся связать с боррелиозом, ранее перенесенным пациентами.

Благоприятный исход этого серьезного бактериального заболевания, переносимого клещами, во многом зависит от проведения своевременной, адекватной диагностики и соответствующей терапии. И лечение ИКБ должно заключаться не в бездумном приеме антибиотиков, как это иногда случается. Это — дело профессионалов, которые способны выявить не только клиническую симптоматику, но также индивидуальные особенности течения болезни и наличие сопутствующих заболеваний.

Г. И. ЛИФШИЦ

# ТИХИЙ УБИЙЦА



# АТЕРОСКЛЕРОЗ

О Т Т Е О Р И И — К П Р А К Т И К Е



ЛИФШИЦ Галина Израилевна — доктор медицинских наук, заведующая лабораторией персонализированной медицины Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск), профессор кафедры внутренних болезней медицинского факультета Новосибирского государственного университета. Область научных интересов: профилактика и лечение сердечно-сосудистых заболеваний, генетические исследования в кардиологии, создание и испытание новых лекарственных препаратов



*Сердечно-сосудистые заболевания справедливо называют эпидемией XX века: за последние десятилетия именно они стали главной причиной повышения уровня смертности в индустриально развитых странах, в том числе и в России, где от них ежегодно умирало около 1 млн 200 тыс. человек. К сожалению, в начале нового века ситуация практически не изменилась: и в наши дни сердечно-сосудистая «эпидемия» продолжает собирать обильный урожай*

Сегодня в России смертность от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в 2–4 раза выше, чем в западноевропейских странах, США, Канаде, Австралии, и пока, увы, наблюдается тенденция к ее дальнейшему росту. Во многих же экономически развитых странах в последние 30 лет, напротив, отмечается снижение

смертности от ССЗ. Этот феномен, в первую очередь, связан с изменением образа жизни человека: отказом от курения, переходом к здоровому питанию и более высокой физической активности.

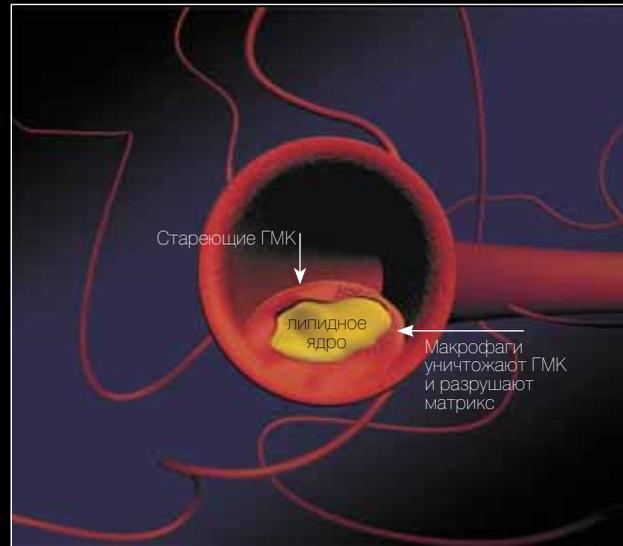
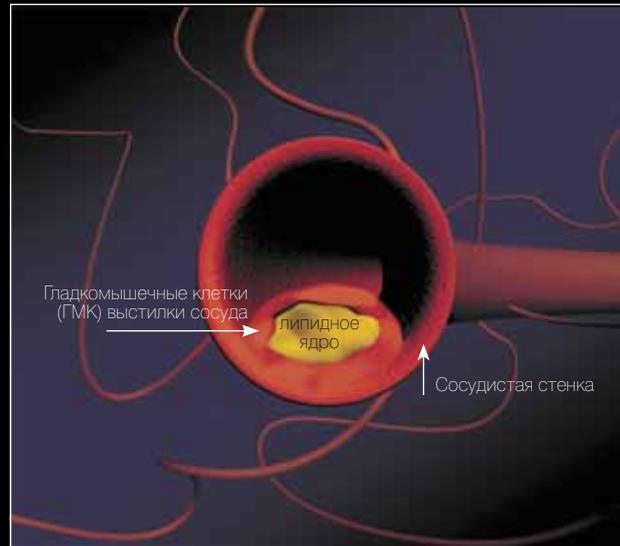
К группе ССЗ обычно относят ишемическую болезнь сердца, инсульт и поражение периферических артерий, поскольку у них общие факторы риска, хотя значимость последних может и различаться. Стоит отметить, что ведущая роль в развитии перечисленных заболеваний отводится *атеросклерозу* — хроническому заболеванию, при котором возникают изменения стенок кровеносных сосудов и нарушение их функций, в результате чего к тканям и органам поступает недостаточное количество кислорода (*ишемия*). В чем же причина этого грозного заболевания и можно ли бороться с беспощадным «тихим убийцей»?

По данным Всемирной организации здравоохранения (2001), сердечно-сосудистые заболевания составляют одну из основных причин смертности в мире (в России — более 55%). При этом около 85–90% смертных случаев приходится на долю инсульта и ишемической болезни сердца

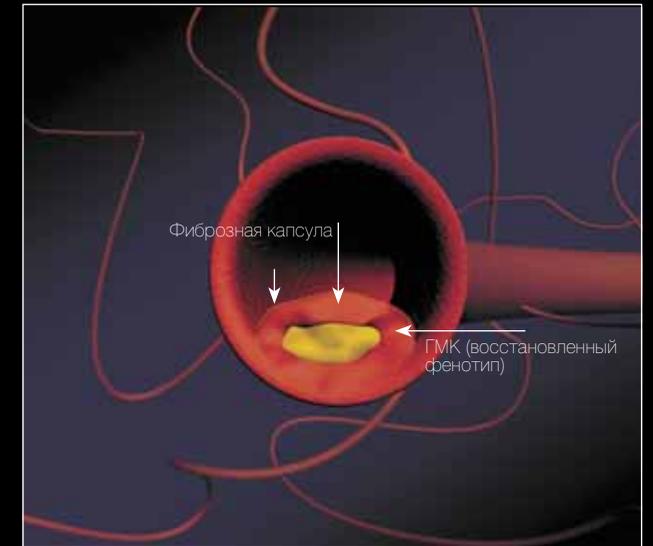
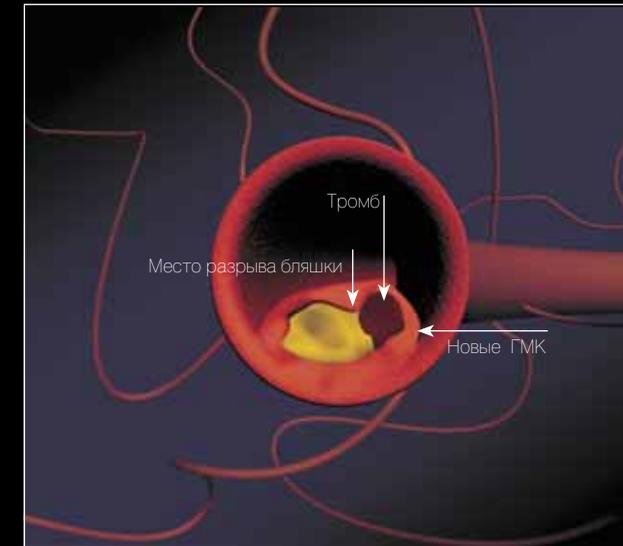
**Термин «атеросклероз» был предложен немецким патологом Ф. Маршаном в 1904 г. для определения заболевания, при котором склероз артерий обусловлен нарушением обмена липидов (жиров) и белков. Слово АТЕРОСКЛЕРОЗ составлено из греческих корней «атер» (кашица) и «склерозис» (затвердение). Эти столь полярные по смыслу слова очень точно отражают характерные для этой болезни патологические процессы: накопление мягких отложений, разрастание соединительной ткани и кальциноз, в результате чего артерии становятся уплотненными и жесткими**

Атеросклеротическая кальцинированная бляшка в сонной артерии. Томографическое изображение из архива отделения лучевой диагностики НИИТО, Новосибирск (заведующий А. В. Стрыгин)

М О Р Ф О Л О Г И Я



А Т Е Р О С К Л Е Р О З А



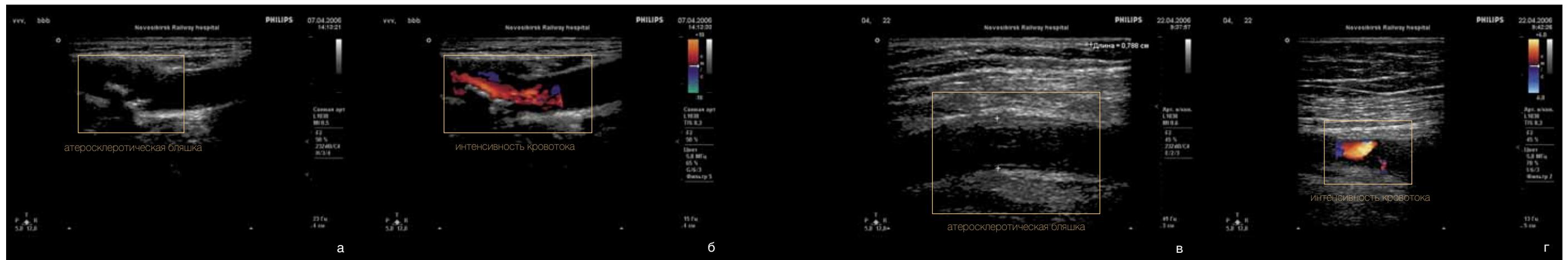
а — На ранних этапах формирования склеротические бляшки содержат большое количество липидов и имеют тонкую соединительнотканную капсулу. Их называют ранимыми, или желтыми бляшками

б — Тонкая соединительнотканная оболочка желтых бляшек может быть повреждена как в связи с воздействием гемодинамических факторов (перепады давления в сосуде, сужение и растяжение стенки), так и в результате того, что содержащиеся вблизи оболочки клетки иммунной системы вырабатывают белки, которые способны разрушить защитный клеточный матрикс

в — Эрозия, или разрыв, соединительнотканной капсулы желтой бляшки происходит у ее края. Нарушение целостности фиброзной капсулы приводит к контакту содержащихся в бляшке жиров с тромбоцитами и, соответственно, к немедленному формированию тромба

г — На поздних стадиях развития фиброзные бляшки имеют прочную соединительнотканную капсулу и содержат относительно мало липидов и много фиброзной ткани. Возможность разрыва такой плотной фиброзной капсулы не исключена, однако значительно менее вероятна, чем у желтой бляшки

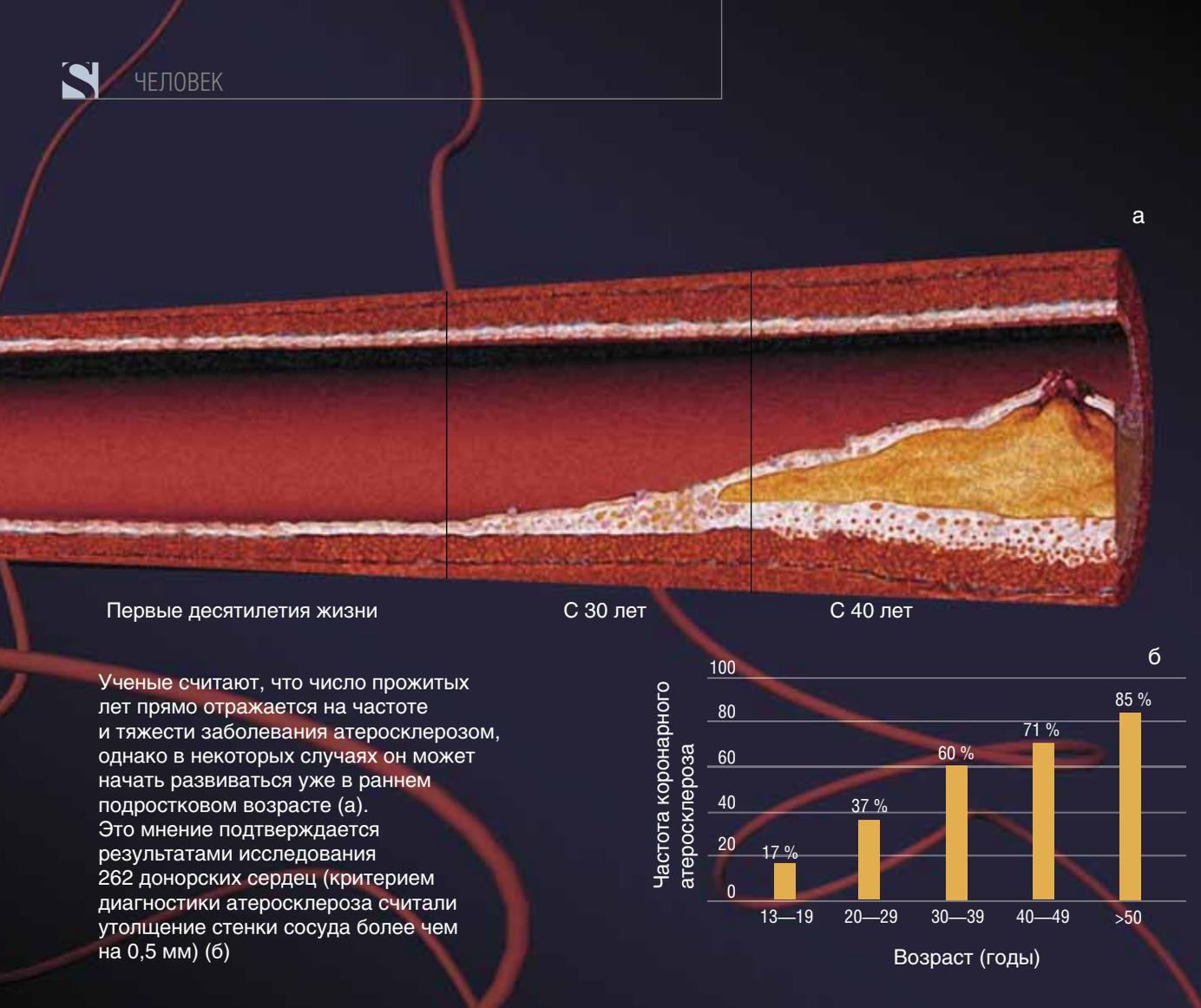
**Атеросклеротические бляшки — морфологические «носители» атеросклероза — проходят в своем развитии ряд последовательных стадий (а — г)**



Атеросклеротическая бляшка в сонной артерии (а, б) и в артерии нижней конечности (в, г). Узи-изображение из архива Диагностического центра дорожной клинической больницы, Новосибирск (врач лучевой диагностики к.м.н. С.В. Ненарочнов)

При разрыве атеросклеротической бляшки биологически активные субстанции, выделяемые тромбоцитами, могут привести к спазму коронарной артерии — и тогда развивается нестабильная стенокардия (мелкоочаговый инфаркт миокарда при пристеночном тром-

бозе коронарной артерии) или крупноочаговый инфаркт миокарда. Иногда вследствие омертвления глубоких слоев стенки сосуда формируется аневризма (выпячивание), что может приводить к разрыву стенки. Все эти процессы могут вызвать внезапную смерть



Ученые считают, что число прожитых лет прямо отражается на частоте и тяжести заболевания атеросклерозом, однако в некоторых случаях он может начать развиваться уже в раннем подростковом возрасте (а). Это мнение подтверждается результатами исследования 262 донорских сердец (критерием диагностики атеросклероза считали утолщение стенки сосуда более чем на 0,5 мм) (б)

### Желтые, белые и ранимые

Морфологическим «носителем» атеросклероза являются так называемые *атеросклеротические бляшки*: плотные образования круглой или овальной формы, белого или желтовато-белого цвета, которые, возвышаясь над поверхностью внутренней оболочки сосудов, суживают их просвет. Наиболее часто фиброзные бляшки обнаруживаются в брюшной аорте и в отходящих от нее ветвях, а также в артериях сердца, мозга, почек, нижних конечностей, сонных артериях и др.

На ранних этапах бляшка представляет собой тонкую соединительнотканную капсулу, в которой содержится много липидов. Это так называемые *желтые*, или *ранимые*, бляшки. Последнее название очень точно, поскольку тонкая оболочка этих бляшек может быть повреждена в результате действия как гемодинамических факторов (перепадов давления в сосуде), так и особых белков, вырабатываемых клетками иммунной системы, которые находятся вблизи оболочки капсулы.

При разрыве капсулы освобожденные жировые субстанции вступают в контакт с тромбоцитами, клетками крови, что приводит к немедленному формированию тромба. Кроме того, биологически активные субстанции, выделяемые тромбоцитами, могут вызвать спазм коронарной артерии. Вследствие чего развивается острый коронарный синдром — нестабильная стенокардия или инфаркт миокарда, в некоторых случаях вызывающий внезапную смерть.

В результате некроза (омертвения) глубоких слоев стенки сосуда может формироваться *аневризма*, т.е. выпячивание стенки. Нередко кровь отслаивает внутреннюю выстилку сосуда от среднего слоя, и тогда возникают так называемые *расслаивающиеся аневризмы*. Подобные осложнения чреваты риском разрыва или самой аневризмы, или стенки сосуда.

На поздних стадиях развития фиброзные бляшки представляют собой плотные образования с прочной соединительнотканной капсулой и относительно низким содержанием липидов — так называемые *белые*

*бляшки*. Вызывая выраженное (на 75 % и более) сужение коронарной артерии, они, таким образом, являются морфологическим субстратом стабильной *стенокардии напряжения*. Разрыв плотной фиброзной капсулы белой бляшки также не исключен, однако в случае с желтой бляшкой такая возможность более очевидна.

Завершающей стадией атеросклероза является *атерокальциноз*, когда происходит обызвествление — отложение солей кальция в фиброзные бляшки.

Таким образом, осложнения атеросклероза могут быть как острыми, так и хроническими. Выпячиваясь в просвет кровеносного сосуда, атеросклеротическая бляшка способствует сужению (*стенозу*) просвета (*стенозирующий атеросклероз*). Поскольку формирование бляшки процесс достаточно медленный, в зоне кровоснабжения этого сосуда возникает хроническая ишемия. Хроническая сосудистая недостаточность сопровождается кислородным голоданием, дистрофическими и атрофическими изменениями в органе, а также разрастанием соединительной ткани.

Острые осложнения атеросклероза обусловлены спазмом сосудов, возникновением тромбов и других закупоривающих тел — эмболов. Закупорка сосудов, сопровождающаяся острой сосудистой недостаточностью (*острая ишемия*), ведет к развитию инфарктов органов, таких как инфаркт миокарда, гангрена конечности и др. Иногда может наблюдаться разрыв аневризмы сосуда со смертельным исходом.

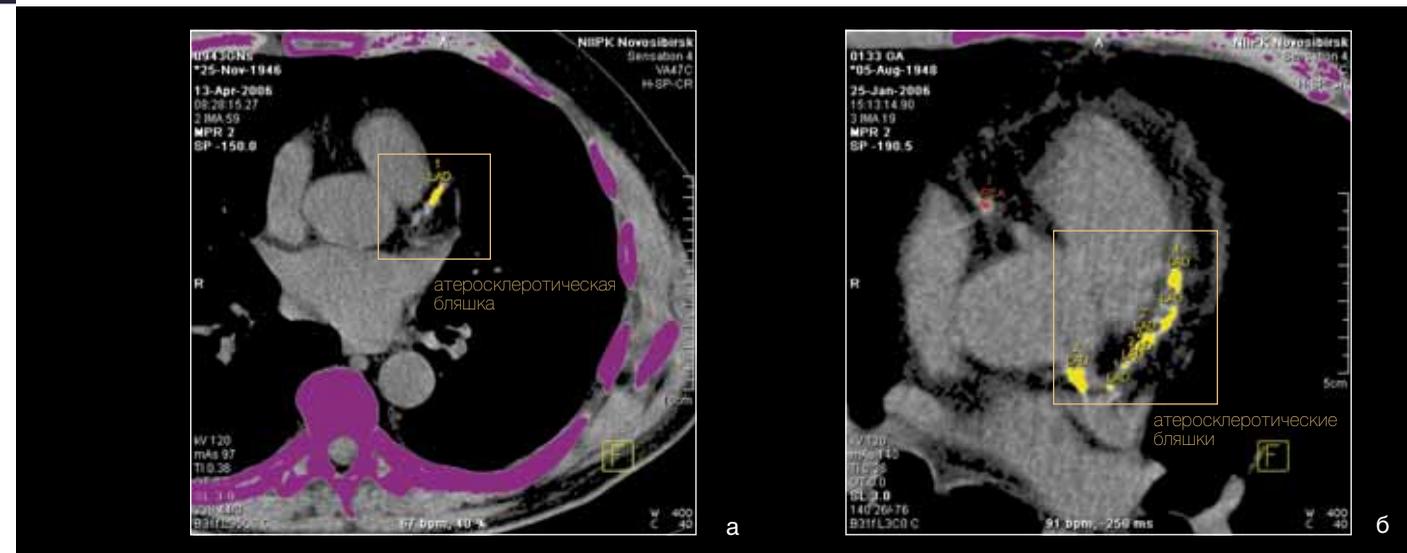
### Виноват холестерин?

В настоящее время популярна теория, в соответствии с которой атеросклероз рассматривается как реакция на повреждение сосудистой стенки, причем в качестве наиболее важного повреждающего фактора выступает холестерин — жирорастворимое вещество, относящееся к классу стероидов, которое присутствует во всех тканях животного организма.

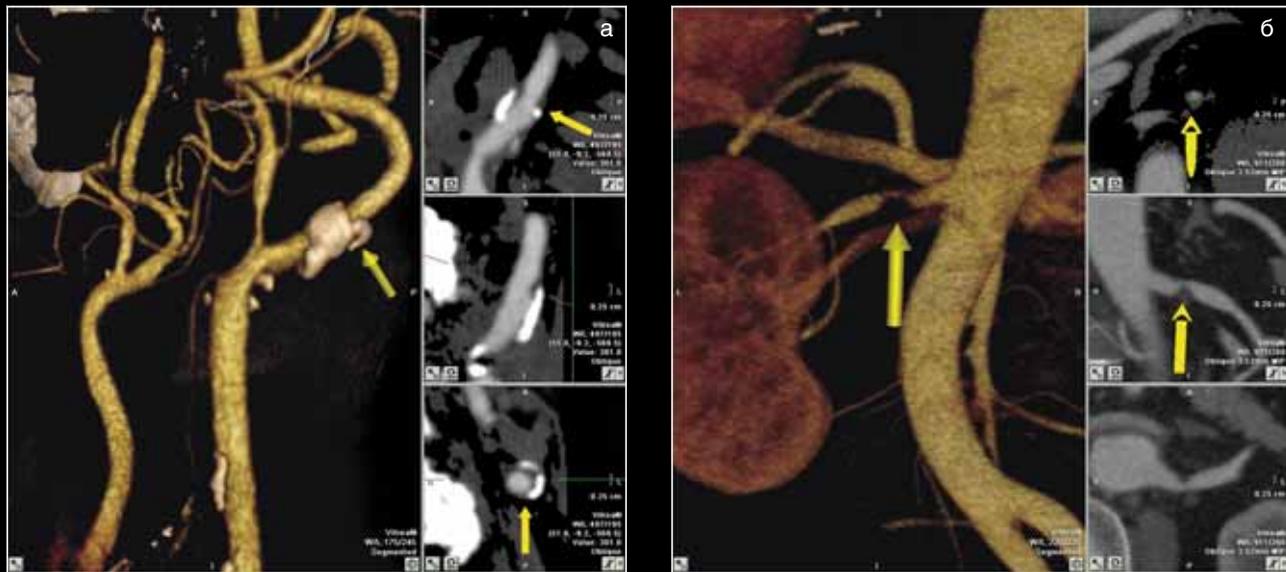
Еще в конце прошлого столетия было обнаружено, что в зонах атеросклеротического поражения стенки сосуда концентрация холестерина возрастает вдвое по сравнению с нормой. Экспериментально удалось показать, что добавление этого вещества в кормовой рацион кроликов приводит к образованию повреждений аорты, напоминающих атеросклеротические повреждения сосудов человека.

Так была сформулирована инфильтрационная теория происхождения атеросклероза. Суть ее сводится к тому, что основным моментом в этом заболевании является первичная холестериновая инфильтрация внутренней оболочки артерий — липоидоз — с последующим развитием соединительной ткани (склероза).

Холестерин в крови циркулирует в виде белково-липидных комплексов, куда входят триглицериды, фосфолипиды и белки. Два основных холестерин-переносящих класса — так называемые *липопротеиды низкой плотности* (ЛПНП) и *липопротеиды высокой плотности* (ЛПВП) — выполняют различные функции. Первые взаимодействуют со специфическими рецепторами кле-



Одиночная (а) и множественные (б) атеросклеротические бляшки в коронарных сосудах сердца. Томографическое изображение из архива отделения рентгеновской и компьютерной томографии ННИИГП им. ак. Е.Н. Мешалкина, Новосибирск (зав. отделением к.м.н. В.П. Курбатов, врач-рентгенолог А.В. Гришков)



Атеросклеротическая кальцинированная бляшка в сонной артерии (а, вид снаружи) и стеноз (сужение) почечной артерии в результате закупорки сосуда бляшкой (б, вид изнутри).

Томографическое изображение из архива отделения лучевой диагностики НИИТО (заведующий А. В. Стрыгин)

точных мембран, в результате чего происходит транспортировка холестерина в клетки периферических тканей. Вторые, напротив, при контакте с клеточными мембранами способны «забирать» у них избыточный холестерин и транспортировать его обратно в печень, где холестерин разрушается с образованием желчных кислот.

У больных атеросклерозом концентрация и время пребывания липопротеидов низкой плотности в плазме крови нарастают, при этом некоторые из этих липопротеидов подвергаются перекисному окислению, становясь особенно опасными. Последние обладают прямым повреждающим действием, вызывая разрушение эндотелия стенки сосудов, и взаимодействуют с факторами свертываемости крови, способствуя тромбообразованию.

Этим данным соответствуют результаты многочисленных эпидемиологических исследований, согласно которым уровень холестерина, содержащегося в липопротеидах высокой плотности, находится в обратной зависимости от наличия ишемической болезни сердца, что может быть использовано для выявления риска ее развития.

Благодаря тому значению, которое в наше время придается ранним (желтым) бляшкам в развитии острого коронарного синдрома, предупреждение их образования может быть рассмотрено в качестве основной цели лечения при первичной, и особенно при вторичной профилактике ишемической болезни сердца.

Терапия статинами — препаратами, снижающими уровень холестерина в крови, способна стабилизировать атеросклеротическую бляшку, то есть укрепить ее капсулу и уменьшить вероятность разрыва.

Опыт применения подобных препаратов показывает, что во многих случаях благоприятный эффект от лечения пациентов наблюдается уже в первые недели, когда еще не может быть и речи об обратном развитии атеросклеротических поражений. Это в первую очередь связано с тем, что снижение уровня холестерина в крови ведет к улучшению функции сосудов, нормализации свертывающей системы крови и восстановлению образования оксида азота (NO), подавленного при гиперхолестеринемии. Снижение уровня холестерина в крови позволяет восстановить способность артерий к расширению под воздействием биологически активных веществ.

### Две гипотезы

Предположение о том, что в развитии атеросклероза принимают участие воспаление и инфекция, было высказано еще в 1990-х гг., а в последние годы число фактических данных в подтверждение этой гипотезы неуклонно растет. Доказано, что локальное воспаление в клетках средних и больших артерий представляет собой специфическую иммунную реакцию (активацию Т-лимфоцитов), сопровождаемую неспецифическим уве-

личением в артериальной стенке моноцитов — одного из видов лейкоцитов, клеток крови, способных к фагоцитозу, которые выделяются при воспалительных реакциях.

С помощью электронной микроскопии между сосудистыми клетками (в местах будущих склеротических бляшек) удалось обнаружить мигрирующие в просвет сосуда и выходящие из него макрофаги — относительно крупные кровяные клетки, способные к активному захвату и перевариванию чужеродных или токсичных объектов. Накопление макрофагов — один из ранних морфологических признаков болезни. Молекулярные механизмы прилипания макрофагов к внутренней поверхности сосудов подобны тем, что наблюдаются при остром воспалении. Возможно, это и есть один из ранних молекулярных механизмов формирования бляшки.

К большому числу развивающихся атеросклеротических бляшек принадлежат образования, состоящие из макрофагов, лимфоцитов и гладкомышечных клеток, окруженных обычно фиброзной тканью. Вокруг бляшки скапливаются тромбоциты, что сопровождается повреждением сосудистых клеток. Все подобные взаимоотношения между клетками крови и сосудистым эндотелием в настоящее время интенсивно изучаются.

Клетки печени, как при воспалении, так и при атеросклерозе, усиливают синтез и секрецию в кровь особых воспалительных белков (С-реактивного белка, липопротеина, фибриногена). Клинически же синдром воспаления и склеротический процесс могут продолжаться длительное время, при этом периоды обострения чередуются с периодами ремиссии, т. е. состоят из одних и тех же функциональных реакций. Вот почему считается, что увеличенный уровень фибриногена, С-реактивного белка и скорости оседания эритроцитов являются показателями риска сердечно-сосудистых заболеваний.

Подтверждением инфекционной теории атеросклероза может служить также факт обнаружения некоторых микроорганизмов, таких как *Helicobacter pylori*,

*Chlamydia pneumoniae* и др., в атеросклеротической бляшке и в крови. Развивая гипотезу об инфекционной этиологии атеросклероза, итальянские ученые предположили, что между ишемической болезнью сердца и вирусом гепатита С может существовать связь.

Сегодня признано, что ведущее место в развитии эндотелиальной дисфункции и, возможно, атеросклероза, занимает нарушение синтеза оксида азота (NO). Считается, что именно благодаря действию NO происходит расслабление сосудов в ответ на внешний стимул. (По крайней мере, использование в терапии атеросклероза L-аргинина — субстрата, из которого образуется оксид азота — приводило к улучшению сосудистой функции.) Снижение уровня NO в области атеросклеротических бляшек способствует стойкому спазму сосудов в зоне атеросклеротического поражения.

Интересно, что нарушение расслабления сосудов регистрируется не только у пациентов, уже страдающих атеросклерозом, но даже у тех, кто к нему предрасположен, а также у курильщиков.

### Атеросклероз в наследство

Значение наследственных факторов в возникновении атеросклероза анализировали многие исследователи. Есть немало свидетельств того, что члены семей, принадлежащих к одной фамилии, имеют сходные негативные сдвиги жирового обмена, благодаря чему вероятность заболеть атеросклерозом у них выше, чем у тех, кто не связан между собой кровными узами. К тому же, у близких родственников обнаруживается сходство в расположении атеросклеротических поражений в коронарных или мозговых сосудах. Установлено также, что при углубленном исследовании у молодых, клинически здоровых лиц, но имеющих отягощенную наследственность, выявляются выраженная тенденция к росту уровня холестерина и некоторые другие изменения обмена, которые свидетельствуют о наличии атеросклеротических процессов.

Европейские рекомендации ВОЗ (пересмотр 2003)

	ммоль/л	мг/дл
Холестерин (ХС)	<5	<200
ХС ЛПНП	<3	<115
ХС ЛПВП	<1,0 (муж); 1,2 (жен)	<40 (муж); 46 (жен)
Тиреоидные гормоны (ТТ)	<1,77	<155

Согласно результатам многочисленных эпидемиологических исследований больных атеросклерозом, одним из наиболее информативных показателей для прогноза развития ишемической болезни сердца служит уровень холестерина, содержащегося в липопротеидах высокой плотности (ХС ЛПВП), наряду с уровнями общего холестерина, холестерина в липопротеидах низкой плотности и гормонов щитовидной железы

И все же: каков механизм реализации подобных семейно-наследственных предпосылок к развитию атеросклероза? Очевидно, что наследуется тип реагирования организма на действие факторов внешней среды. А причиной, надо полагать, являются необычайно быстрые изменения условий жизни современного человека, чрезмерные нагрузки на адаптивные, в частности нервные, эндокринные и сердечно-сосудистые, системы организма, которые и приводят к нарушениям в их работе, вызывая развитие атеросклероза.

Сегодня установлена связь между частотой некоторых мутаций генов, контролирующих выработку противосклеротических воспалительных липопротеинов, а также оксида азота, и вероятностью развития у пациента атеросклероза разной локализации. В частности, у людей с рядом генных мутаций фермента эндотелиальной NO-синтазы чаще встречаются стенокардия, инфаркт миокарда и артериальная гипертензия, чем у здоровых людей.

У пациентов с мутациями генов системы гемостаза крови чаще встречаются тромбозы на фоне острых осложнений атеросклероза, что делает определение и изучение генных полиморфизмов у пациентов, болеющих атеросклерозом, чрезвычайно перспективным. В частности, в Отделе новых медицинских технологий Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск), где проводится изучение фундаментальных аспектов атеросклероза, накоплены данные по часто встречающимся мутациям в системе генов, контролирующим тромбообразование. Обнаружено также, что повышенный риск сердечно-сосудистых заболеваний имеют люди, несущие один из аллелей (E4) гена APOE, кодирующего белковый компонент некоторых липопротеинов плазмы. У носителей этой изоформы гена наблюдаются повышенные уровни как общего, так и входящего в ЛПНП холестерина, что хорошо соответствует имеющимся в медицинской литературе данным.

С помощью многопрофильного, в том числе и генетического, обследования (выявление мутаций в системе аполипопротеидов, в системе регуляции выработки оксида азота) сегодня можно разрабатывать индивидуальные схемы лечения для пациентов с различными проявлениями атеросклероза, для того чтобы своевременно и дифференцированно корректировать это патологическое состояние уже на самых ранних стадиях развития процесса.

### Те, кто рискует

Несмотря на то что термин «атеросклероз» был предложен более ста лет назад, а самому заболеванию было посвящено немало исследований, вопрос о причинах, его вызывающих, и факторах риска до сих пор нельзя считать окончательно решенным.

В настоящее время насчитывают более 30 факторов, действие которых увеличивает риск возникновения и развития атеросклероза и его осложнений. Все перечисленные факторы могут быть условно разделены на две группы: те, которые человек не в состоянии изменить (например, возраст); и модифицируемые факторы, такие как курение.

Число прожитых лет прямо отражается на частоте и тяжести заболевания атеросклерозом. И неудивительно: ведь с возрастом происходит изменение основных обменных процессов (липидного, углеводного, витаминного), иммунологической активности, работы печени и т.д., что может способствовать развитию болезни. Однако существует много данных, свидетельствующих о том, что эта болезнь может начать развиваться уже в раннем подростковом возрасте! При масштабном исследовании донорских сердец людей в возрасте 13—19 лет признаки атеросклероза были выявлены примерно у каждого шестого, а к 40 годам более чем у 70 % пациентов имелось, по крайней мере, одно атеросклеротическое поражение.

Однако очевидно, что возраст сам по себе нельзя рассматривать в качестве причины атеросклероза. Ведь, как известно, немалое число пожилых людей при тех же жизненных условиях, что и у страдающих этим недугом, не имеют каких-либо признаков заболевания. Есть также патологоанатомические данные, свидетельствующие об отсутствии атеросклеротических поражений сосудов у людей глубокого старческого возраста. Все эти исключения отрицают фатальность возрастного фактора в развитии атеросклероза.

На вероятность заболевания атеросклерозом влияет и пол человека: в возрасте до 50—60 лет уровень заболеваемости атеросклерозом у мужчин намного выше, чем у женщин. Этот факт способствовал тому, что внимание исследователей было обращено на роль половых гормонов в патогенезе атеросклеротического процесса. Удалось получить немало данных, свидетельствующих о том, что женские половые гормоны — эстрогены — задерживают развитие атеросклероза (это связано с увеличением содержания липопротеидов высокой плотности в плазме крови, которые, как говорилось выше, оказывают антисклеротическое действие). В менопаузе уровень эстрогенов у женщин снижается, что сопровождается ростом уровня холестерина, коэффициента холестерина/фосфолипиды и холестерина липопротеидов низкой плотности в сыворотке крови, а следовательно, увеличивается и риск развития атеросклероза.

Одним из самых значимых факторов риска развития атеросклероза считается ожирение. Однако здесь будет уместно привести наблюдение американских исследователей, сделанное на основании массового изучения страдающих инфарктом миокарда в США: половина больных имела избыточную массу тела, у четверти был зафиксирован пониженный вес, а ожирение — лишь



у каждого четвертого. Следовательно, значение имеет не столько само ожирение, сколько нередко наблюдающееся при этом повышение уровня липидов в крови и артериального давления, а также другие неблагоприятные факторы, такие как отягощенная наследственность, переедание, малоподвижный образ жизни.

А вот артериальная гипертензия однозначно влияет на развитие и прогрессирование атеросклероза, поскольку данная болезнь сопровождается многими неблагоприятными изменениями, в том числе повышением проницаемости сосудистой стенки, утолщением внутренней оболочки артерий, повышением жесткости артериальной стенки и склонностью к спастическим сокращениям, а также тенденцией к развитию тромбозов.

Весьма существенным фактором риска атеросклероза является и сахарный диабет, поскольку обмена углеводов и липидов в определенной степени взаимосвязаны. Замечено, что и в случае атеросклероза, и в случае сахарного диабета наблюдается снижение чувствительности к инсулину периферических тканей, главным образом жировой.

И все-таки наиважнейшим фактором риска возникновения атеросклероза многие ученые считают психоэмоциональное напряжение, что было показано в экспериментах, проведенных на животных и на человеке. Сегодня можно говорить о так называемой *незавершенной эмоциональной реакции*, то есть о состоянии, когда психоэмоциональные конфликты не имеют финала (т.е. конкретного физического действия), что

способствует накоплению выделяющихся при стрессе веществ (липопротеидов, катехоламинов и др.), которые запускают атеросклеротический процесс.

Вот поэтому люди, занимающиеся спортом или имеющие профессию, связанную с физической нагрузкой, значительно реже заболевают атеросклерозом или болезнями, связанными с его осложнениями (стенокардией, инфарктом миокарда, инсультом), даже при высоких эмоциональных нагрузках. В крови людей, ведущих активный образ жизни, повышается уровень липопротеидов высокой плотности, что является защитой от развития атеросклероза.

Таким образом, прогрессирующее распространение атеросклероза во всем мире является следствием искажения естественных потребностей человека как биологического существа, платой за неразумное пользование плодами цивилизации. Высокий темп деятельности, неправильный образ жизни, невротизация и перегрузки психики современного человека — вот факторы, способствующие эпидемиологическому росту атеросклероза и в новом веке.

Да, мы не можем, к сожалению, повернуть время вспять и вернуть молодость, также как и поменять свою наследственность. Но любой из нас в состоянии помочь себе сам, изменив свою жизнь, образ мышления; а благодаря поддержке специалиста-кардиолога — расстаться с теми медицинскими проблемами, которые уже сегодня поддаются коррекции.



К. БУНАМА  
В. ФОН БЛОХ  
З. ФРАНК

# КОНЕЦ КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ ЗЕМЛЯ

*Сегодня нас беспокоит вызванное деятельностью человека глобальное потепление, которое в грядущие десятилетия или столетия может значительно изменить земной климат. И хотя все возможные катастрофические сценарии этого процесса внушают ужас, самый худший из них меркнет в сравнении с тем, что ждет Землю всего через несколько миллиардов лет...*

По мнению ученых, через 6,5 млрд лет в ходе эволюции Солнце из звезды главной последовательности превратится в «красного гиганта» со светимостью, вдвое превышающей нынешнюю. Оно разрастется до огромных размеров и поглотит Меркурий, Венеру и, вероятно, Землю. Любые формы жизни исчезнут с нашей планеты задолго до этого времени.

Все это произойдет через невообразимо большое число лет, поэтому нам, в сущности, не стоит беспокоиться. Однако человек, по своей природе, хочет знать, что же случится даже в столь отдаленном будущем. Существует какая-то неизъяснимая притягательность в самой возможности представить себе судьбу (или конец) мира в грядущем. И в этом смысле ученые — «счастливые» люди, поскольку, рисуя картину будущего нашей планеты, они могут полагаться не только на одно воображение.

**Согласно прогнозу ученых, через несколько миллиардов лет Солнце превратится в красного гиганта и будет светить в два раза ярче, чем сейчас. Сама Жизнь исчезнет с нашей планеты задолго до этого времени**



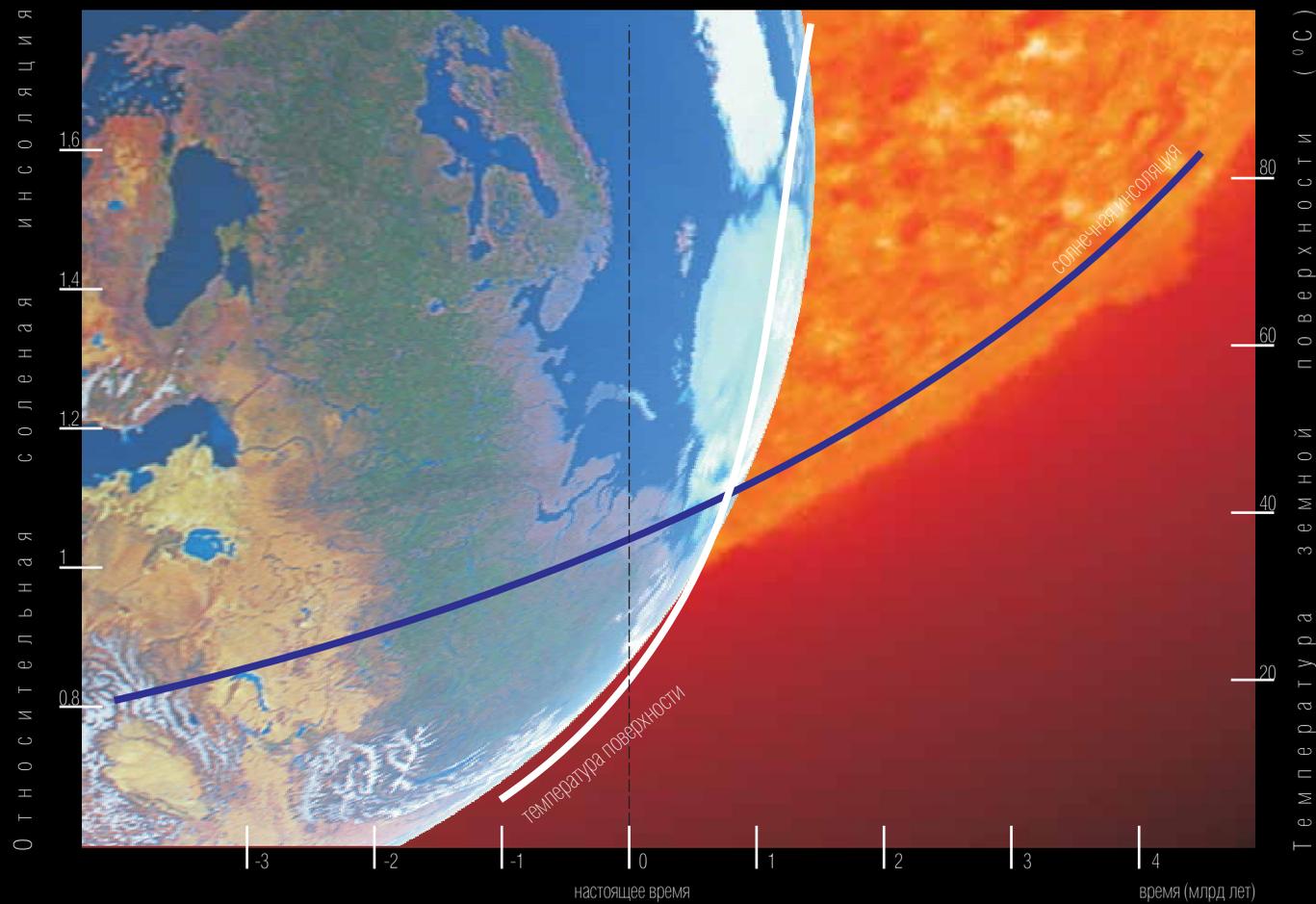
Кристина БУНАМА — геофизик, аспирантка Потсдамского института исследований климатического воздействия (Германия). Автор более 40 научных публикаций



Вернер фон БЛОХ — научный сотрудник Потсдамского института исследований климатического воздействия. Автор более 70 научных публикаций



Зигфрид ФРАНК — профессор, руководитель проекта Потсдамского института исследований климатического воздействия. Автор более 100 научных публикаций



Становясь старше, наше Солнце начинает светить ярче, нагревая Землю все сильнее и сильнее. График для средней температуры поверхности планеты составлен на основании предположения о том, что в будущем состав земной атмосферы не изменится

Основной тезис, который мы выдвигаем, состоит в том, что геологическое прошлое планеты в определенной степени может стать моделью для ее будущего (Ward & Brownlee, 2002). Конечно, с помощью этого положения можно объяснить лишь некоторые детали возможного сценария «конца света»: например, жизнь на Земле вполне может закончиться, как и началась, — одноклеточными организмами, — или в конце своего существования наша планета превратится в раскаленное безводное небесное тело и т. д.

Ясно одно: если мы хотим предсказать будущее планеты, на которой живем, и оценить время, отпущенное на существование биосферы, нам нужно научиться с высокой точностью моделировать прошлое Земли с самого момента ее рождения (4,6 млрд лет назад). Наша группа из Потсдамского института исследований климатиче-

ского воздействия разработала компьютерную модель, с помощью которой можно осуществить эту задачу.

### Планетарный термостат

Климат нашей планеты определяется балансом между солнечным освещением (его величина зависит от светимости Солнца и отражательной способности земной поверхности) и излучением Земли, т. е. величиной длинноволновой тепловой радиации с ее поверхности. Большая часть этого излучения поглощается природными парниковыми газами, особенно водяным паром и двуокисью углерода, и частично отражается обратно на Землю. Поверхность Земли при этом дополнительно нагревается на 33 °C — это явление известно как природный *парниковый эффект*. Без такого дополнительного нагрева средняя температура на планете была бы

не плюс 15 °C, как сейчас, а минус 18 °C, что делало бы существование жизни на планете невозможным.

Интенсивность природного парникового эффекта зависит от состава атмосферы, который со времени возникновения Земли значительно изменился. Согласно геологическим данным, жидкая вода существовала на планете уже 4,3 млрд лет назад. Но если бы состав атмосферы в те времена был подобен современному, температура на земной поверхности была бы ниже точки замерзания воды еще 2 млрд лет назад, потому что Солнце тогда светило менее ярко. Однако на ранних этапах существования Земли в атмосфере содержалось сравнительно большое количество парниковых газов, таких как двуокись углерода и метан, благодаря чему в то время было теплее, чем сейчас.

Таким образом, можно утверждать, что благоприятные для жизни температуры на нашей планете преобладали почти на всех этапах ее истории. Почему так получилось? Оказывается, Земля «оборудована» так называемым природным термостатом, который предотвращает экстремальные климатические флуктуации. В этой роли выступает глобальный карбонатно-силикатный цикл: когда температура повышается, в действие вступает удивительный механизм обратной связи, вследствие чего из атмосферы выводится парниковый газ — двуокись углерода.

Этот механизм функционирует следующим образом: в теплом, влажном климате усиливается процесс разрушения силикатных пород (они составляют примерно 60 % от массы всех известных минералов). Атмосферный углекислый газ, растворенный в дождевой воде, вступает в реакцию с кальцием, содержащимся в известково-силикатных породах, и уже как кислый карбонат кальция вымывается в море. Там он осаждается на дно в виде известняка или в составе известковых раковин погибших морских организмов. Таким образом, в химически связанном состоянии двуокись углерода надолго удерживается в донных отложениях. Но не навсегда.

По данным геофизических исследований, земная кора представляет собой мозаику, состоящую из жестких плит, которые, подобно льдинам на поверхности воды, дрейфуют независимо друг от друга. Когда при столкновении двух плит одна плита оказывается под другой, вместе с ней в мантию Земли погружаются и известковые отложения, где они подвергаются пиролизу под действием давления и высокой температуры. Во время этого процесса происходит выветривание (разрушение) известково-силикатных пород, в результате чего двуокись углерода высвобождается, выделяясь в атмосферу в ходе вулканической деятельности. Так поддерживается всеобщее равновесие этого важнейшего компонента нашей биосферы. Но в будущем действию подобного термостата наступит предел, поскольку в любой момент диапазон изменений концентрации углекислого

газа в атмосфере может оказаться недостаточным, для того чтобы сбалансировать увеличение интенсивности излучения стареющего Солнца.

На процесс выветривания известково-силикатных пород влияют и биотические факторы. У высших растений, водорослей и лишайников, растущих прямо на скальных породах, через корни выделяются кислоты, которые воздействуют на скальные породы тем, что разрыхляют их поверхность. Кроме того, рост содержания углекислого газа в почве происходит непосредственно за счет корневого дыхания растений.

### Голодная смерть через сто миллионов лет?

В 1982 г. британские ученые Д. Е. Лавлок и М. Уитфилд впервые попытались оценить временной ресурс биосферы с помощью качественной модели, разработанной ими на основе так называемой гипотезы Геи (греч. Gea), которая была предложена Лавлоком и Л. Маргулис за восемь лет до того. Согласно этой гипотезе, Земля представляет собой некий суперорганизм, сдвоенную геосферно-биосферную систему, которая на внешнее воздействие в геологическом масштабе времени способна реагировать таким образом, чтобы условия для жизни на планете оставались благоприятными.

Компенсировать растущее свечение Солнца и сохранить постоянную температуру поверхности Земли можно в том случае, если содержание двуокиси углерода как парникового газа, содержащегося в атмосфере, понизится. В какой-то момент оно опустится ниже минимально допустимой концентрации, необходимой растениям для осуществления фотосинтеза. Лавлок и Уитфилд подсчитали, что это произойдет уже через 100 млн лет, после чего всякая жизнь должна погибнуть, потому что исчезнет ее базовая форма — растения.

Однако на самом деле растения способны адаптироваться к условиям с низкой концентрацией углекислого газа и высокими температурами. Примеры адаптации подобного рода уже есть. Как известно, по способу фиксации двуокиси углерода при фотосинтезе растения делятся на две категории: растения C<sub>3</sub>-типа и C<sub>4</sub>-типа (они названы так потому, что на первом этапе фотосинтеза образуют, соответственно, трех- и четырехуглеродные продукты). Сейчас на Земле доминируют растения первого типа (к ним относятся зерновые и картофель). Но

**Благоприятные для жизни температуры преобладали на Земле почти на всех этапах ее истории благодаря своеобразному природному термостату, в роли которого выступает планетарный карбонатно-силикатный цикл**

поскольку растения  $C_4$ -типа (кукуруза, просо, сахарный тростник и т. д.) могут жить в условиях с более низкими концентрациями углекислого газа в атмосфере, в отдаленном будущем они получат преимущество.

Вполне вероятно, что само появление  $C_4$ -механизма в неродственных группах растений является формой адаптации к снижающейся на протяжении миллиардов лет концентрации двуокиси углерода. Предельное значение концентрации в 150 ppm  $CO_2$ , на основе которого Лавлок и Уитфилд производили расчеты, относится к растениям  $C_3$ -типа, тогда как для растений  $C_4$ -типа эта величина составляет всего 10 ppm.

В 1992 г. два американских ученых — К. Калдейра и Д. Е. Кастинг — впервые представили количественную модель будущего Земли, в которой были учтены следующие параметры: недостаток двуокиси углерода, высокая температура поверхности и полное исчезновение воды, — при этом в качестве базового условия модели выступало наличие растений  $C_4$ -типа.

Предположив, что вулканы будут извергать столько же двуокиси углерода, сколько сейчас, а скорость разрушения пород останется неизменной, вычислили, что биосфера просуществует 900 млн лет. Если жизнь не прекратится из-за недостатка двуокиси углерода, конец ей положит растущая температура поверхности Земли. Согласно модели Калдейры-Кастинга, температура уже через 1,5 млн лет поднимется выше 50 °C, и тогда смогут существовать лишь примитивные организмы. Через следующие 200 млн лет температура достигнет +100 °C — и исчезнут все формы жизни.

### Планета без вулканов

Когда в 2000 г. наша группа из Потсдамского института исследований климатического воздействия занялась проблемой длительности существования земной биосферы, нам пришлось принять во внимание фактор, которым ранее исследователи пренебрегали. Мы сделали поправку на то, что интенсивность тектонических процессов, которые играют важную роль в процессе круговорота углерода в природе, зависит от возраста самой системы.

Дело в том, что с момента возникновения нашей планеты ее внутренняя часть постоянно остывает. Поскольку поток тепла, идущий от земной мантии, уменьшается, геодинамические процессы, которые

**Будущее принадлежит растениям  $C_4$ -типа, таким как сахарный тростник или кукуруза. Они концентрируют углекислый газ ( $CO_2$ ) в своих тканях, даже если содержание его в окружающей среде очень мало, благодаря чему могут вести фотосинтез**

приводят в движение этот поток, замедляются. Таким образом, и интенсивность выбросов в атмосферу двуокиси углерода не остается неизменной — со временем она будет уменьшаться. С другой стороны, интенсивность выветривания, зависящая от суммарной площади континентов, также меняется с течением времени: в ходе развития Земли она нарастала — будет нарастать и впредь. При этом массы кремнистых пород постоянно увеличиваются, подвергаются воздействию природных факторов и разрушаются.

Опираясь на оба этих фактора, мы рассчитали, что период времени, за который концентрация углекислого газа снизится до 10 ppm — предельного значения для растений  $C_4$ -типа, — значительно короче, чем предсказали Калдейра и Кастинг: вся флора исчезнет через 500, самое позднее — через 600 млн лет.

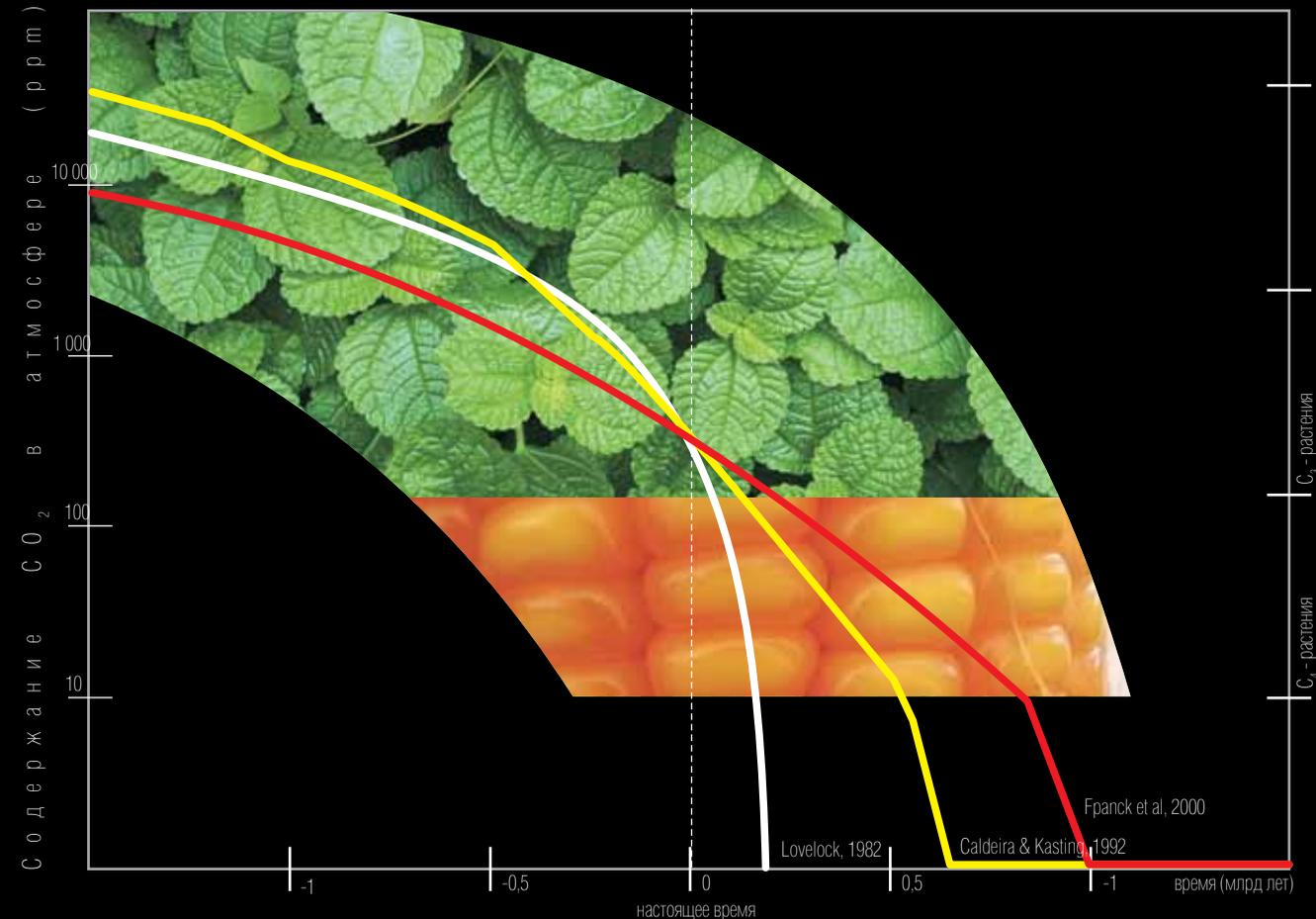
В последние годы наша группа разработала динамическую модель, где были учтены циклические процессы переноса углерода от одного источника (хранилища) к другому, которые происходят на протяжении каждого периода истории Земли. В качестве подобных хранилищ углерода в модели представлены океаны, мантия и атмосфера Земли, а также биосфера и органический углерод (*кероген*), присутствующий в горных породах.

В биосфере условно были выделены три основные формы жизни: прокариоты, одноклеточные эукариоты и высшие организмы. К прокариотам — организмам без оформленного клеточного ядра — относятся бактерии, включая фотосинтезирующие цианобактерии (сине-зеленые водоросли), а также архебактерии, многие из которых приспособлены к жизни в экстремальных условиях среды. Известно, что прокариоты были первыми обитателями Земли.

На определенном этапе эволюции появились эукариоты — организмы, клетки которых имеют ядро и цитоскелет. К ним относятся не только одноклеточные организмы, — например амеба, водоросли, но и более сложные многоклеточные формы жизни, такие как высшие растения, грибы и животные. Каждой из этих трех форм жизни, по-видимому, соответствует определенный интервал температур на земной поверхности, в котором они способны существовать и воспроизводиться. Чем, с точки зрения эволюционного развития, организм выше, тем уже интервал температур, в котором он может существовать.

### Обратный отсчет

Примерно 542 млн лет назад, в начале кембрийского периода, биологическая эволюция вступила в эпоху «большого взрыва». Всего за 40 млн лет возникло огромное число многоклеточных форм жизни, произошел рывок в увеличении биомассы, появились прародители



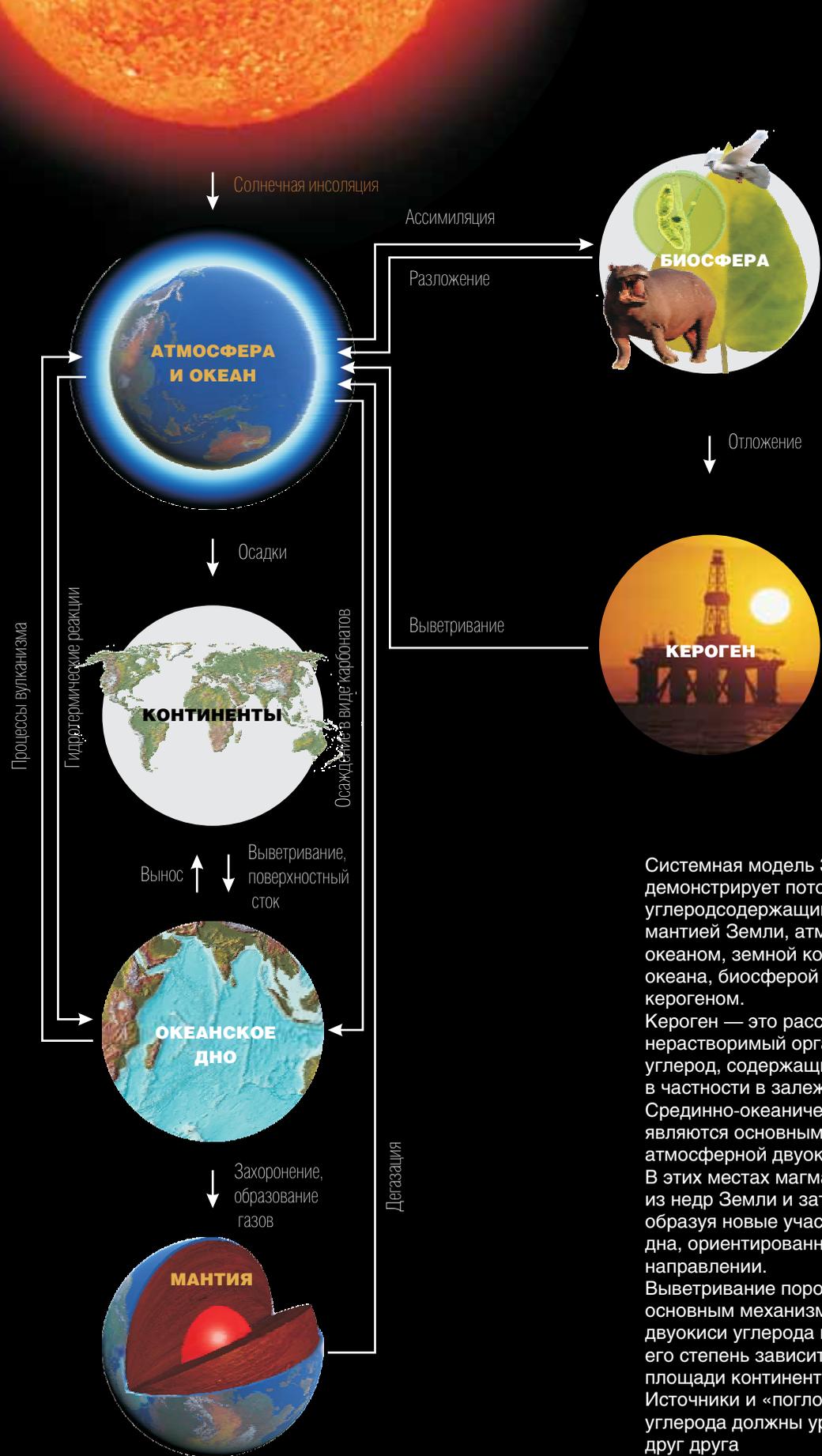
С использованием системных моделей Земли разной сложности можно получить различные результаты относительно динамики содержания углекислого газа в атмосфере, однако в них есть и общее: содержание этого столь необходимого для фотосинтеза соединения с течением времени будет неуклонно снижаться. На белом участке графика показан интервал концентрации диоксида углерода, в котором производство биомассы возможно, в заштрихованной части — только растениями типа  $C_4$

большинства современных видов. Многие ученые связывают подобный «взрыв» жизни с тем фактом, что содержание кислорода в атмосфере было достаточным для того, чтобы мог осуществляться энергетический метаболизм.

Однако, в соответствии с нашей геодинамической моделью, ранняя история Земли была иной. В начале кембрия поверхность планеты остыла настолько, что стал возможен бурный рост сложных многоклеточных организмов. Появление растений и грибов — первых колонистов наземных ландшафтов (Neckman et al., 2001) — в свою очередь, способствовало дальнейшему охлаждению земной поверхности благодаря усилению процессов выветривания, вследствие чего парниковый газ двуокись углерода связывался с другими элемента-

ми и выводился из атмосферы. Таким образом, существовала нелинейная обратная связь между климатом и биосферой; по этой причине температура поверхности планеты снизилась настолько быстро, что возникли оптимальные условия для существования высших организмов. Несмотря на то что в нашей модели учтены только организмы, которые участвуют в процессе фотосинтеза, с ее помощью можно сделать некоторые выводы в отношении животных и человека, зависящих от фотосинтеза не только косвенно: через концентрацию кислорода в атмосфере, — но и напрямую: через пищевые цепи, — а также потому, что в известной степени их развитие шло параллельно с развитием растений.

В нашей модели точно продемонстрировано, что отмеченные три формы жизни появились последова-



Системная модель Земли, которая демонстрирует потоки между различными углеродсодержащими объектами: мантией Земли, атмосферой, океаном, земной корой, дном океана, биосферой и так называемым керогеном.

Кероген — это рассредоточенный, нерастворимый органический углерод, содержащийся в породах, в частности в залежах угля и нефти. Срединно-океанические хребты являются основным источником атмосферной двуокиси углерода. В этих местах магма поднимается из недр Земли и затвердевает, образуя новые участки океанического дна, ориентированные в радиальном направлении.

Выветривание пород является основным механизмом выведения двуокиси углерода из атмосферы; его степень зависит от общей площади континентов. Источники и «поглотители» двуокиси углерода должны уравнивать друг друга

тельно — одна за другой, — а затем сосуществовали. В настоящее время они заселяют Землю примерно в равных пропорциях. Придет время — и они исчезнут в порядке, обратном их появлению. Однако, по нашему мнению, маловероятно, что масштабное «свертывание» многообразия видов станет зеркальным отражением «кембрийского взрыва». Во всяком случае, в представленной модели не содержится ни малейшего намека на то, что в будущем произойдет внезапное вымирание высших организмов. Даже возмущение биосферной системы, такое как внезапный скачок температуры, не обязательно должно привести к всеобщей гибели. Система очень надежна и восстановится через короткое время.

Тем не менее, высшие формы жизни, особенно растения, в конце концов, исчезнут, несмотря на то что в нашей усовершенствованной модели им отведено больше времени на существование, чем в предыдущей. Дело в том, что процесс биогенного выветривания постепенно ослабевает, поскольку продуктивность растений, т. е. способность производить биомассу, снижается по мере роста температуры. При этом большее количество углекислого газа, которое они не использовали, остается в атмосфере, поэтому пороговый уровень концентрации для фотосинтеза будет достигнут не ранее, чем через 1,6 млрд лет. Однако средняя температура земной поверхности будет расти быстрее и поднимется до плюс 30 °С — критического для высших организмов значения — уже через 800–900 млн лет.

Таким образом, растения и животные начнут вымирать не из-за недостатка двуокиси углерода, а из-за жары. Это относится также и к прокариотам, хотя они не столь чувствительны к высокой температуре и могут вполне благополучно существовать до тех пор, пока средняя температура земной поверхности не достигнет 45 °С выше нуля, что произойдет на 300 млн лет позднее. Однако смертным приговором для этих организмов станет не наступившая жара (для прокариотов критической является температура плюс 60 °С), а снижение концентрации углекислого газа в атмосфере. Когда через 1,6 млрд лет она понизится до пороговых значений, цианобактерии больше не смогут осуществлять фотосинтез — и тогда Земля — за исключением малого количества исчезающих микроорганизмов, чрезвычайно хорошо адаптированных к экстремальным условиям, — станет «стерильной» планетой.

## Сценарий конца

Таковы результаты наших расчетов. Но этапы, ведущие к исчезновению жизни на Земле, можно представить и более детально. Сначала, вследствие уменьшения концентрации в атмосфере углекислого газа, будет непрерывно снижаться уровень производства биомассы: богатая растительность станет редкой, а под лучами

необыкновенно яркого солнца поверхность планеты станет раскаленной. Постепенно растения будут вытеснены в своеобразные убежища (пещеры, низины), но, в конце концов, и те превратятся в необитаемые. Некогда плодородные земли с изобилием зелени поглотит сплошная серо-коричневая пустыня.

Почвы, которые формировались и существовали за счет растений, подвергнутся мощной эрозии: стремительные потоки воды будут смывать их и уносить в океан, оставляя за собой лишь голые скалы. Последние оставшиеся из высших животных, которые смогут приспособиться к экстремальным условиям жизни, по мере разрушения пищевой цепочки станут все сильнее страдать от голода.

Одноклеточные организмы всегда были доминантной формой жизни на Земле, несмотря на свои ничтожные размеры. При отсутствии высших организмов вязкие студенистые образования микроорганизмов покроют скалы сплошным ковром. Но через сотни миллионов лет благодаря возрастающей температуре и они разделят судьбу наземных растений.

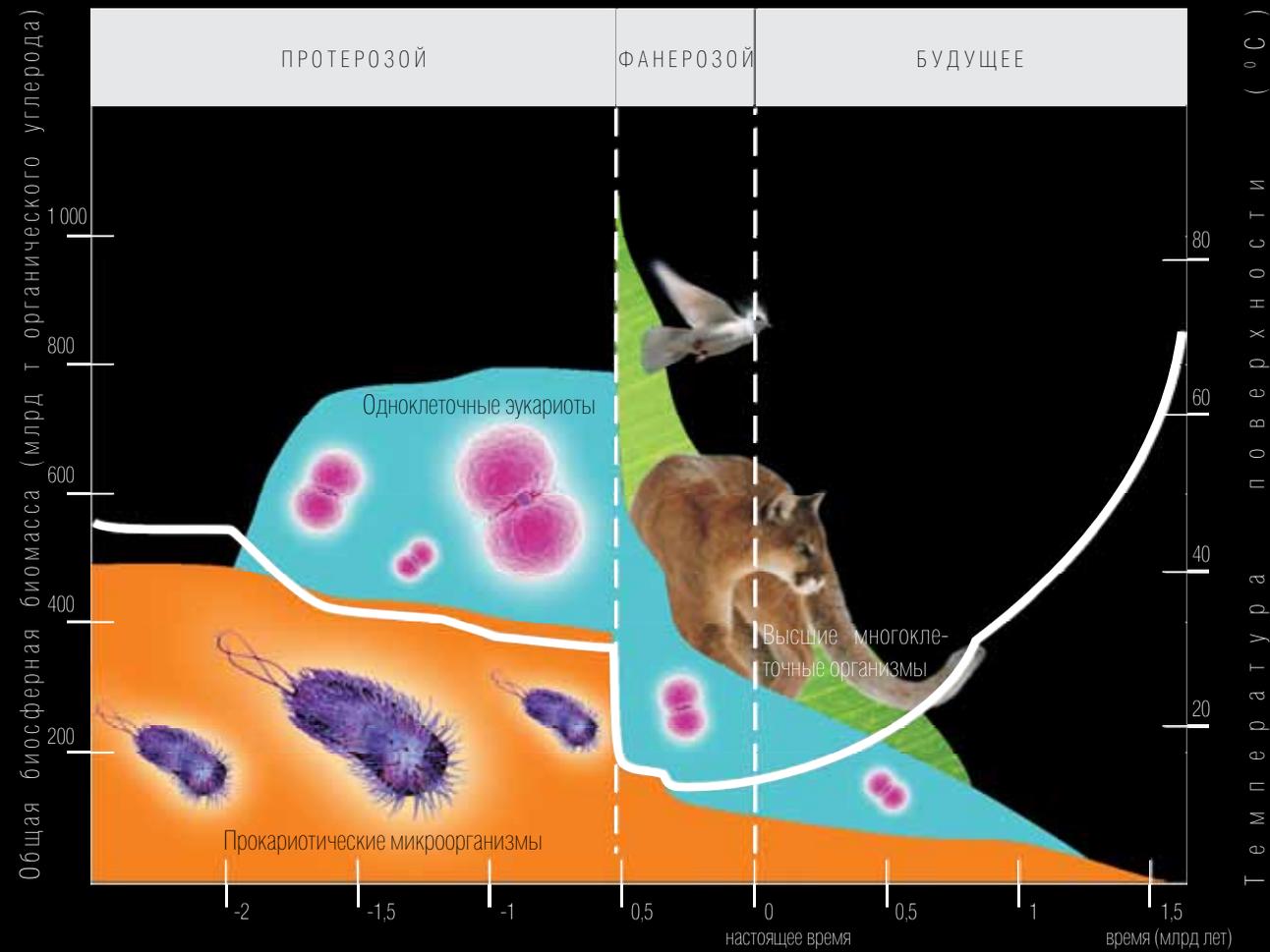
Борьба за выживание разразится и в водах мирового океана. Водоросли и другие, более сложные, водные растения, могут жить лишь в сравнительно тонком слое воды у поверхности, куда проникает достаточное количество солнечного света. Но приповерхностный водный слой будет замутнен взвесью вещества, смываемого в океан с континентов, и очень быстро нагреется. Только те организмы, которые смогут адаптироваться к жизни на больших глубинах в темноте и под большим давлением, проживут еще какое-то время, питаясь оседающим органическим веществом.

Дополнительным фактором, способствующим снижению массы водорослей, станет истощение запасов минералов, в частности фосфатов и нитратов, которые нужны для их роста. В настоящее время необходимые минералы поступают в воду (выносятся в море реками) из разлагающихся наземных растений и эродирующих почв, но наступит время, когда наземные растения вымрут, а почвы будут смыты.

На определенном этапе верхний слой воды в океане нагреется до такой степени, что оставшиеся эукариотические водоросли, которые выживали несмотря на недостаток минералов, погибнут. Это обречет на гибель и те формы жизни, которые прямо или косвенно питались этими водорослями.

## К соляным пустыням и океанам магмы

Примерно через 1,3 млрд лет на поверхности континентов и океанов будут жить только примитивные одноклеточные прокариоты. Единственным местом, где сохранятся приемлемые для высших организмов



Используя динамическую системную модель Земли, авторы оценили будущее разных биосферных групп при ожидающемся изменении температуры земной поверхности. По мере роста температуры сначала исчезнут высшие организмы, животные и растения, затем — одноклеточные эукариоты (простейшие, грибы); дольше всех продержатся наиболее просто устроенные одноклеточные прокариотические организмы (бактерии), но в конце концов, и они погибнут: Земля станет «стерильной» планетой

температуры, окажутся океанские глубины. Возможно, там выживет несколько видов организмов, способных питаться бактериями, но тем самым жизни будет дана последняя отсрочка.

В результате интенсивной эрозии рельефные поверхности континентов станут совершенно плоскими. Примерно через 1,6 млрд лет средняя температура на Земле поднимется до плюс 60–70 °С, а уровень двуокиси углерода в атмосфере, а затем и в океанах понизится.

В подобных условиях (возможно, за счет хемосинтеза) сможет выжить лишь несколько видов микроорганизмов, способных переносить экстремально высокие температуры и отсутствие CO<sub>2</sub> или солнечного света.

Однако вскоре мелководные и теплые океаны, которые к тому времени займут огромную площадь, начнут испаряться. Влажность воздуха будет постоянно расти; при этом нужно учитывать то, что водяной пар — очень «эффективный» парниковый газ. Интенсивные пар-

никовые явления будут наблюдаться до тех пор, пока океаны не высохнут окончательно, оставив после себя гигантские соляные равнины. Температура достигнет уже примерно 250 °С выше нуля. Некоторые уникальные микроорганизмы, возможно, и смогли бы адаптироваться к этому своеобразному раскаленному аду, но только не к отсутствию воды: когда вода в океанах испарится, жизнь на Земле исчезнет.

Пока поверхность нашей планеты будет разогреваться, ее внутренняя часть продолжит остывать, вследствие чего тектоническая активность начнет ослабляться, а вулканическая деятельность — затухать. В конце концов, «дрейф» континентов прекратится, потому что дно океана, которое станет слишком сухим и жестким, будет не способно деформироваться и «вдвигаться» под континентальные плиты. Углекислый газ, все еще в значительном количестве выделяемый мантией, станет накапливаться в атмосфере, способствуя повышению уровня парникового эффекта, создаваемого водяным паром. Температура начнет расти еще быстрее.

В верхних слоях атмосферы под действием мощного солнечного излучения молекулы воды распадутся на водород и кислород. Водород «уйдет» в космическое пространство, поскольку земная гравитация не сможет удерживать его на поверхности Земли; кислород окислит железо, которое содержится в скальных породах, в результате чего наша планета станет красной, подобно Марсу. Через 3,5–6 млрд лет Земля может разогреться настолько, что даже скальные породы начнут плавиться: когда температура поверхности превысит 1 000 °С, на планете образуются океаны магмы.

В ходе трансформации Солнца в красного гиганта радиус нашего светила примерно через 7,8 млрд лет будет равняться радиусу современной орбиты Земли. Поглотит ли оно Землю, как до этого поглотило Меркурий и Венеру, — этот вопрос остается открытым.

Сильный «солнечный ветер» будет способствовать тому, что Солнце потеряет значительную часть своей массы и, соответственно, гравитационной силы, следовательно, Земля сможет удалиться от него на расстояние, почти в два раза превышающее современное. И на что тогда будет похожа наша родная планета, никто пока не может даже предположить...

**Примерно через 1,3 млрд лет на поверхности континентов и океанов будут жить только примитивные одноклеточные организмы. Тем самым Жизни будет дана последняя отсрочка...**

## Сто миллионов лет для человечества

Н. Л. Добрецов, академик РАН, д. г.-м. н.,  
председатель Сибирского отделения РАН

Прогноз отдаленного будущего нашей планеты, основанный на результатах исследования достаточно сложной и правдоподобной системной модели Земли, который представили наши немецкие коллеги, — пожалуй, один из лучших, известных мне.

Тем не менее надо осознавать, что в любом случае все подобные прогнозы пока очень приблизительны.

По понятным причинам в используемых моделях могут быть не учтены многие важные факторы.

Например, в представленной модели не учтен еще один потенциальный источник углерода — метан,

запасы которого содержатся в газогидратах, своеобразных газовых «консервах».

А ведь судя по последним данным, эти запасы огромны и превышают объемы разведанных запасов угля,

нефти и газа вместе взятых.

Кероген, т. е. углерод, содержащийся в органическом топливе, при окислении может «съесть» весь свободный кислород.

Этот процесс может либо усилить, либо смягчить парниковый эффект: все зависит от темпов и «химии» превращений,

которые при этом будут происходить.

В представленной модели достаточно упрощена и предыдущая история живых существ, касающаяся появления и соотношения разных форм жизни —

прокариотов, эукариотов, высших организмов.

Конечно, в действительности ситуация более сложная. Например, снижение температуры

поверхности, указанное на графике, реально было отмечено в венде, около 700 млн лет назад, когда

произошло сильное оледенение, а многоклеточные организмы появились, очевидно, много раньше.

На границе же палеозоя, т. е. около 500 млн лет назад, наблюдались дальнейшие эволюционные

скачки в развитии высших организмов, выразившиеся в появлении скелета, новых органов

размножения и т. д. Тем не менее все прогнозы относительно исчезновения высших растений

и других организмов в будущем, сделанные на основе данной системной модели, вполне

правдоподобны. Но на самом деле нас, конечно, больше волнуют прогнозы относительно будущего

самого человечества. Естественная история людей, т. е. гоминидов, насчитывает примерно 5–7 млн лет.

Согласно модели, человечество может просуществовать еще, по крайней мере, около

100 млн лет, если само себе не навредит. Это вполне благоприятный прогноз.

В целом же результаты исследования системной модели нашей планеты, пусть во многом и

приблизительные, наводят на ряд размышлений. Безусловно, они будут интересны всем, кому

не безразличны вопросы происхождения жизни, эволюции и будущего нашей биосферы.

# СО СКОРОСТЬЮ

# З В У К А

## СТАНОВЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ТРАНСЗВУКОВЫХ СКОРОСТЕЙ



ФОМИН Василий Михайлович — академик РАН, доктор физико-математических наук, директор Института теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН (Новосибирск)



АУЛЬЧЕНКО Сергей Михайлович — доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН



ЛАТЫПОВ Альберт Фатхиевич — кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Института теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН

*Пассажирские магистральные самолеты со сверхзвуковой скоростью сегодня не летают. Как выяснилось, «сверхзвуковые» проекты ТУ-144 и Конкорд оказались экономически не выгодными. Первая попытка преодолеть звуковой барьер в мирных целях оказалась неудачной, так как при приближении к звуковому барьеру резко возрастает лобовое сопротивление самолета и уменьшается подъемная сила. Итак, «сверхзвука» нет, а что же есть? Есть «трансзвук». Трансзвуковые скорости — это диапазон скоростей чуть больше и чуть меньше скорости звука (примерно от 0,8 до 1,2 скорости звука). Этот термин пришлось ввести для описания пограничного режима обтекания тела, когда часть обтекающего потока становится сверхзвуковой, а часть потока так и остается в дозвуковом режиме*

### С чего все начиналось

Работы по увеличению скорости полета и аэродинамического качества самолетов были начаты еще в 30-х гг. прошлого столетия. А на рубеже 30-40-х гг. двадцатого века удалось экспериментально доказать, что с увеличением скоростей полета сопротивление крыльев и других частей самолета резко возрастает. Также непредсказуемо

меняются подъемная сила и момент крыла. Было установлено, что данные феномены связаны с тем, что в потоке появляются области, в которых воздух движется относительно обтекаемого тела со скоростью, превосходящей скорость звука. Скорость самолета, при которой у его поверхности появляются сверхзвуковые потоки, назвали *критической*.

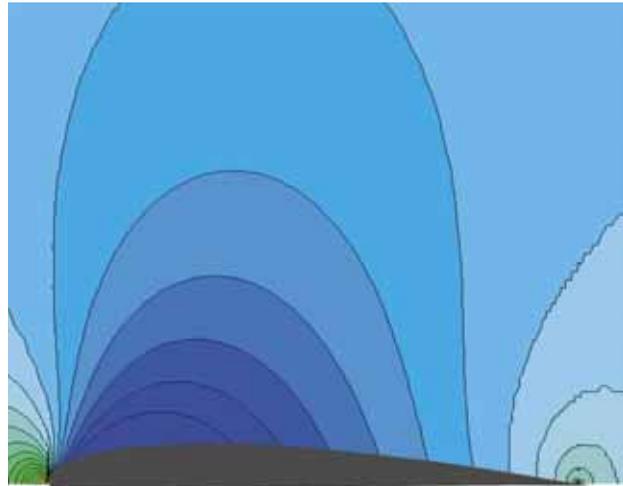
Теоретические представления о подъемной силе крыла и о силах сопротивления при докритических скоростях сложились под влиянием идей выдающегося русского ученого, создателя аэродинамики Н.Е. Жуковского: *крыло обладает подъемной силой за счет того, что скорость, а следовательно, и разрежение (уменьшение давления) у верхней поверхности больше, чем у нижней. Величина подъемной силы равна разности давлений на нижней и верхней поверхностях крыла. Сопротивление крыльев бесконечного размаха складывается из сопротивления трения и лобового сопротивления, возникающего из-за неполного восстановления давления в хвостовой части крыла. При обтекании крыльев идеальным газом эти сопротивления отсутствуют. У крыла конечного размаха появляется еще и так называемое, индуктивное сопротивление, непосредственно связанное с наличием подъемной силы.*

Однако этих классических представлений оказалось недостаточно, чтобы объяснить явления, которые

наблюдаются при скорости полета, превышающей критическую. Не выясненной осталась и физическая причина совпадения момента роста сопротивления и появления у поверхности крыла сверхзвуковой скорости.

К тому моменту, когда проблемы, возникающие при критических скоростях, были осознаны, в мире уже велись исследования, связанные с учетом влияния сжимаемости (уменьшение плотности газа при увеличении скорости течения) на распределение давления по поверхности крыла. Так, одним из авторитетных специалистов по аэродинамике того времени, немецким физиком Л. Прандтлем был введен множительный поправочный коэффициент, с помощью которого можно было пересчитать давление и подъемную силу профиля с учетом соответствующих данных по обтеканию его несжимаемым газом. Однако эксперименты показали, что при скоростях потока, превышающих критическую, теория Прандтля оказалась неверна.

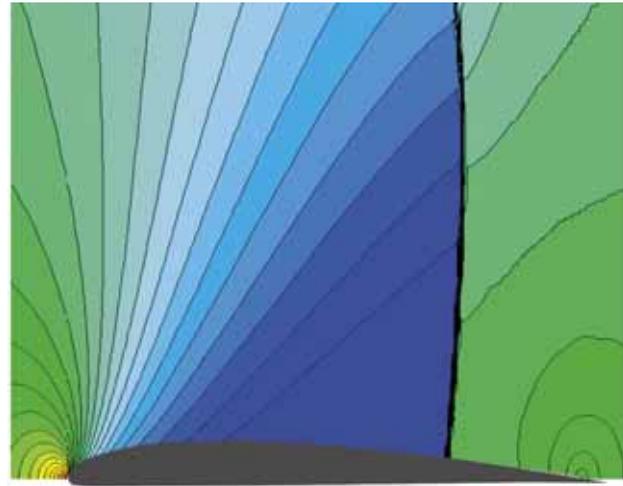
Обтекание крыла воздухом и распределение давления в потоке в докритическом режиме существенно отличается от режима, устанавливающегося при скоростях выше критической. В качестве примера можно привести графики, на которых демонстрируются типичные примеры докритического и сверхкритического обтеканий. Скачки уплотнения возникают всякий раз, когда частицы сверхзвукового пото-



а

ка газа сталкиваются с поверхностью тел или меняют направление движения на конечный угол на очень малых расстояниях, сравнимых с длиной свободного пробега молекул газа.

На рисунках самолетов, проходящих сверхзвуковой барьер, хорошо видны замыкающие скачки уплотнения, возникающие при полете на сверхкритической скорости, которые зависят от формы крыльев. Когда молекула воздуха попадает в узкий слой, в котором происходит скачок уплотнения, то в результате неупругого взаимодействия молекул друг с другом часть кинетической энергии переходит в тепловую. Так как после прохождения скачка уплотнения кинетическая энергия газа уменьшается, то уменьшается и его полное



б

Дозвуковое (а) и трансзвуковое (б) обтекание крылового профиля (поле давления). В случае трансзвукового обтекания заметен сильный перепад давления, характерный для замыкающего скачка уплотнения

давление. В термодинамике такой процесс называется *необратимым*. В качестве меры необратимости используется энтропия  $S$ .

В скачке уплотнения энтропия газа увеличивается. Приращение энтропии равно отношению количества кинетической энергии, перешедшей в результате неупругого взаимодействия частиц в тепловую энергию, к абсолютной температуре газа. А поскольку полная

энергия газа сохраняется, и, следовательно, полная температура  $T_0 = const$ , то полные давления за скачком  $p_{02}$  и перед скачком  $p_{01}$  связаны соотношением:  $p_{02} = p_{01} \cdot \exp(-\Delta S/R)$ ; где  $\Delta S$  — приращение энтропии в скачке уплотнения,  $R$  — газовая постоянная.

Таким образом, полное давление газа при прохождении скачка уплотнения уменьшается. Это обстоятельство использовалось в дальнейшем для объяснения причины увеличения сопротивления профилей при их обтекании трансзвуковой скоростью набегающего потока. Скачки уплотнения ответственны также и за явление «звукового удара», которое наблюдается при полете сверхзвуковых самолетов.

### ЦАГИ и решение проблемы

В 1940 г. в Центральном аэрогидродинамическом институте (ЦАГИ) им. проф. Н. Е. Жуковского — крупнейшем государственном научном авиационном центре России — под руководством академика С. А. Христиановича было вычислено сопротивление, вызванное наличием скачков уплотнения при переходе обтекающего потока из сверхзвукового режима в дозвуковой: оно получило название волнового сопротивления.

Оказалось, что скачок уплотнения приводит к падению давления в хвостовой части профиля, что вызывает рост сопротивления обтекаемого тела. Для того чтобы подтвердить теорию, нужно было провести эксперименты; с этой целью требовалось создать аэродинамическую трубу с трансзвуковой скоростью в рабочей части.

При работе над трубой ученые наткнулись на существенное физическое ограничение: оказалось, что при обтекании модели крыла трансзвуковым потоком возникающие ударные волны, отражаясь от стенок рабочей части, падают на поверхность модели и существенно меняют структуру течения. Чтобы обойти эту проблему, Христианович разработал теорию «коротких» волн, позволяющую решать задачи взаимодействия ударных волн с различными поверхностями. Оказалось, что полупроницаемые поверхности значительно ослабляют интенсивность отраженных волн — так появилась идея перфорировать стенки рабочей части трансзвуковой аэродинамической трубы.

И подобная труба впервые в мире была создана в самом ЦАГИ в 1946 г. Сейчас трубы с перфорацией стенок стали неотъемлемой частью аэродинамических лабораторий всего мира. Данная конструкция позволила получать аэродинамические характеристики моделей крыльев и фюзеляжей в трансзвуковом диапазоне чисел Маха\* набегающего потока, обеспечивая непрерывный переход через скорость звука.

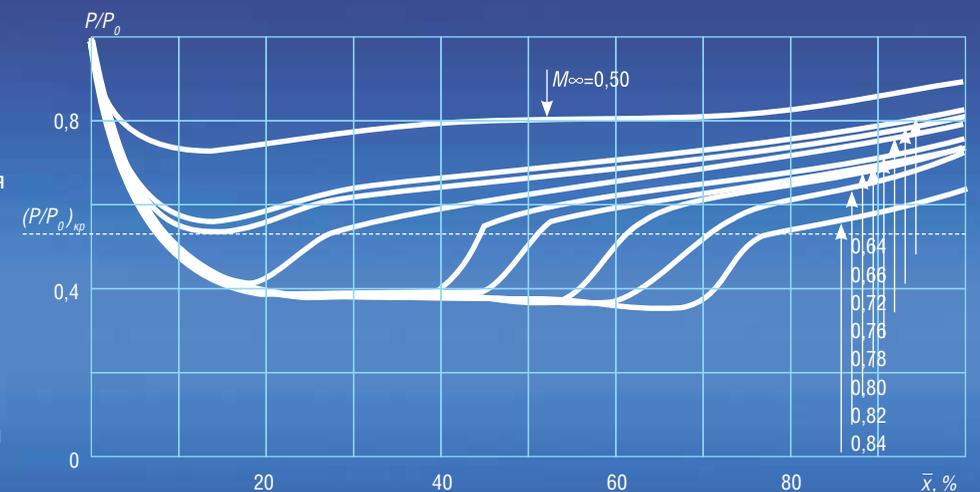
В дальнейшем задача влияния сжимаемости течения на распределение давления по крылу в короткие сроки была полностью решена Христиановичем и его сотрудниками. Был установлен фундаментальный закон стабилизации: *при наступлении критической скорости*

\* Безразмерная характеристика скорости, называемая числом Маха, равна отношению скорости полета к скорости распространения звуковых волн. Число Маха, соответствующее критической скорости полета, называется критическим числом Маха  $\mu_k$ .



Самолеты с разными типами крыльев проходят звуковой барьер. Хорошо виден скачок давления при переходе от сверхзвукового потока к дозвуковому, при этом область скачка имеет минимальные размеры при стреловидной форме крыла

График распределения давления по верхней поверхности несимметричного профиля 12-процентной толщины NASA 23012. Для чисел Маха набегающего потока в диапазоне 0,66—0,84 хорошо видны «полочки» давления на профиле. Также экспериментально было установлено, что для более тонкого профиля критическое число Маха больше



сначала происходит замедление роста скорости у поверхности профиля по сравнению с ростом скорости набегающего потока. Затем возрастание скорости вообще прекращается, и распределение значений числа Маха по поверхности профиля от его носка до скачка уплотнения остается постоянным, не зависящим от скорости набегающего потока. Это распределение называется предельным распределением чисел Маха, с его помощью вычисляется «предельная кривая давления».

Иллюстрацией этого закона является распределение вдоль поверхности профиля величины отношения давления потока в точке на профиле к давлению потока в точке торможения  $p/p_0$ . Это отношение связано с числом Маха выражением:

$$\frac{p}{p_0} = \left(1 + M^2 \frac{\gamma - 1}{2}\right)^{-\frac{\gamma}{\gamma - 1}};$$

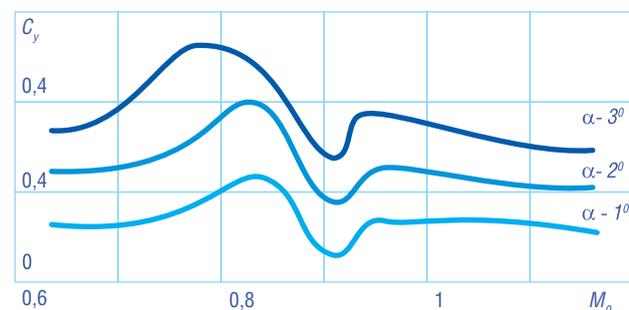
где  $\gamma$  — отношение теплоемкостей газа при постоянном давлении и объеме.

И если число Маха у поверхности остается неизменным, то и давление сохраняет постоянное значение, что, собственно, и показано на графике распределения давлений по верхней поверхности профиля.

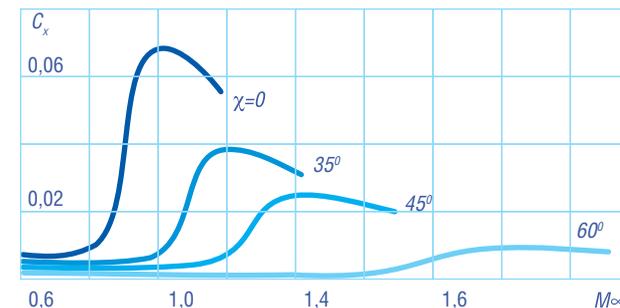
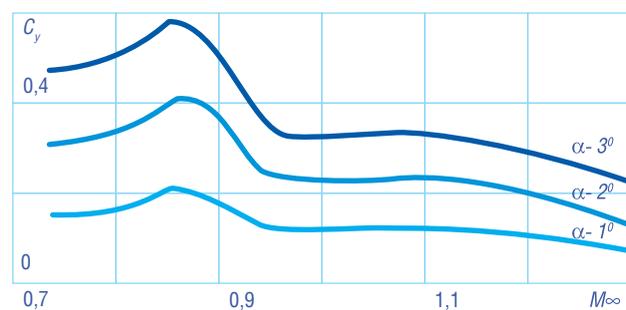
личение разрежения на верхней поверхности профиля происходит лишь по причине расширения области сверхзвуковых скоростей при смещении скачка уплотнения к хвосту профиля. В то же время на нижней поверхности профиля, где скорости еще дозвуковые, разрежения продолжают интенсивно увеличиваться по мере повышения  $M_\infty$ .

Это приводит к замедлению роста, а затем и к падению значений подъемной силы и момента крыла, как можно видеть на графике зависимости коэффициента подъемной силы от числа Маха набегающего потока. Сопротивление же, напротив, начинает возрастать из-за уменьшения разрежения в передней части профиля и появления зоны разрежения в хвостовой части профиля.

Понимание физической природы подобных режимов течения позволили предпринять практические шаги по проектированию крыловых профилей и самих крыльев, у которых эти неблагоприятные эффекты были минимизированы. Одним из шагов в этом направлении стало использование профилей с меньшей относительной толщиной, а также стреловидных крыльев, вдоль



Зависимость коэффициента подъемной силы от числа Маха набегающего потока для симметричного 9-ти и 6-процентного профилей ЦАГИ



Зависимость коэффициента сопротивления скользящих крыльев от чисел Маха для различных углов стреловидности  $\chi$ . Видно, что при увеличении угла стреловидности наблюдается значительное снижение сопротивления и увеличение критического числа Маха

Полученные результаты позволили Христиановичу разработать метод расчета аэродинамических характеристик трансзвуковых профилей, опирающийся на их характеристики в несжимаемом потоке. Используя этот метод, можно было вычислить предельную кривую давления, по которой, в свою очередь, вычислялись аэродинамические характеристики при числе Маха, равном единице, с последующим пересчетом на другие околосвуковые числа Маха. (Стоит отметить, что тогда еще не было ЭВМ и все расчеты производились на логарифмических линейках и арифмометрах.)

Из закона стабилизации следует, что в области сверхзвуковых скоростей и у носка профиля увеличение разрежения прекращается и падает с дальнейшим ростом числа Маха набегающего потока, или  $M_\infty$ . Уве-

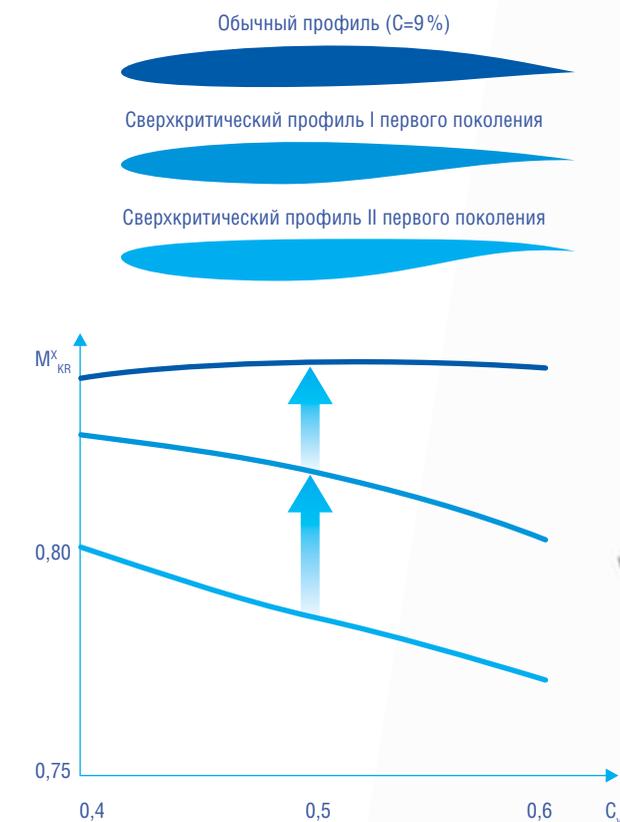
которых происходит обтекание. Сечения участков этих крыльев имеют меньшую толщину, нежели сечения, расположенные перпендикулярно их передней кромке.

С точки зрения математики, это выглядит следующим образом: если разложить скорость набегающего потока на составляющие, одна из которых параллельна передней кромке крыла, а другая перпендикулярна к ней, то составляющая, параллельная размаху крыла, не окажет влияния на распределение давления по крылу. Обтекание крыла будет происходить так, словно на него набегают поток со скоростью, меньшей скорости набегающего потока, что благоприятствует влиянию сжимаемости на его аэродинамические характеристики. Полную теорию обтекания стреловидных крыльев разработал академик В. В. Струминский.

Экспериментальное подтверждение этой теории представлено на графике зависимости коэффициента сопротивления скользящих крыльев от чисел Маха для различных углов стреловидности.

## К освоению «трансзвука»

В последующие годы появилась возможность моделировать на ЭВМ воздушные течения путем численного решения уравнений газовой динамики и пограничного слоя. Это позволило в ЦАГИ разработать так называемые *сверхкритические крыловые профили*, использование которых дало возможность увеличить скорость полета при заданной толщине и заданном значении подъемной силы. Основой для создания подобных профилей явилось понижение возмущений, вносимых в поток верхней поверхностью профиля, что привело к росту  $M_{кр}$ . Однако при малой искривленности верхней поверхности сверхкритического профиля уменьшается доля создаваемой ею подъемной силы. Для компенсации этого явления производится «подрезка» хвостового



Типичные контуры обычного и сверхкритических профилей, а также их критические числа Маха в зависимости от коэффициента, характеризующего подъемную силу профиля



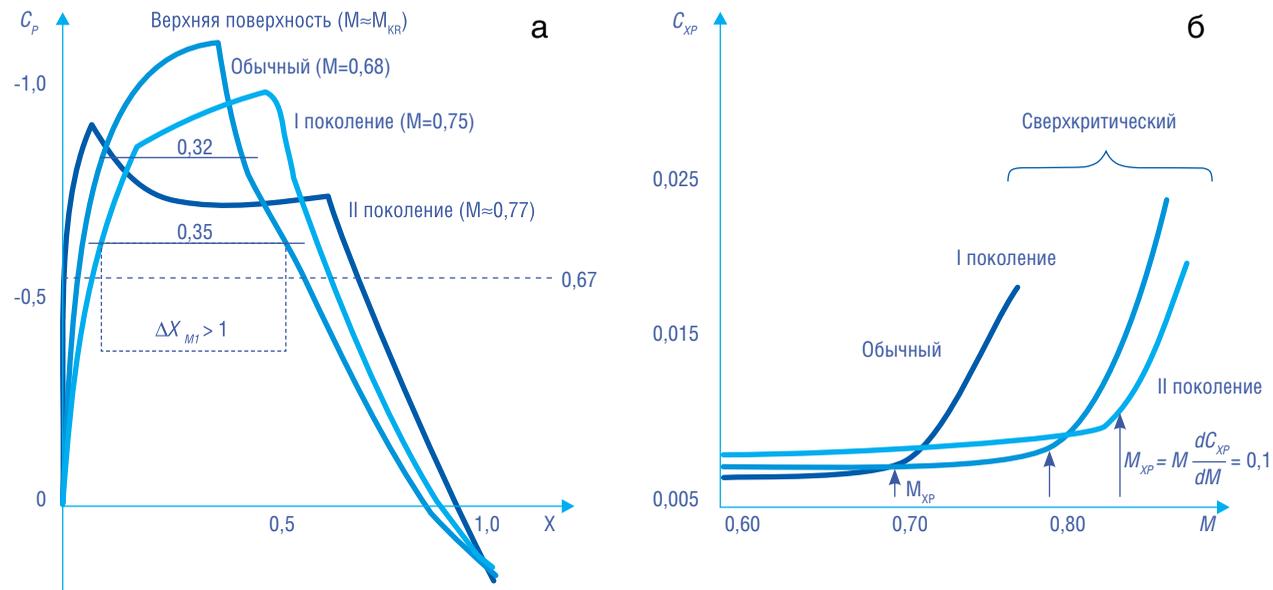
участка нижней поверхности, что является характерной особенностью данного класса крыловых профилей.

Именно за счет повышения давления в хвостовом участке нижней поверхности профиля происходит компенсация подъемной силы, которая теряется на средней части верхней поверхности («эффект закрылка»). Низкий уровень скоростей на верхней поверхности сверхкритических профилей приводит при околосвуковом обтекании к образованию местной сверхзвуковой зоны с меньшим ускорением потока, а также смещением замыкающего скачка уплотнения в заднем направлении.

Все это уменьшает интенсивность скачка уплотнения (перепада давлений на нем) и снижает волновое сопротивление. В итоге на сверхкритическом профиле можно реализовать дальнейшее продвижение по скорости

пользования сверхкритических профилей, получившим широкое распространение в практике современного и перспективного самолетостроения, является возможность повышения относительной толщины профиля крыла при сохранении величины.

Современные скоростные профили позволяют повысить величину  $M_k$  на 0,05–0,12 или максимальную относительную толщину на 2–5 % от хорды профиля. Топливо, используемое во время полета, заливается в баки, расположенные в крыльях, поэтому толщина крыльев является очень важным конструктивным параметром. Использование сверхкритических профилей в компоновке стреловидных крыльев на сегодняшний день можно назвать одним из основных направлений совершенствования аэродинамики пассажирских и транспортных самолетов.



Распределение коэффициента давления по верхней поверхности различных профилей (а) и зависимость коэффициента их волнового сопротивления от числа Маха (б)

полета, т. е. увеличить значение  $M_k$  при заданной максимальной относительной толщине профиля. Важной эксплуатационной характеристикой сверхкритических профилей второго поколения является их независимость от величины подъемной силы.

На графиках распределения коэффициента давления по верхней поверхности различных профилей и зависимости коэффициента их волнового сопротивления от числа Маха показана эволюция распределения коэффициента давления и коэффициента волнового сопротивления при переходе от обычных профилей крыла к сверхкритическим. Другим направлением ис-

В ЦАГИ и ИТПМ им. С. А. Христиановича СО РАН были спроектированы серии крыловых профилей, характеризующихся максимальным критическим числом Маха полета. Характерной особенностью таких профилей является достаточно протяженный участок верхней поверхности профиля, вдоль которого поток движется со скоростью звука, т. е. с  $M=1$ . Это позволяет сместить замыкающий скачок уплотнения на заднюю кромку крыла, в результате чего волновое сопротивление максимально понижается.

Следует отметить, что задачи аэродинамического проектирования требуют комплексного подхода. Так,

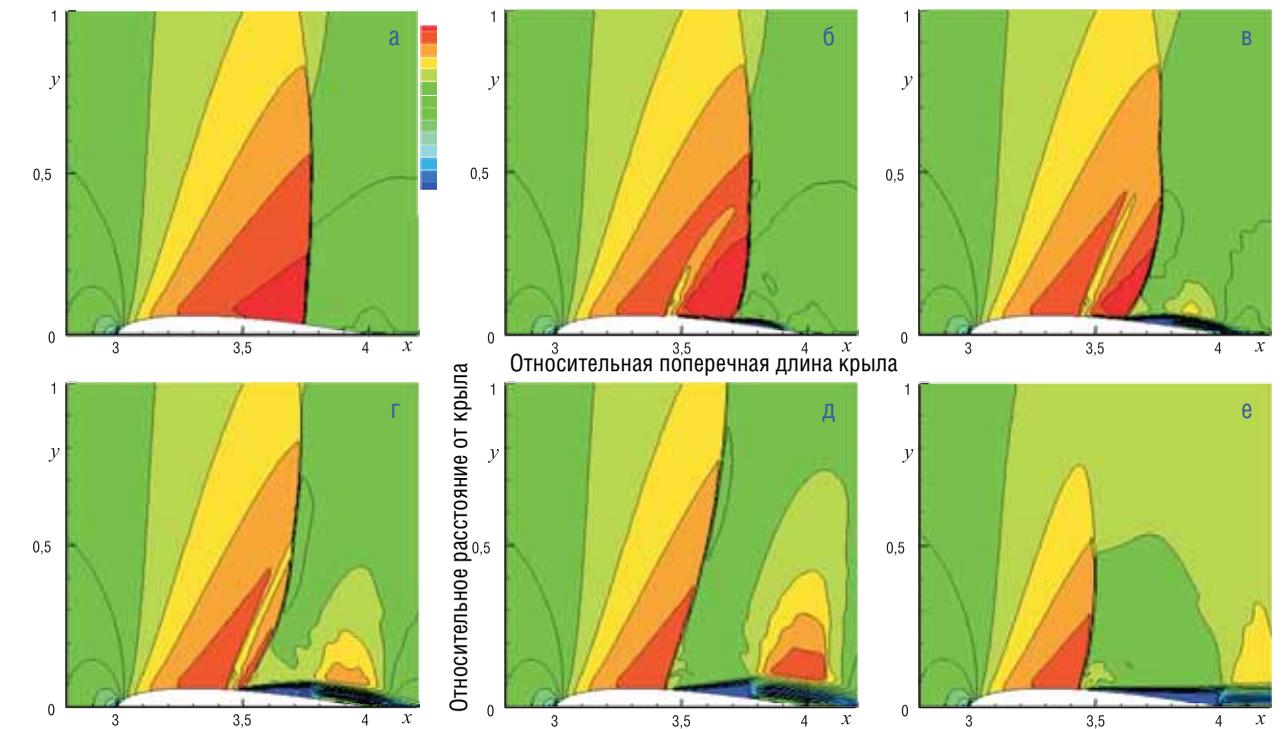
задачи обтекания должны решаться точно и быстро, при том что проблема оптимизации требует многократного решения этих задач для различных конфигураций. Методы оптимизации должны позволять получать решение с учетом аэродинамических и геометрических ограничений за вполне обозримое время. Эти особенности потребовали разработки новых методов.

На основе вышеперечисленных требований были разработаны методы для решения уравнений течений газа, генерации вычислительной сетки, представления геометрии варьируемой границы и метод оптимизации. В ИТПМ им. С. А. Христиановича СО РАН на их основе был создан пакет прикладных программ для проектирования оптимальных крыловых профилей, удовлетворяющих заданным аэродинамическим и геометрическим ограничениям. Впервые благодаря решению прямой проблемы оптимизации, которую удалось свести к задаче нелинейного программирования при произвольных начальных условиях, были получены конфигурации дозвуковых профилей, обтекаемых с максимальным критическим числом Маха.

С помощью данных программ исследователи смогли достичь конкретных результатов в проектировании профилей со значительной относительной толщиной (18 % и выше), которые характеризуются отмеченными выше физическими особенностями обтекания. Для используемых сейчас профилей с относительной толщиной 9–12 % удалось достигнуть крейсерских скоростей полета 900–950 км/час.

## На «горячих» крыльях

В настоящее время с целью управления потоком используются новые принципы и современные технические средства, например подвод энергии в поток. Так, согласно теоретическим разработкам, ведущимся в ИТПМ, управляя обтеканием обычных, не сверхкритических, профилей с помощью импульсно периодического подвода энергии, можно вдвое снизить волновое сопротивление, что позволит продвинуться в область более высоких скоростей полета.



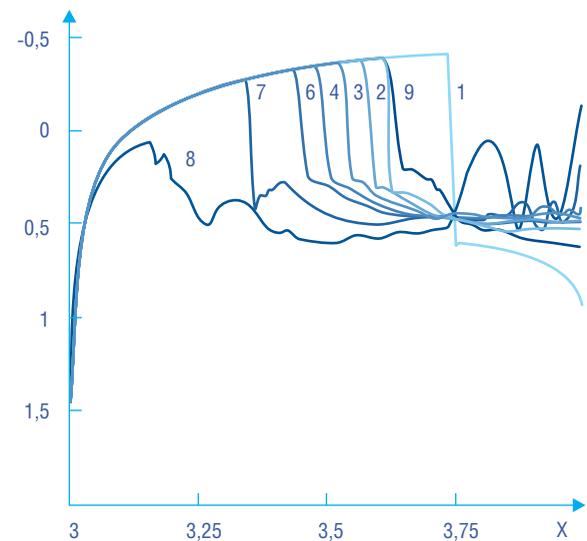
Уменьшение размеров сверхзвуковой зоны и интенсивности замыкающего скачка с помощью подвода энергии приводит к значительному снижению волнового сопротивления профиля:

а — без подвода энергии; б—е — с подводом энергии. Подвод энергии осуществляется в узкой протяженной зоне вблизи профиля перед замыкающим скачком уплотнения, но за координатой максимальной толщины. Происходит перестройка течения, при которой перед зоной подвода энергии возникает косой скачок уплотнения (б), температура за ним увеличивается, что приводит к перемещению вверх по потоку замыкающего скачка (в— г). Скачки уплотнения сливаются, и устанавливается периодический режим (д — е)

Подобный подвод энергии может быть осуществлен при помощи комбинации лазерного и СВЧ-излучения. Лазерное излучение при этом инициирует незначительную, но достаточную для эффективного поглощения СВЧ-излучения, ионизацию потока.

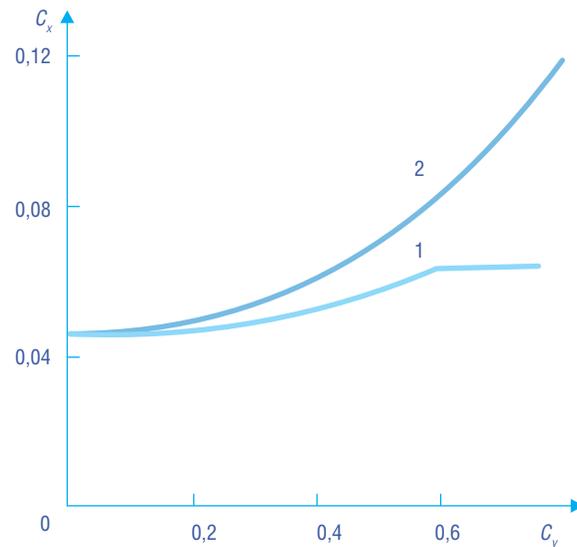
Для выяснения причин столь существенного снижения сопротивления необходимо рассмотреть как динамику процесса, так и установившийся периодический режим течения воздушного потока. На серии графиков, демонстрирующих изменение размеров сверхзвуковой зоны и интенсивности замыкающего скачка при подводе энергии, показано поле чисел Маха при обтекании симметричного профиля.

На конечном графике видно, что результирующий замыкающий скачок уплотнения стабилизируется перед зоной подвода энергии с незначительными продольными колебаниями, обусловленными периодическим подводом энергии. Интенсивность замыкающего скачка оказывается меньше интенсивности скачка в случае, когда энергия не подводится, поскольку он формируется при меньших числах Маха. Этим обусловлено и то, что газ, проходя через скачок уплотнения, теряет меньше кинетической энергии. Тем самым обеспечивается большее значение полного давления в хвостовой части профиля, что позволяет снизить лобовое сопротивление.



Распределение коэффициента давления:  $C_p = \frac{p-p_\infty}{qF}$  вдоль хорды профиля без подвода энергии (1) и при различном положении зон подвода энергии (2—9); где  $q = \frac{1}{2} \rho U_\infty^2$  — скоростной напор,  $\rho$  — плотность воздуха,  $F$  — площадь крыла самолета в плане

Подвод энергии способствует не только описанной перестройке течения, но и не зависящему от нее повышению полного давления газа  $p_{01}$ , за счет мгновенного повышения температуры в объеме. Оценки показывают, что требуемая мощность подводимой энергии мала по сравнению с мощностью набегающего потока. Это обстоятельство представляется чрезвычайно важным, так как гарантирует высокую эффективность подобно-го способа управления обтеканием профиля.



Поляры при обтекании профиля под нулевым углом атаки и несимметричном подводе энергии вдоль нижней поверхности профиля (1), а также при обтекании под углом атаки без подвода энергии (2)

Физический механизм уменьшения волнового сопротивления профиля при подводе энергии отличается от механизма сверхкритических профилей. Для сверхкритических профилей уменьшение волнового сопротивления достигается с помощью смещения замыкающего скачка уплотнения в хвостовую часть. Судя по графику распределения коэффициента давления вдоль хорды профиля, без подвода и с подводом энергии, в различных зонах профиля, существенно большие значения давления реализуются на большей части профиля, начиная с передней точки зоны подвода энергии.

Для оценки аэродинамических качеств исследуемого объекта обычно используется график зависимости коэффициента лобового сопротивления профиля  $C_x$  (иначе — *аэродинамическая поляра*) от коэффициента подъемной силы  $C_y$ . Аэродинамическая поляра профиля с несимметричным подводом энергии только у нижней поверхности также кардинально отличается от поляры без подвода энергии, получаемой при обтекании под

различными углами атаки. При таком подводе энергии требуемая подъемная сила может быть достигнута благодаря меньшему волновому сопротивлению, что увеличивает аэродинамическое качество профиля.

Интересно, что при монотонном увеличении подводимой энергии коэффициент сопротивления стабилизируется. Точка, соответствующая началу стабилизированного участка, обозначает оптимальный режим полета исходя из условия максимума дальности, а также с учетом увеличения аэродинамического качества и снижения затрат топлива на нагрев газа.

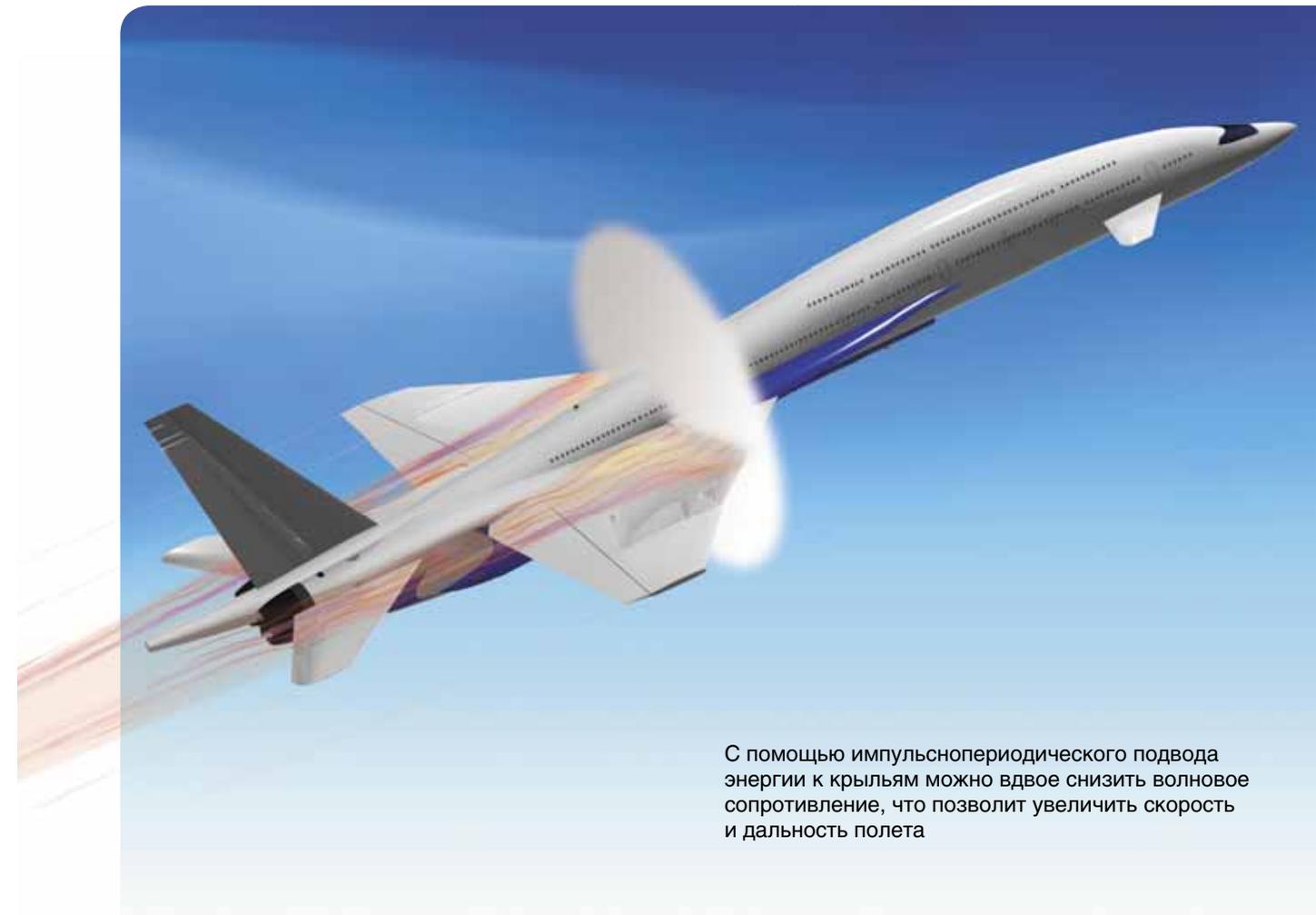
В этой точке коэффициент подъемной силы меньше соответствующего значения при максимальном аэродинамическом качестве без подвода энергии. Поэтому крейсерский полет при подводе энергии должен осуществляться на меньших высотах, чем полет без подвода энергии, — это следует из условия равенства аэродинамической подъемной силы весу самолета.

Факт стабилизации коэффициента сопротивления позволяет также управлять значением подъемной силы при постоянном значении силы волнового сопротив-

ления. Подвод энергии к газу при обтекании сверхкритических профилей целесообразно осуществлять только на нижней поверхности, так как на верхней поверхности замыкающий скачок уплотнения смещен к задней кромке крыла. Используя описанный подход, можно увеличить дальность полета до 15 %!

Проблемы, связанные с преодолением сверхзвукового барьера для мирных целей, не теряют своей остроты. Летать быстрее и дальше, а следовательно, тратить на перелеты меньше времени и денег — вот актуальная задача современной цивилизации.

И хотя пока не освоены даже трансзвуковые скорости, прогресс в этом направлении очевиден, и мы вправе в ближайшем будущем ожидать появления новых подходов к решению проблем, сформулированных еще академиком Христиановичем. Пассажирская авиация стоит сейчас перед звуковым барьером — и этот барьер, как и многие другие в «технологической» истории нашей цивилизации, будет обязательно взят!



С помощью импульснопериодического подвода энергии к крыльям можно вдвое снизить волновое сопротивление, что позволит увеличить скорость и дальность полета

С. Н. ХОДЫРЕВА  
О. И. ЛАВРИК

# Как клетка РЕМОНТИРУЕТ ДНК



ХОДЫРЕВА Светлана Николаевна — кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории биоорганической химии ферментов Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (Новосибирск)



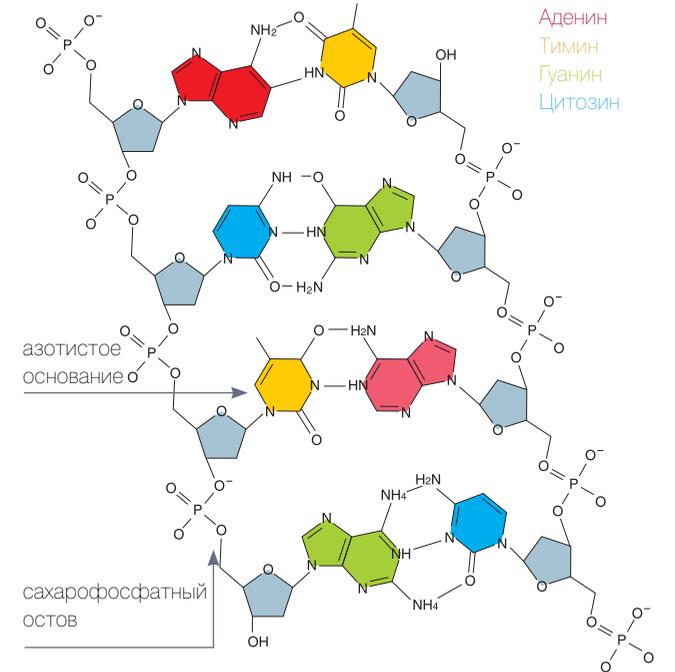
ЛАВРИК Ольга Ивановна — доктор химических наук, профессор, заведующая лабораторией биоорганической химии ферментов Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН. Лауреат Государственной премии по науке и технике СССР (1984), автор 5 монографий и более 250 публикаций

Всю информацию, которую хранят и передают по наследству живые клетки, несут в себе молекулы ДНК, являющиеся своеобразными шифрованными генетическими «текстами». Клетка тщательно следит за состоянием своих сокровищ: ДНК — единственная молекула, которую при повреждении клетка «ремонтирует» или, как принято говорить, «репарирует» — молекулы всех других типов синтезируются заново

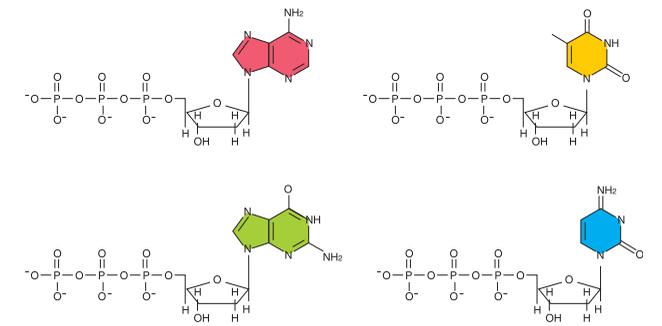
Удивительно, что, несмотря на ключевую роль, которую играет нить ДНК в работе клеток, она является очень нежным образованием, и повредить ее ничего не стоит. Даже обычный солнечный свет представляет для ДНК серьезную угрозу. Чаще всего это происходит следующим образом: квант света — фотон, — столкнувшись с ДНК, может передать свою энергию одному из ее структурных элементов — азотистому основанию, — который при этом переходит в возбужденное состояние. Дальше все зависит от того, с каким конкретно основанием это произошло. Если это аденин или гуанин, то энергия возбуждения быстро переходит в тепловую — и структура ДНК не меняется. Если же порцию дополнительной энергии получили тимин или цитозин, то последствия могут быть весьма серьезными.

К примеру, из двух расположенных рядом на одной цепи тиминов может возникнуть новая структура — *тиминовый димер* — молекула, в которой четыре расположенных по углам квадрата атома углерода соединены химическими ковалентными связями. Если представить, что ДНК — это застежка-молния, то димер в таком случае похож на два соседних зубца, которые сошлись вместе и не позволяют застежке работать: с такой поврежденной цепи ДНК уже нельзя снять копию-слепок, которая может быть «инструкцией» по изготовлению нужного белка.

Молекулы ДНК можно представить в виде ожерелий, состоящих из двух ниточек бусин, которые уложены параллельно и закручены в общую спираль (а). «Ниточка», или сахарофосфатный остов ДНК, представляет собой цепь из чередующихся фосфатных групп и остатков сахара-дезоксирибозы, к которым и присоединены бусины — азотистые основания. Бусин-оснований всего 4 вида. В пределах одной нити бусины могут располагаться в любом сочетании, и именно в их последовательности закодировано все многообразие генетической информации. Перед делением клетки происходит удвоение всех молекул ДНК, и дочерняя клетка получает ровно половину всех «ожерелий».



а — Структура двойной нити ДНК



б — Заготовки для синтеза и репарации ДНК

«Ожерелья» ДНК собираются по определенным правилам (правило комплементарности: против аденина всегда стоит тимин, а против гуанина — цитозин) сложными молекулярными машинами, состоящими из большого числа белковых молекул. Главной молекулой является фермент ДНК-полимераза, которая и собирает цепи из специальных заготовок (дезоксирибонуклеозидтрифосфатов) (б). Каждая заготовка состоит из собственно «бусины» и кусочка «ниточки», причем последний несколько длиннее, чем это необходимо, и будет укорочен при сборке (именно в нем запасена энергия, необходимая для процесса). Эти заготовки клетка использует не только для сборки новых нитей, но и для «ремонта» (репарации) поврежденных

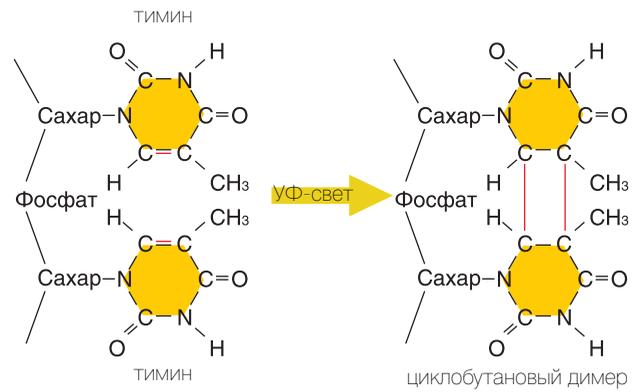
Довольно жестким ударом для любого организма является радиационное облучение, в несколько раз превышающее фоновый уровень радиации, необходимый для существования всех живых существ. Действие ионизирующей радиации вызывает различные повреждения ДНК, включая разрывы обеих цепей, что наиболее опасно для клетки, поскольку репарация таких повреждений особенно сложна. Этот принцип, собственно, положен в основу радиотерапии, когда с помощью ионизирующей радиации уничтожаются раковые клетки; сходным действием обладают и некоторые лекарственные препараты, также используемые при лечении рака. Следует заметить, что даже единственный неисправленный разрыв обеих цепей ДНК может вызвать гибель клетки.

Повреждения ДНК могут быть вызваны и некоторыми антропогенными загрязнениями окружающей среды, такими как продукты сгорания бензина, табачный дым... Однако самые многочисленные, но в то же время и наиболее легко исправляемые повреждения, вызваны агентами, которые возникают в процессе нормальной жизнедеятельности самой клетки: при дыхании, окислении липидов (жиров), а также при воспалительных реакциях. Сейчас известно всего более ста типов подобных окислительных повреждений ДНК.

Ясно, что со столь разнообразными повреждениями справиться непросто. В процессе эволюции возникло несколько изолированных, частично перекрывающихся систем, которые способны исправить большинство (хотя и не все) изменений в генетических «текстах» клеток. Эти системы, как правило, представляют собой ансамбли, состоящие из нескольких десятков разных белков, и специализируются они на проведении определенного типа «ремонта» — *репарации* ДНК.

Распределение функций между этими белковыми «машинами» выглядит следующим образом. *Экцизионная репарация нуклеотидов* (от англ. excision — выщепление) обеспечивает удаление большого класса разнообразных объемных повреждений, которые искажают структуру двойной спирали ДНК и, как правило, препятствуют синтезу копий ДНК, т.е. получению копий-инструкций для последующего синтеза белков.

*Экцизионная репарация оснований* специализируется на «мелком» ремонте небольших повреждений оснований ДНК, не сопровождающихся значительным искажением двойной спирали. Эти повреждения могут не препятствовать процессу копирования информации с ДНК, однако приводят к ошибкам в самих генетических «текстах». Существует еще два белковых ансамбля, участвующих в процессах, называемых «гомологичная рекомбинация» и «негомологичное воссоединение концов» — они заняты крупным ремонтом: соединяют цепи ДНК, в которых разорваны обе ниточки, хотя и пользуются для этого разными механизмами.



При воздействии на ДНК ультрафиолетовым излучением из двух азотистых оснований тимин, расположенных рядом на одной цепочке ДНК, может возникнуть новая структура — тиминовый димер, — четыре атома углерода в которой соединены ковалентными связями. С такой поврежденной цепи генетическую информацию считать уже невозможно

### Заплатки короткие и длинные

Рассмотрим подробнее, как же работают некоторые репарационные машины. Нужно отметить, что, несмотря на большие различия в «исполнителях» и типе ремонта поврежденной ДНК, все репарационные процессы, идущие в клетке, имеют несколько общих черт.

Во-первых, нужно найти повреждение, «расчислить» поврежденный участок ДНК (это может быть маленький кусочек, размером в один нуклеотид, или более протяженный участок из нескольких десятков нуклеотидов), затем залатать повреждение и провести окончательную «отделку», чтобы не осталось даже следов от сделанной «заплатки». Еще одна общая черта: при «ремонте» испорченные детали не исправляются, а заменяются новыми. В репарации используются те же самые заготовки, из которых собирается нить ДНК в процессе ее удвоения. Тем не менее, детали работы этих машин резко различаются.

В экцизионной репарации оснований репарация ДНК осуществляется как бы конвейером, состоящим из отдельных белков. Поврежденная ДНК поступает в начало конвейера и в конце выходит полностью исправленной, т.е. передается от одного белка к другому, словно «эстафетная палочка». Конечно же, движется не сама ДНК — скорее каждый белок оказывается рядом и начинает работать, как только предыдущий участник процесса выполнит свою задачу.

В самом начале конвейера находится несколько ферментов, *ДНК-гликозилаз*, которые находят повреж-

### ТИПЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ ДНК

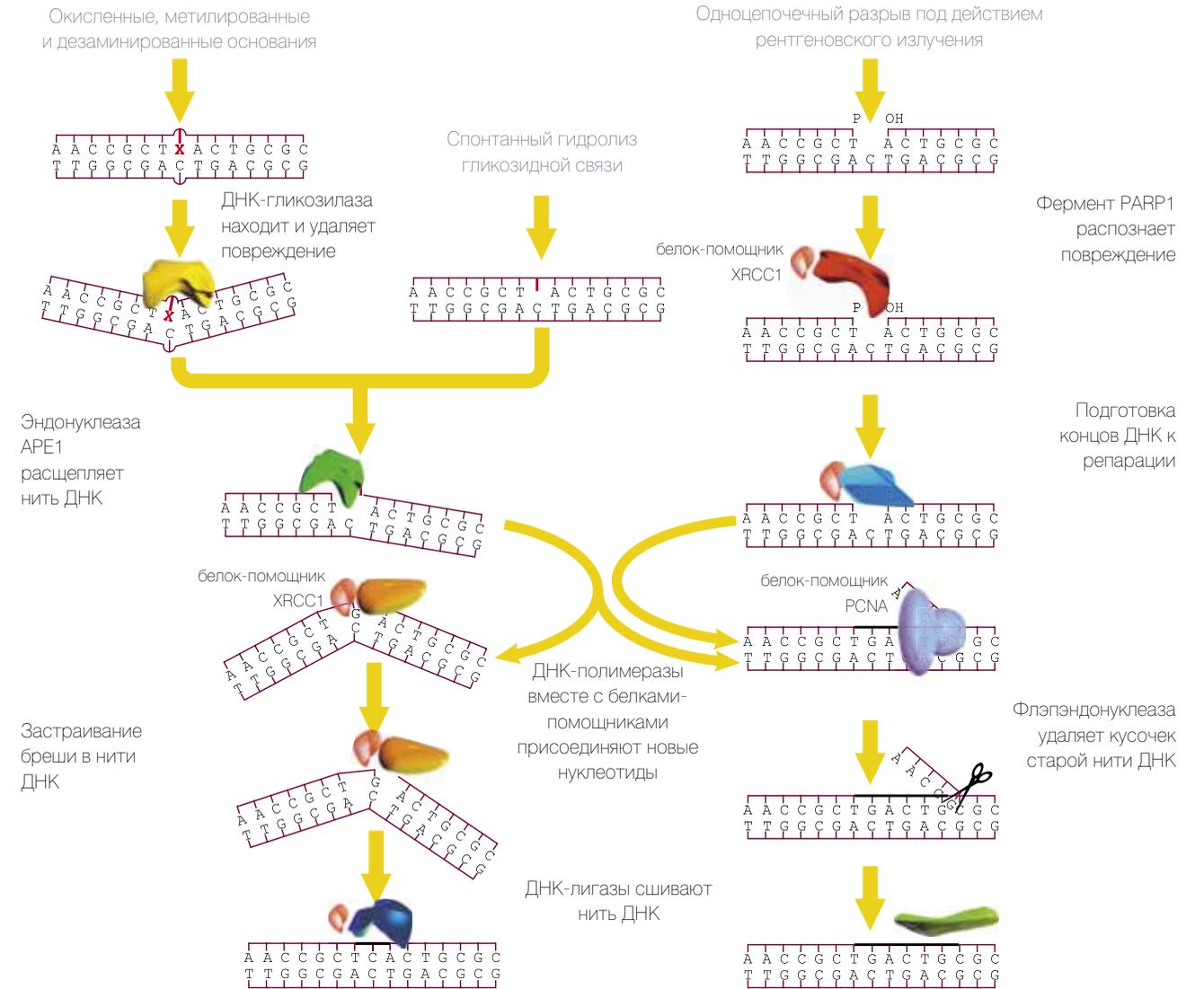


Схема экцизионной репарации азотистых оснований белковыми комплексами, специализирующимися на «мелком» ремонте небольших повреждений оснований ДНК, не сопровождающихся значительным искажением двойной спирали. Эти повреждения могут не препятствовать процессу копирования информации с ДНК, но при этом приводят к ошибкам в самих генетических «текстах»

денное основание и удаляют его\*. Некоторые из них находят и удаляют несколько различных типов поврежденных оснований, т.е. умеют «скусывать» с ниточки ДНК по-разному поврежденные «бусины», не разрезая самой ниточки. Другие же «замечают» только какой-то определенный тип повреждения.

Затем фермент *атуриновая/ацримидиновая эндонуклеаза* (APE1) делает разрез в ниточке так, чтобы другой

фермент, *ДНК-полимераза бета*, мог присоединить новую неповрежденную «бусинку» вместе с кусочком ниточки, да еще и «подравнять» ее, удалив кусочек, оставшийся от испорченной бусинки (т.е. рибозофосфатный остаток с противоположной стороны разрыва ДНК). Поскольку вторая цепочка ожерелья цела, то ДНК-полимераза, соответственно, выбирает из запаса не первую попавшуюся заготовку, а строго соответствующую (т.е. *комплементарную*) бусинке, находящейся напротив повреждения в цепи ДНК. ДНК-лигаза

\* См. в: НАУКА из первых рук. — 2006. — № 6 (12). — С. 24—35.

сращивает концы ниточки и теперь уже невозможно догадаться, что это ожерелье было починено.

Описанный механизм — самый простой путь эксцизионной репарации оснований, называемый «короткозаплаточным», поскольку в итоге происходит замена только одной «бусинки». Именно так системой ЭРО в основном исправляются повреждения. В этом процессе также участвуют вспомогательные белки, сами не выполняющие отдельные операции, но помогающие другим белкам сделать дело наилучшим образом. К числу таких помощников относится, например, белок с загадочным названием XRCC1, обеспечивающий устойчивость к рентгеновскому излучению: клетки, лишенные этого белка, более чувствительны к действию ионизирующей радиации, и репарация ДНК в них происходит хуже.

Как можно заметить, ЭРО — довольно экономный и хорошо отлаженный способ починки. Но не всегда

Студентка 5-го курса ФЕН НГУ Юлия Максютова в лаборатории биоорганической химии ферментов ИХБФМ СО РАН



дело идет так «штатно». Если оставшийся от поврежденной «бусинки» «кусочек ниточки», который должна удалить ДНК-полимераза бета, тоже был поврежден, то его удаления не происходит, и клетка переключается на другой путь репарации.

При этом клетка может использовать помощь других белковых машин, например тех ДНК-полимераз, которые обычно занимаются не починкой, а сборкой новых нитей ДНК. Такие ДНК-полимеразы вместе с белком-помощником (PCNA) работают быстрее и меньше ошибаются, выбирая тип заготовки-бусинки. Старая цепочка вытесняется из ожерелья и образует свисающий «хвост». Тут-то и требуется участие еще одного белка, который удалит «хвост». Этот фермент — *флэпэндонуклеаза* (FEN1) — также из машины репликации и лучше выполняет свою работу, взаимодействуя с PCNA.

Данный механизм, открытый немного позднее, был назван «длиннозаплаточным путем», поскольку замещается кусочек ДНК, состоящий не из одного, а из нескольких нуклеотидов. В этом случае для зашивания конечного разрыва используется еще один «репликативный» фермент — *ДНК-лигаза*. Сходным образом ремонтируется ДНК, в которой возникли разрывы вследствие воздействия ионизирующей радиации. В процессе, как правило, требуется участие еще одного фермента, полинуклеотидкиназы, роль которой заключается в создании определенной структуры концов «ниточки», удобной для работы ферментов ДНК-полимераз и ДНК-лигаз.

### Плохо — когда очень мало или очень много

При эксцизионной репарации нуклеотидов (ЭРН) рядом с опознанным повреждением ДНК собирается ансамбль белков, который осуществляет «раскрытие» структуры ДНК вблизи повреждения, а затем его последующее удаление. Повреждение удаляется вместе с куском нормальной ДНК.

Считается, что за опознавание повреждения ответственность несет белок, который обозначается буквами ХРС-НР23В. (Характерно, что многие из белков этого ансамбля имеют обозначения, начинающиеся буквами ХР. Происхождение этих обозначений связано с *пигментной ксеродермой* (xeroderma pigmentosum), которая проявляется в повышенной чувствительности к действию солнечного света, что связано с отсутствием одного из белков ЭРН.)

Белки этой репарационной машины занимают свои места в определенном порядке, и «посадка» каждого белка облегчает следующему участнику процесса выполнение задачи. Работа, заключающаяся в вырезании кусочка ДНК длиной около 30 нуклеотидных остатков,

идет слаженно. *Геликазы* со своими помощниками разводят цепи ДНК, *репликативный белок А* (RPA) покрывает и удерживает неповрежденную нить. *Нуклеазы* со своими помощниками делают два надреза нити по обеим сторонам от повреждения. Разрезы проводятся так, чтобы образовавшиеся кончики нити в дальнейшем были удобны для восстановления поврежденного участка машиной репликации. Вырезанный кусочек можно удалить — и тогда дело сделано наполовину, а именно: проведены подготовительные работы для восстановления утраченного куска.

Вот теперь можно использовать помощь белков ансамбля репликации: ДНК-полимеразы со своими белками-«ассистентами» по одному звену наращивают недостающий кусочек ДНК на основе информации неповрежденной нити ДНК, а ДНК-лигаза ликвидирует разрыв нити. Дело сделано, но и на этом пути репарации не все однозначно.

Существует два вида ансамблей белков, несколько различающихся по составу и специализации. Одни занимаются тем, что постоянно отслеживают состояние всех нитей ДНК и ремонтируют их по мере необходимости. Другой же ансамбль представляет собой «команду быстрого реагирования». Она вступает в игру тогда, когда фермент РНК-полимераза (также вместе с белками-помощниками: разве что-нибудь стоящее можно сделать в одиночку?) начинает собирать на нити ДНК другую нуклеиновую кислоту — так называемую матричную РНК, — которая и является инструкцией для синтеза конкретного белка\*. Если в ДНК есть громоздкое повреждение, которое мешает РНК-полимеразе правильно прочитать информацию и записать ее в инструкцию, процесс останавливается: тут-то и приглашается «команда быстрого реагирования», чтобы исправить повреждение примерно тем способом, который описан выше.

Работы еще двух систем, специализирующихся на репарации двуцепочечных разрывов в ДНК, мы не будем касаться — это тема другого разговора.

Для правильной и своевременной репарации ДНК важно не только наличие в клетке всех белков, участвующих в этих процессах, но и их количество: опасны как недостаток (или отсутствие) белков, так и их избыток. Чем же грозят человеку дефекты в системах репарации ДНК? Подобные заболевания протекают, как правило, тяжело (самое известное из них — вышеупомянутая пигментная ксеродерма), но встречаются они достаточно редко.

Заболевания человека, однозначно связанные с функциональной неактивностью какого-либо из белков системы ЭРО, на сегодня вообще не известны. Это может быть обусловлено высокой значимостью описанного

\* См. в: НАУКА из первых рук. — 2006. — № 6 (12). — С. 46–53.

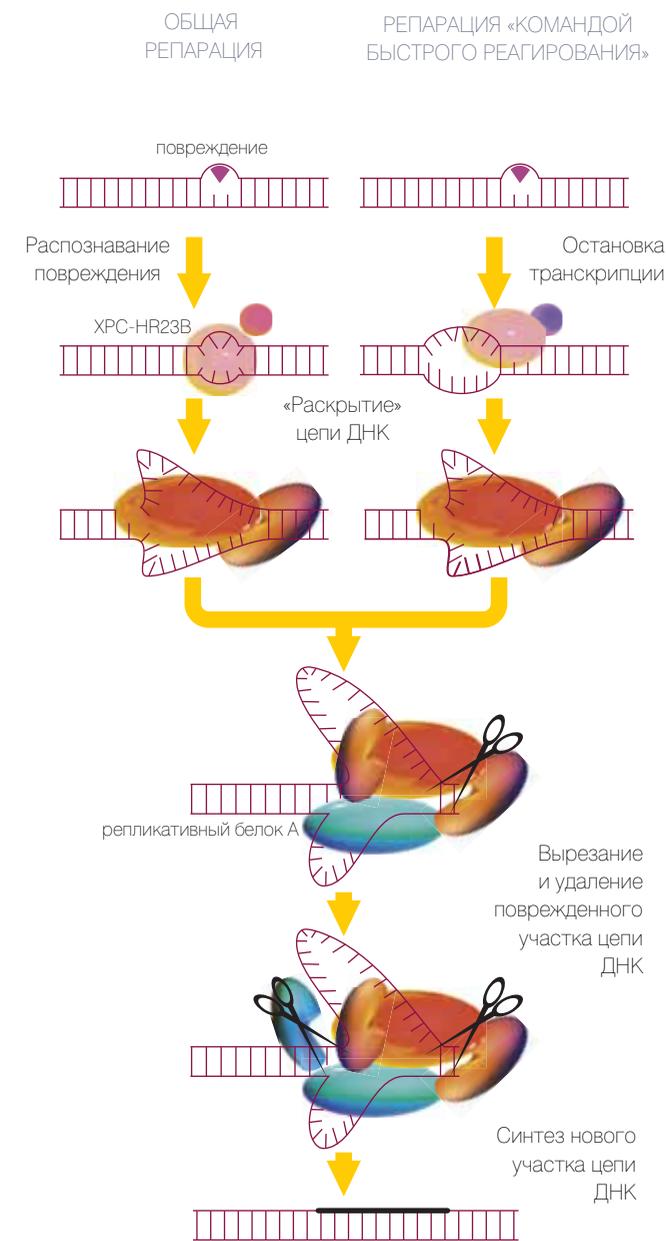


Схема эксцизионной репарации нуклеотидов, обеспечивающая удаление большого класса разнообразных объемных повреждений. Такие повреждения искажают структуру двойной спирали ДНК и, как правило, препятствуют синтезу ее копий



Авторы выражают благодарность аспирантке ИХБФМ СО РАН Екатерине Плехановой за помощь в подготовке иллюстративного материала

пути репарации, выражающейся в нежизнеспособности организмов с подобными дефектами.

В то же время для многих патологических состояний характерны изменения в количестве белков, причем как в большую, так и в меньшую сторону. Так, для некоторых типов раковых клеток характерны увеличенные количества ДНК-полимеразы бета и APE1. Казалось бы, что плохого, если в клетке много ферментов репарации? Однако резкое изменение активности (количества), например ДНК-полимеразы бета, может приводить к тому, что она начинает «совать нос не в свое дело», замещая более точно функционирующие ДНК-полимеразы, а это приводит к нестабильности генетической информации.

## Пришиваем этикетку к белку

Для исследования комплексов белков, относящихся к системам репликации и репарации ДНК, а также для поиска новых участников этих процессов ученые используют метод так называемой *фотоаффинной модификации белков*, разработанный в Институте химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН. «Аффинная» означает «основанная на сродстве». Имеется в виду способность ДНК образовывать специфические комплексы с белками, участвующими в определенных реакциях.

Ученым удалось сконструировать и синтезировать аналоги дезоксирибонуклеозидтрифосфатов (заготовок, используемых ДНК-полимеразами при синтезе ДНК), обладающие следующими замечательными свойствами: они несут дополнительные химические группы, которые при облучении ультрафиолетовым светом активируются и могут присоединяться к белкам с образованием стабильной связи. Фотоактивные группы введены в основание таким образом, чтобы не мешать работе ДНК-полимераз, которые могут встраивать эти фотоактивные «бусины» в состав ДНК.

Теперь, если мы облучим УФ-светом смесь, содержащую фотоактивную ДНК и белки, те из белков, которые находятся в специфическом комплексе с ДНК, будут присоединены к ней прочной связью. Так белок приобретает «этикетку» в виде кусочка ДНК.

В результате исследователи убивают сразу двух зайцев. Во-первых, поскольку в состав ДНК входят атомы фосфора, мы можем ввести в ее состав радиоактивную метку (обычно это изотоп фосфора <sup>32</sup>P), что дает возможность легко следить за этой меткой при последующем анализе. Радиоизотопные метки регистрируются с высокой чувствительностью, что позволяет работать с очень маленькими количествами белков. Во-вторых, присутствие этикетки на белке свидетельствует о том, что этот белок способен взаимодействовать с определенными структурными образованиями ДНК, характерными для того или иного этапа процесса репарации.

Используя этот метод, ученые ИХБФМ установили, что, к примеру, из тысяч белков, содержащихся в экстракте из клеток мыши, только шесть оказались радиоактивно мечеными фотоактивными ДНК, по структуре схожими с участками ДНК, которые «ремонтятся» системой ЭРО. Среди них наши «старые знакомые» — ДНК-полимераза бета, флэпэндонуклеаза, апуриновая/апиримидиновая эндонуклеаза, — об участии которых в этом пути репарации хорошо известно.

Природу еще одного белка удалось установить с использованием других методов, в том числе специфических антител. Этим белком оказался фермент *поли(АДР-рибозо) полимеразы 1 (PARP1)*. Он обнаруживает разрывы в нити ДНК, образуя димеры (пары), и в ответ синтезирует разветвленный отрицательно заряженный полимер (*поли(АДР)рибозу*), прочно присоединенную к некоторым ядерным белкам. Самое поразительное, что одна молекула PARP1 синтезирует этот полимер на втором участнике пары. Так возникает внутриклеточный сигнал: «Внимание! Здесь в ДНК появился разрыв. Требуется помощь».

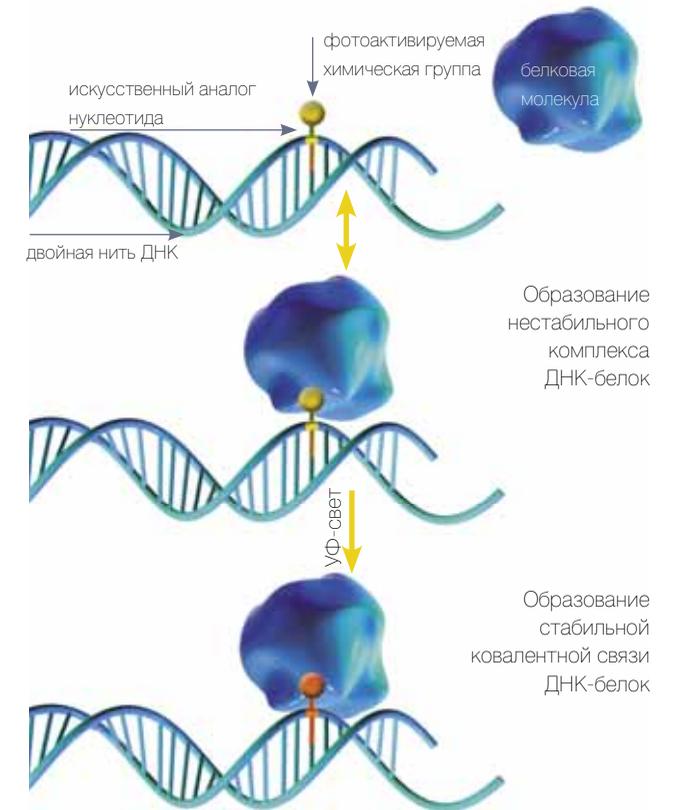
Как следствие, в клетке «запускается» каскад событий, который, в конечном счете, приводит к исправлению повреждения. Если же повреждений очень много,

Помочь в идентификации белка, помеченного с помощью метода аффинной модификации, могут современные чувствительные технологии. В качестве ДНК-«этикетки» можно использовать специфические ДНК, содержащие AP-сайт, т.е. «дырку» на месте одного азотистого основания, возникающие как промежуточные соединения при эксцизионной репарации. Сахар дезоксирибоза в составе AP-сайта может образовывать с определенными аминокислотами белка химические связи, которые становятся стабильными при восстановлении боргидридом.

Для отделения подобного комплекса используется очень изящный и остроумный прием. Предварительно в состав ДНК вводят биотин (витамин H или B7), способный очень прочно связываться с белком куриного яйца авидином или бактериальным белком стрептавидином. Если закрепить тот же стрептавидин на какой-нибудь поверхности, а затем нанести на нее раствор с биотинилированной ДНК, то последняя будет удерживаться, не смываясь водными растворами. Так можно «заякорить» и ДНК с пришитым белком. Стрептавидин закрепляют на мелких парамагнитных шариках, при отмывке удерживаемых с помощью магнита.

Оставшийся на шариках продукт снимают и отделяют от примесей электрофорезом в полиакриламидном геле. Кусочек геля, содержащий белок с пришитой ДНК, вырезают и прямо в геле «нарезают» на кусочки-пептиды ферментами, например трипсином, строго в определенных местах.

Массы образовавшихся пептидов определяют очень чувствительным методом масс-спектрометрии MALDI-TOF-MS. В результате анализа определяется «пептидная карта» белка. Затем с помощью программного обеспечения (Mascot или Profound) производится идентификация белка, для чего в анализируемом образце массы пептидов сравниваются с теоретически рассчитанными массами для всех белков, занесенных в базу данных. Обработав огромный массив данных, программа выбирает наиболее вероятных кандидатов. Несмотря на то что пептиды с одинаковыми массами могут встречаться в разных белках, сочетание пептидов определенной массы в образце позволяет надежно установить природу анализируемого белка



Метод фотоаффинной модификации белков в экстрактах клеток аналогами ДНК был разработан в ИХБФМ СО РАН. Фотоактивные ДНК, играющие роль «этикеток» на исследуемых белках, несут дополнительные химические группы, которые при облучении ультрафиолетовым светом активируются и присоединяются к белкам с образованием прочной связи. За радиоактивной меткой удобно следить при дальнейшем анализе специфического комплекса ДНК-белок

то происходит «гиперактивация», т.е. наработка большого количества «сигнала». Это истощает энергетические запасы клетки, и в ней формируется другой «сигнал»: возможности ремонта ДНК исчерпаны — клетка подлежит уничтожению. В ответ на этот сигнал в клетке вступают в действие программы ее самоуничтожения, поскольку клетки с нарушениями ДНК могут становиться родоначальниками опухолевых.

Еще два из меченых белков пока сохраняют свое «инкогнито», но работа по установлению их «личности» продолжается. Сегодня ученые научились точно и быстро устанавливать последовательность и в принципе «прочитать» все генетические «тексты», записанные в ДНК человека, однако функции далеко еще не всех белков, которые клетки могут синтезировать, установлены — это огромное поле деятельности для современных и будущих исследователей.

Е. Э. ВОЙТИШЕК  
С. А. КОМИССАРОВ

# ИГРОМАНИЯ ПО-ВОСТОЧНОМУ

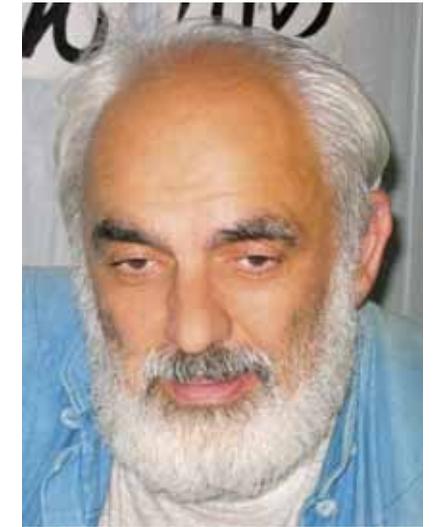


Сыграем—враковины, цветы или стихи?

*Идешь по вечерним улицам наших городов и словно окунаешься в мигающее световое половодье вывесок разнообразных игровых клубов и казино. Прошло всего несколько лет с начала изменений в стране — и подобные заведения стали непрямым атрибутом практически каждого населенного пункта — от мегаполиса до небольшого поселка. За игровыми автоматами можно встретить школьника и пенсионера, бизнесмена и бандита — игроманию, пожалуй, можно назвать социальной болезнью нашего времени, наряду с алкоголизмом и наркоманией. На Востоке же люди столетиями предавались азартным играм с не меньшей, если не с большей, страстью, чем на Западе...*



ВОЙТИШЕК Елена Эдмундовна — кандидат исторических наук, научный сотрудник Института археологии и этнографии СО РАН (Новосибирск), заведующая кафедрой востоковедения Новосибирского государственного университета. Член Всероссийской ассоциации японоведов. Сфера научных интересов — культурно-исторические традиции народов Восточной и Юго-Восточной Азии, история интеллектуальных развлечений в духовной культуре Китая, Японии, Кореи. Автор более 50 печатных работ



КОМИССАРОВ Сергей Александрович — кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Института археологии и этнографии СО РАН, профессор кафедры востоковедения Новосибирского государственного университета. Член Европейской ассоциации китаеведов. Сфера научных интересов — археология и этническая история Восточной и Юго-Восточной Азии, история традиционной китайской медицины. Автор более 500 печатных работ

Сегодня игра воспринимается, прежде всего, как синоним алчности и азарта, однако изначально игровой элемент был важной частью жизни общества. В современной культурологии игра выступает формообразующим по отношению к самой культуре способом деятельности человека; более того, возникновение игры, а также характерного для нее состязательного момента отмечается еще на биологическом уровне, до всякой культуры (Хейзинга, 1992). Если рассматривать игру как феномен, производный от культурного опыта человечества, то ее место можно определить как пограничное: между миром рефлексии (философия, наука, религия и т. п.) и миром, ускользающим от рефлексии (ритуал, телесные практики и переживания). В современном понимании игра является непродуктивной деятельностью человека, мотив которой заключается не в достижении практического результата, а в самом действии: «Игра как область деятельности и жизни, противопоставленная

серьезной, неигровой действительности, имеет специфическую символическую условность, позволяющую человеку в пределах игры быть свободным» (Розин, 2001, С. 70).

Благодаря тому что игра обладает символической условностью, есть возможность моделировать ситуации конфликтов, решение которых в практической сфере деятельности или затруднено, или невозможно. На заре человечества через игровое поведение происходило формирование эстетических и этических идеалов. При этом игра помогала человеку подниматься над обыденностью, создавать свою собственную Вселенную, и тем самым уподобляться божеству. Отсюда и ее тесная связь с ритуалом: недаром в традиционных обществах игра была неотъемлемой частью культов. И хотя по мере развития культуры происходила десакрализация игры, указания на ее особую связь с судьбой сохранились во многих мелких деталях, и даже в суевериях, связанных с игровой практикой.



[серебряную] застежку, и вовсе дурееет, играя на золото. Умение — то же самое, но стоит появиться чему-то ценному — и все внимание уже на внешнем. А сосредоточившись на внешнем, теряешь внимание к внутреннему» (Из книг мудрецов, 1987, С. 97).

Конфуцианской традицией, получившей распространение во многих странах Дальнего Востока, для обуздания низменных страстей «благородному мужу» предписывалось не растрачивать свои силы на «пустые» занятия, а направлять их на собственное духовное усовершенствование и беззаветную службу государю. Места игровому

В XII в. среди японцев была широко распространена игра в раковины-*хамагури*; суть ее состоит в том, что нужно подобрать створки, на внутренние части которых были нанесены либо одинаковые рисунки с незначительными отличиями (а), либо части одного стихотворения (б). Последние стали прообразом «поэтических карт» *ута-карута*. а — ракушки для игры в *каиавасэ*; б — *гэндзи-карута* в виде ракушек

### Раковинная забава

Самоценность, изначально при-сущая игре, не предполагает какой-либо материальной выгоды для ее участников. Однако по мере усложнения общественных связей стремление участников игры к самоутверждению и лидерству усилилось, а с развитием рыночных отношений победа в игре и вовсе стала расцениваться в качестве денежного эквивалента. Коммерциализация игры способствовала тому, что стремление к личному успеху и выгоде в настоящее время все чаще приобретает патологический характер.

Игровой азарт был издавна свойственен людям Востока, о чем выразительно говорится в древнекитайском трактате «Чжуан-цзы», датированном концом IV — началом III вв. до н. э.: «Тот, кто искусен в игре со ставкой на черепицу, волнуется, играя на

Действие внутренних механизмов азарта, которые сродни наркотической зависимости, до конца не выяснено, поэтому эффективных средств лечения от игромании до сих пор не существует. Поиск подобной панацеи ведут и биохимики, и психологи, но, пожалуй, один из ее наиболее интересных вариантов в сфере культуры был предложен несколько столетий назад. Речь идет о японском опыте создания интеллектуальных карточных игр.



а Бумажные карты японского производства. Масти и старшие карты обозначены отличными от обычных карт символами: а — европеизированные карты *тэнсё* (середина XVI в.); б — японизированные карты *унсун* (конец XVII в.)

поведению, состязательности в данной модели предусмотрено не было, ибо, как учил Конфуций, «у совершенного мужа нет оснований вступать в состязания» (исключение знаменитый философ делал только для стрельбы из лука) (Классическое конфуцианство, 2000, С. 105).

Конфуцианская идеология впоследствии оказала глубокое влияние на развитие общественного сознания японцев, в том числе и на формирование знаменитого самурайского кодекса *бусидо*. В первую очередь настоящий воин должен был состязаться с самим собой и не отвлекаться от Пути служения.

Разумеется, теоретические посылки отнюдь не всегда реализовывались на практике. Характерно в этом плане развитие игры, называемой *каиавасэ* («сложение раковинок моллюсков»), или *каиоои* («накрывание раковин»), которая была популярной среди японских

аристократов эпохи Хэйан (VIII—XII вв.). Суть игры состояла в сопоставлении и подборе друг к другу — в зависимости от формы, цвета и размера — половинок редких и диковинных раковинок моллюска *хамагури*. Участница, набравшая наибольшее число совпавших половинок, объявлялась победительницей.

Первоначально в *каиавасэ* играли только в аристократических кругах, но уже ко времени эпохи Эдо (начало XVII в.) «раковинная забава» распространилась и среди обычных горожан. Чтобы расширить круг возможных участников, содержание игры существенно видоизменили путем нанесения на внутренние створки раковин либо рисунков, либо частей стихотворений. Игра с такими раковинами в дальнейшем послужила прообразом карточных игр, основанных на хорошем знании и пятистиший *танка* из классических антологий, и поэтических образов знаменитых произведе-



«Поэтические карты» хякунин-иссю (XVII в.). Подобная колода состоит из 200 карт: сто из них, с полным текстом стихотворений (ёмифуда), находится у ведущего, а еще сто — с текстами второй половины произведений (торифуда) — раздаются участникам, которые должны как можно быстрее и полнее установить соответствие между двумя половинами колоды

приобрела особую популярность именно благодаря игре в «поэтические карты».

В эпоху Мэйдзи (середина XVIII — начало XIX вв.) известный издатель Куроива Руйко разработал современные правила игры, после чего турниры по «поэтическим картам» стали проводиться в преддверии новогодних празднеств.

Эта традиция сохранилась и по сей день. Более ста тысяч любителей «поэтических карт» регулярно проводят соревнования по всей Японии. Около пяти тысяч человек являются обладателями «данов» (разрядов). Существует особая коммерческая лига, ежегодно организующая квалификационные турниры, в которых пятьдесят человек разыгрывают титул мастера мэйдзин.

### «Забивайте торчащие сваи»

Но, пожалуй, наибольшее распространение в японском обществе приобрела другая интеллектуальная игра — *ироха-карута*, «карты с пословицами». Карты представляют собой своеобразную антологию народных пословиц, буддийских и конфуцианских афоризмов, где каждому знаку алфавита соответствует одно или несколько изречений.

Изобретение алфавита *ироха* (названного так по первым трем знакам: *и-ро-ха*) традиционно при-

ролева», «всадник», «полководец», «дракон» и т. п. В течение века было создано несколько видов европеизированных карточных игр, которые пережили и бурный расцвет, и периоды запретов со стороны властей.

Что касается собственно японской линии карточных игр, то в середине XVII в. уже существовали «поэтические карты» *ута-карута*, больше напоминающие лото, разработанные на основе поэтической антологии XIII в. «Хякунин иссю» («Сто стихотворений ста поэтов»), составленной прославленным поэтом и филологом Фудзиварой-но Тэйка. В этой игре в равной мере сочетаются культурно-воспитательные элементы и игровой азарт. Следует заметить, что вначале использовались стихи и из других сборников, однако уже к середине XIX в. под *ута-карута* понимали только карты, созданные на основе «Ста стихотворений». Поэтому их стали называть и *хякунин-иссю-карута*. Более того, сама антология

ний, например «Повесть о принце Гэндзи» («Гэндзи-моногатари»), созданная на рубеже X—XI вв.

### Поэтические карты ута-карута

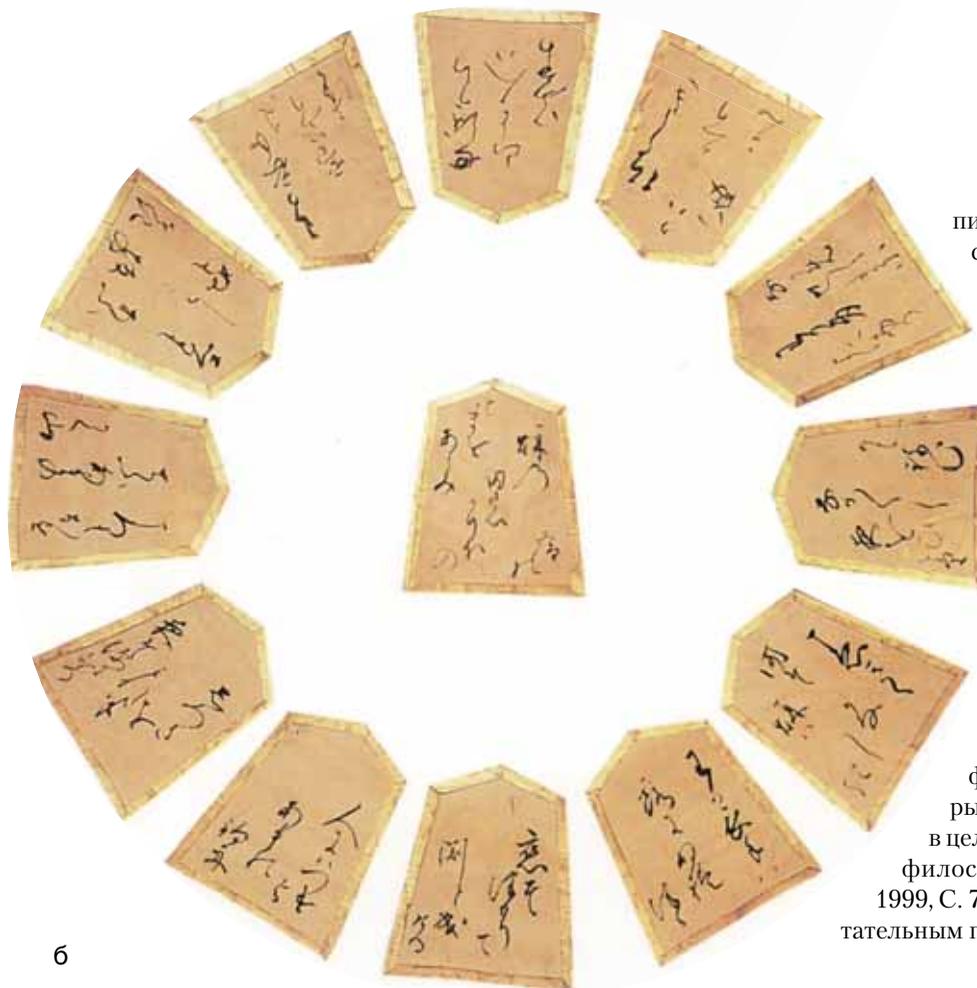
Европейцы, появившиеся на Японском архипелаге в середине XVI в., принесли с собой и бумажные карты, которые, в конце концов, полностью вытеснили хрупкие раковины. Под словом «карта» (*карута*, *гарута*), заимствованном из португальского языка (*carta*), сначала подразумевался особый вид толстой бумаги.

Первые карты японского производства были напечатаны в местечке Миикэ (современный г. Омута) на острове Кюсю. При этом мастера не просто копировали западные образцы, но и создавали собственные варианты, где в качестве мастей использовались «кубки», «монеты», «жезлы» и «мечи», а в качестве «картинок» (старших карт) — «ко-



а

«Поэтические карты» хякунин-иссю в форме веера (а) и в форме фигур шахмат сёги (б) (эпоха Эдо)



б

писывается легендарному буддийскому монаху Кобо Дайси (774—835 гг.), более известному под монашеским именем Кукай. Существует предположение, что Кукай, будучи искусным каллиграфом, создал знаки слоговой азбуки *хирагана*, базирующейся на китайских иероглифах, которая стала неотъемлемой частью письменного японского языка.

Новая азбука и была закреплена в поэтическом алфавите *ироха*, состоящем из 48 (первоначально — 47) знаков и созданном на основе фрагмента из буддийской «Сутры нирваны». В итоге он сложился в цельное стихотворение с глубоким философским смыслом (Войтишек, 1999, С. 7—8). Приведем его здесь в блистательном переводе академика Н. Конрада:



## Карты — буквари и энциклопедии

Поскольку японская фразеология поистине необъятна, существует множество комплектов карт с разным набором пословиц и афоризмов. Можно выделить три группы изречений, соответствующих различным наборам карт: пословицы *камигата-карута*, распространенные в районе Камигата (территория Киото и Осака); пословицы *тюкё-карута*, имевшие хождение в районе Тюкё (между Токио и Киото, с центром в окрестностях Нагоя); пословицы *эдо-карута*, распространенные в исторических центрах Японии, и прежде всего в Эдо (название Токио до 1868 г.). Нужно отметить, что изречения *тюкё-карута*, отличаясь особым своеобразием, в настоящее время широким слоям населения Японии по большей части непонятны, поэтому постепенно выходят из обращения.

На основе поэтического алфавита постоянно создавались карты самой различной тематики. Из наиболее оригинальных можно отметить



Традиционные поэтические карты ута-карута (среди авторов — императоры, монахи, придворные поэты и поэтессы)



Турнир по игре в традиционные поэтические карты



На основе поэтического алфавита были созданы «карты с оборотнями». Тексты пословиц и афоризмов, которые они содержат, заменены изречениями, имеющими отношение к привидениям и оборотням из традиционной японской демонологии

Половина колоды карт *ироха* — самой распространенной интеллектуальной карточной игры среди японцев — содержит картинку со знаками алфавита, а другая — тексты пословиц и афоризмов. Играющие должны установить как можно больше соответствий между этими двумя разделами, что требует хорошего знания литературного языка. На фото — карты *ироха* (эпоха Мэйдзи, середина XIX в.)

Тексты на картах *ироха* представляют собой, как правило, высказывания нравоучительного, дидактического характера, нередко исполненные добродушного юмора. Приведем несколько характерных примеров: «Любимого ребенка пошли в далекое путешествие»; «В дом, где смеются, приходит счастье»; «Чрезмерная вежливость становится грубостью»; «И обезьяна с дерева падает»; «Плачущее лицо еще и пчела кусает».

Здесь же можно назвать и известное изречение: «Забывать торчащие сваи», — которое многими культурологами трактуется как один из главных принципов функционирования японского общества вплоть до новейшего времени. Суть изречения в том, что прежде всего следует выполнять общую задачу и не выделяться в ущерб господствующему порядку, что, кстати, категорически исключает состязательность.

*Иро ха ни хо хэдо тири нуру о* Красота сияет. Миг — И увяла вся.

*вага ё тарэ дзо цунэ нара му (н)* В нашем мире что, скажи, Пребывает ввек?

*уи но оку яма кэфу коэтэ* Грани мира суеты Ныне перейдя,

*асаки юмэ мидзи эхи мо сэдзу (кё:).* Брось пустые видеть сны И пьянеть от них

(Цит. по: Войтишек, 2003, С. 131).

Что же касается собственно карт *ироха*, то они появились в конце эпохи Муромати (XVI в.). Существовало несколько их локальных вариантов, но все они базировались на одном принципе. Колода *ироха* состоит из 96 (48 x 2) карт, одна половина которых содержит картинки со знаками алфавита, а другая — тексты пословиц и афоризмов. Играющие должны установить как можно больше соответствий между этими двумя разделами, что требует хорошего знания литературного языка во всем его фразеологическом богатстве.



Китай, где наряду с классическими конфуцианскими книгами, составившими основу духовного воспитания в традиционной культуре, издавна существовали специальные рифмованные иероглифические прописи, в которых в игровой форме давались знания о мире.

### Двенадцать месяцев цветов и деревьев

Хотя многие из интеллектуальных японских карточных игр возникли не так давно, все они в содержательном плане опираются на многовековую культурную традицию. Это относится и к так называемым «цветочным картам» *ханафуда* (иначе — *хана-карута*), изобретенным в 1818—1843 гг. Одним из стимулов к их созданию стало стремление обойти официальный запрет на карточные игры европейского типа, существовавший в то время. Эти карты, которые дают полное представление о чувственном восприятии всех четырех сезо-

нов года в художественно-поэтической традиции, стали воплощением коллективного творчества японского народа. И сегодня, несмотря на широкое распространение в Японии китайской игры *мацзян* и обычных европейских карт — словом, всех видов азартных игр, пришедших из-за границы, — карты *ханафуда* остаются популярными в качестве чисто национальной игры, являясь специфическим феноменом японской культуры.

Цветы и птицы четырех времен года, надписи *тандзаку* со стихами (продолговатый лист бумаги со стихами в жанре *танка*), изысканные образы — все это могло появиться только в Стране восходящего солнца. В том виде, в котором «цветочные карты» дошли до нас, они представляют собой колоду из 48 листов с изображением деревьев, цветов и растений четырех сезонов года: сосны, сливы, сакуры, глицинии, ириса, пиона, леспедецы, мисканта, хризантемы, клена, ивы и павлонии, которые вписаны в различные сюжеты.

Считается, что цветы на картах *ханафуда* соответствуют 12-ти месяцам солнечного календаря (несмотря на то что солнечный григорианский календарь был введен в Японии только в 1873 г., в начале эпохи Мэйдзи), тогда как растения и связанные с ними художественно-поэтические образы — месяцам лунного календаря, тра-

диционного для Востока. Поэтому, вследствие разницы между лунным и солнечным календарем, в «цветочных картах» наблюдаются некоторые несоответствия. Например, такие растения, как июньский пион и декабрьская павлония, на самом деле должны относиться к апрельским растениям, а ноябрьская ива — к майским. По этой причине среди растений, птиц и цветов, собранных в «цветочных картах», многие не соответствуют реальному сезону и, следовательно, не являются достоверным календарно-временным свидетельством. Все это подчеркивает условность игрового пространства, отделяя его от повседневной реальности.

Символы цветов и деревьев, использующиеся в картах *ханафуда*, выбраны далеко не случайно: на протяжении многих столетий все они играли заметную роль в традиционной культуре Японии, сохраняя свое значение и в современной жизни: достаточно вспомнить о поистине всенародном празднике любования цветами сакуры. Следует отметить, что во многих случаях значение того или иного растения в культурной жизни японского народа предопределено тем колоссальным комплексом духовных традиций, который Япония унаследовала от Китая. Творчески переработав и развив заимствованные элементы, коллективный гений японского народа сумел создать свой особый мир художественного восприятия действительности.

Всего в Японии, а также в Корее (туда эта игра — по-корейски *хватху* — пришла из Японии и даже приобрела свои национальные черты) известно более 30 видов игры в «цветочные карты». Несмотря на то что по ряду критериев эти игры близки к азартной европейской карточной игре (имеются в виду сложная и разветвленная система правил, требующая от игроков максимального внимания и сосредоточенности; наличие многочисленных дополнительных комбинаций, бонусов и прикупов), они сохраняют уникальность своего внутреннего содержания. Игра в *хана-карута* подразумевает отличное владение культурно-историческим контекстом и знание большого количества обычаев, касающихся материальной и духовной жизни народов Юго-Восточной Азии, складывающихся на протяжении нескольких столетий.

### Учиться играючи

В настоящее время в Японии выпускается множество так называемых «образовательных карт», *кё:ику-карута*, по самым разнообразным отраслям знания: литературе, родному языку, фольклору, искусству, географии, истории, астрономии, химии и т. д. С точки зрения подачи материала, все они основаны на методе наглядности, который широко используется японскими педагогами в образовательной практике. Некоторые наборы (например, с репродукциями гравюр известных художников или фотографиями знаменитых феодаль-

ных замков) используются также для популяризации японской культуры среди иностранцев.

Таким образом, насыщение карточных игр «высоким» содержанием (поэзией, литературными аллюзиями, религиозной и культурной символикой) позволяло представителям интеллектуальной элиты не только удовлетворять так или иначе присущее человеку наслаждение азартом, при этом не «теряя лица», но также получать и закреплять новые знания. Выходило все вполне по-конфуциански: «...учиться, и притом все время в усвоенном упражнении, — разве это не одна из радостей?» (Алексеев, 1978, С. 429).

Мягко, но неуклонно — как в приемах айкидо — увлечение картами направлялось на цели воспитания и образования, и тем самым, хотя бы отчасти, предотвращалась возможность патологического развития этого пристрастия. Безусловно, значение подобного опыта не стоит преувеличивать, поскольку панацеи от всех болезней, в том числе социальных, просто не существует. Япония, в частности, не избежала эпидемии компьютерных игр, чему, очевидно, способствовала их замаскированная связь с высокими технологиями. Однако и в этой сфере возможности интеллектуальных карточных игр еще далеко не исчерпаны: большинство из них сейчас существует в компьютерном варианте,

«Цветочные карты» *ханафуда* стали ответом против официального запрета на карточные игры европейского типа в Японии

карты *ёкай-карута*, а также *о-бакэ-карута* (что означает «карты с оборотнями»), созданные в период между эпохой Эдо и эпохой Мэйдзи. Вместо классических пословиц и афоризмов эти карты оперировали изречениями и различными историями, касающимися привидений и оборотней из традиционной японской демонологии — популярных образов традиционного театра Кабуки.

Помимо игровой, карты *ироха* выполняли еще одну функцию: они служили иллюстрированным букварем, помогая начинающим осваивать алфавит и обогащая их сведениями о выразительных средствах языка. Собранные воедино, цитаты и афоризмы играли роль своеобразного словесного оружия, позволяя образованным людям в ходе беседы отражать возможные нападки со стороны оппонентов.

Стихи *ироха* использовались также и в качестве каллиграфических прописей — отсюда их другое название *тэннараи-ута*, что на русский язык переводится как «стихи для чистописания». В этом сказалось культурное влияние великого континентального соседа Японии —



Современные образовательные карты: карты по произведениям художника XX в. Такэхиса Юмэдзи

Современные образовательные карты *хякунин-иссю*, посвященные победе Японии в Русско-японской войне 1905 г.

регулярно проводятся он-лайн турниры. В Интернете активно функционируют постоянные сайты, информирующие о карточных чемпионатах, деятельности клубов любителей, новых видах карт; на форумах активно обсуждается как содержательная, так и спортивная сторона интеллектуальных игр.

Что касается названий различных видов карт, то, когда акцент делается на преимуществах историко-литературных традиций, в названии фигурирует слово *карута*, которое воспринимается в современном языке уже как исконное японское; в том же случае, если в оформлении карт подчеркивается заимствованная с Запада идея, используется слово *торампу* (от *англ.* trump) или *кадо* (от *англ.* card).



Есть еще одна любопытная сфера применения карт в японской духовной культуре — традиционные элитарные искусства чайной церемонии *садо* и церемонии благоволий *кадо*. Для этого существуют специальные карты, сделанные из тонких деревянных плашечек и украшенные различными видами цветочного орнамента, составляющего, как и в случае с картами *ханафуда*, особый растительный код японской культуры. Карты используют для оценки мастерства, а также для определения очередности участников церемонии в действиях, целью которых (подобно всем восточным развлечениям) является не только приятное времяпрепровождение, но тренировка духовных и физических способностей участников ритуала.

Различные формы современных японских игровых карт *торампу*



Карты «десяти ароматов» *дзюсюко-фуда* не являются в строгом смысле игровыми — их используют в традиционных ритуалах: в чайной церемонии *садо* и в церемонии благоволий *кадо*

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 06-06-80022а, гранта Рособразования РНП 2.2.1.1.2183, а также при поддержке Японского фонда (Japanese Foundation)



Заканчивая наш обзор интеллектуальных карточных игр Японии, хочется поставить вопрос о сущности игрового поведения, элементы которого так или иначе проявляются в различных областях духовной культуры Китая, Японии и Кореи. Не будучи символическим выражением конфликтов эпохи, подобные виды креативной деятельности своей непредсказуемостью и свободой уравновешивали отсутствие реальной свободы в исключительно регламентированных сообществах на Востоке.

**Литература**

Алексеев В.М. *Китайская литература: Избр. труды.* — М.: ГРВЛ, 1978. — 595 с.  
 Войтишек Е.Э. *Карты «ироха»: Старинная интеллектуальная японская игра.* — Новосибирск: Изд-во ИАиЭТ СО РАН, 1999. — 78 с.  
 Войтишек Е.Э. *Классическая китайская литература и мацзян: игровое пространство культуры // Вестник НГУ. Сер. История, филология.* — 2006. — Т. 5. — Вып. 4. *Востоковедение.* — С. 33 — 37.  
 Войтишек Е.Э. *Происхождение и история развития карт в Японии (анализ и интерпретация традиционных японских интеллектуальных карточных игр) // Археология, этнография и антропология Евразии.* — Новосибирск: Изд-во ИАиЭТ СО РАН. 2003. — №1 (13). — С. 128-139.  
 Из книг мудрецов: *Проза Древнего Китая / Сост., вступ. статья, статьи об авторах и коммент. И. Лисевича.* — М.: Худ. лит., 1987. — 351 с.  
*Классическое конфуцианство: В 2-х т. / Пер., статьи, комм. А. Мартынова, И. Зограф.* — СПб.: Издательский дом «Нева»; М.: «ОЛМА-ПРЕСС», 2000. — Т. 1. *Конфуций.* Лунь Юй. — 384 с.

*Мир [антологии] «Хякунин иссю» (Хякунин иссю-но сэкай).* — Киото: Явата сириси сэкадо бидзюцукан, 2006. — 48 с. (на яп. яз.).  
*Мир карт (Карута-но сэкай) / Сост. Эбаси Такаси, Ёкояма Кэйити.* — Омута: Исторический музей игровых карт Миикэ, 2003. — 63 с. (на яп. яз.).  
 Морита Сэйго. *Все о старинных картах «ироха» (Мукаси ироха-карута субэтэ).* — Токио: Кюрюдо, 1970. — 220 с. (на яп. яз.).  
 Розин В.М. *Игра как область деятельности и жизни // Новая философская энциклопедия: В 4-х т.* — М.: Мысль, 2001. — Т. 2. Е — М. — С. 70.  
 Хейзинга Й. *Homo ludens (Человек играющий).* — М.: Прогресс-Академия, 1992. — 464 с.

Автор и редакция выражают благодарность руководству и сотрудникам Исторического музея игровых карт Миикэ (Омута, префектура Фукуока), Художественного музея Сэкадо (Киото) и Городского исторического музея (Сэндай), а также профессору Университета Хосэй господину Эбаси Такаси (Токио, Япония) за предоставленные иллюстративные материалы

Н. П. МАТХАНОВА  
Н. Н. АЛЕКСАНДРОВА



МАТХАНОВА  
Наталья Петровна —  
профессор, доктор исторических наук,  
главный научный сотрудник Института  
истории СО РАН (Новосибирск)

АЛЕКСАНДРОВА  
Наталья Николаевна —  
доцент, кандидат исторических наук,  
заведующая кафедрой Российского  
государственного социального  
университета (Москва)

# Первые дамы

## Сибирская провинция XIX в.

Первое лицо после мужа в Западной Сибири.  
*Современник о жене генерал-губернатора*

Изучение истории женщин (так называемые *women's studies*) как отдельное направление гуманитарного знания выделилось в странах Западной Европы и Америки еще в конце 1960-х — начале 1970-х гг. Сегодня таким подходом — смотреть на историческую эпоху сквозь призму женского восприятия — никого не удивить. Эта область, лишившись столь характерных для нее на первых порах проявлений радикального феминизма, в наши дни интенсивно развивается, а курсы «женской

истории» включены в программы сотен высших учебных заведений. В российской исторической науке «женская тема» присутствует уже более 200 лет, но в течение двух последних десятилетий подобные исследования переживают настоящий бум (Пушкарева, 2002).

Отличительной чертой советской историографии было то, что на протяжении многих лет женский вопрос рассматривался в контексте женского освободительного движения. Это отвечало не только объективной реальности, но, главным образом, идеологическим и политическим требованиям времени. В то же время в ряде работ освещались и многие «попутные» сюжеты: о правовом и экономическом положении женщины, о ее роли в семье, о возможности профессионального образования и профессиональной

деятельности, о политике правительства и т. д. — все то, что ныне стало предметом изучения «женской» истории. Существует ряд исследований демографического, социологического, литературоведческого характера, касающихся и истории женщин Сибири XIX в. (Гончаров, 2004).

Стремительно ворвавшаяся в нашу жизнь в начале 1990-х рыночная стихия сломала многие национальные стереотипы. И эти изменения затронули прежде всего систему жизненных ценностей, в том числе представления о месте и роли женщины в семье и обществе. Однако противопоставление современных типов социальных моделей поведения женщин эпохи всеобщей глобализации, характерное для нашего времени, и так называемых «традиционных» происходит, в том числе, и от полного незнания отечественного исторического опыта.

*Прелестным пальчиком писала записки на шести листах...*

Уже в XIX в. в России, и в том числе в Сибири, мы встречаем ярких, самостоятельных и активно заявляющих о себе личностей, в частности жен глав местной администрации,

губернаторов и генерал-губернаторов (генерал-губернатор был главой огромного региона, в который входило несколько губерний: вся Западная или вся Восточная Сибирь). Они стали участвовать в общественной жизни империи задолго до конца XIX в., когда интеллигентские круги были захвачены модой на женскую эмансипацию, вскоре стремительно перекинувшейся и на высшие круги русского общества.

К сожалению, исторических свидетельств о повседневной жизни этих женщин, жен больших чиновников, о том, как был устроен их быт, каковы были их обязанности, как складывались отношения с мужьями, оставлено не много. Причина тривиальна: в «мужском» обществе наших предков жизнь и деятельность женщин не считались социально значимыми, даже несмотря на то, что XVIII век в России прошел под знаком правления императриц.

Наибольшую ценность в этом смысле представляют мемуары: они содержат живые рассказы об ушедшей эпохе и, как ни один другой источник, передают живой колорит былого. Мемуары совершенно незаменимы при изучении умственного

*Изображения дам в модных нарядах XIX в. воспроизводятся по книге Р. М. Кирсановой «Розовая ксандрейка и драдедамовый платок: костюм — вещь и образ в русской литературе» (М., 1989), в которой использованы журналы мод того времени*



План части дома генерал-губернатора Восточной Сибири Н. Н. Муравьева из письма М. С. Корсакова. Отдел рукописей Российской государственной библиотеки

губернатором в далекую Сибирь. Можно только догадываться о том, насколько отличались условия жизни в таких диаметрально противоположных точках земного шара, как Персия, Петербург и Западная Сибирь!

Чиновникам высоких рангов, служившим в Иркутске, Тобольске, Томске и Омске, предоставлялись специальные дома или выплачивались особые «квартирные» деньги. За немногими исключениями, дома губернаторов были достаточно большими и комфортабельными: с бальной залой и вместительной гостиной для проведения приемов, торжественных обедов и балов, с кабинетом и приемной губернатора, а также с помещением для его ближайших сотрудников (адъютанты и чиновники особых поручений при генерал-губернаторе даже жили в доме, что отражено на плане части дома генерал-губернатора Восточной Сибири Н. Н. Муравьева, нарисованном его ближайшим помощником М. С. Корсаковым в письме к родителям). К тому же, в доме имелись спальня, будуар жены, ее личная гостиная, столовая, детские комнаты, а также помещения для прислуги. Во дворе размещались хозяйственные постройки.

Увидеть дворцы генерал-губернаторов Восточной и Западной Сибири можно и сейчас. В Иркутске это так называемый «Белый дом» — здание Научной библиотеки Иркутского университета на берегу Ангары. В Омске — здание Омского областного музея изобразительных искусств имени М. А. Врубеля.

Совсем иначе выглядели дома, которые находились на окраинах Сибири. Например, в доме губернатора Читы печи были дурно сложены, и зимой дом промерзал. В центре Амурской области Благовещенске и в центре Приморской области Николаевске-на-Амуре губернаторские дома приходилось строить одновременно со всей инфраструктурой городов. Вот как писал о первых днях существования Николаевска один из мемуаристов: «Город строился на месте густого дремучего леса, по всем улицам Николаевска (кроме большой) стояли не убранными сплошные пни деревьев; какой-то остряк-моряк по этому поводу дал кличку Николаевску «St. Germain des pins».

**И за столом у них гостям носили блюда по чинам...**

Нелегко в Сибири было и найти прислугу: умелых горничных, кухарок, поваров, лакеев, камердинеров. Кого-то хозяева привозили с собой, но после отмены крепостного права подобная практика стала невозможной. Как правило, именно на женские плечи ложилось решение этой сложной задачи; зачастую приходилось рисковать.

Дочь тобольского губернского прокурора М. Д. Францева свидетельствует: «...прислугу выбирали прямо из ссыльных. <...> [Их] приписывали на поселение к городу, чем они очень дорожили» (Францева, 1888). Среди ссыльных встречались и настоящие преступники, хотя немало было и крепостных, наказанных за провинности хозяевами.

В обязанности прислуги входило не только обеспечение нужд семьи. Так, существовал обычай приглашать к обеду большое количество подчиненных. В Иркутске к столу генерал-губернатора в обычные, т. е. не праздничные, дни садилось человек по 10 и более.

Минусинский окружной исправник А. К. Кузьмин замечал о енисейском губернаторе В. И. Копылове,

отличавшемся скупостью: «Конечно, всякой может жить дома, как ему угодно; но губернатор даже и дома не частный человек, потому что получает столовые деньги». На окраинах этот обычай носил не только этикетный характер: столование в доме начальника было единственной возможностью для молодых холостых офицеров и чиновников нормально и регулярно питаться.

Известно, что жены начальников Камчатки Л. И. Рикорд и Ю. Е. Завойко, а также жена главы Амурской экспедиции Е. И. Невельская заботились о здоровье, образовании и питании не только своей семьи, но также молодых офицеров и чиновников.

Юлия Егоровна, жена первого камчатского губернатора В. И. Завойко, дочь петербургского профессора и племянница знаменитого путешественника, барона Ф. П. Врангеля, вспоминала, как в общей столовой обедало около 30 офицеров и чиновников, поскольку иначе многим из них пришлось бы просто го-

лодать. У Юлии Егоровны было десять детей; приходилось содержать хозяйство, чтобы прокормить не только большую семью, но и окружение мужа.

В жизни этой поистине незаурядной женщины были эпизоды, полные драматизма. Во время Крымской войны, через год после героической обороны Петропавловска-Камчатского в 1854 г., население Камчатки, в том числе и семья губернатора, в срочном порядке было эвакуировано. В Николаевске, на пустом месте, куда удалось довести лишь одну корову, Ю. Е. Завойко делила один литр молока на десятерых детей, обливаясь горькими слезами. В мемуарах, написанных ею спустя тридцать лет, отразилась горечь этих переживаний (Завойко, 1876).

**Мы все учились понемногу чему-нибудь и как-нибудь...**

Жизнь женщин в те времена омрачалась высоким уровнем детской смертности. Медицина была бес-



«Белый дом» — дворец генерал-губернатора в Иркутске (ныне — здание Научной библиотеки Иркутского государственного университета). Фото В. Короткоручко

и нравственного настроения людей, их психологии — вообще при обращении к человеческой составляющей любых исторических процессов.

К сожалению, мемуаров русских женщин XIX в. очень мало. По нашим подсчетам, из 3 585 известных на сегодня дневников и воспоминаний, описывающих события 1801—1856 гг. в России, женщинами, или с их слов, написано всего 248, т. е. менее 7%. Были среди русских мемуаристок и жительницы Сибири.

И все же жизнь женщин из высшего слоя сибирской военной и гражданской администрации мы можем сегодня реконструировать прежде всего по мемуарам, принадлежавшим перу мужчин — мужей, родственников и знакомых. Особое внимание мемуаристы, писавшие о женщинах, уделяли женам высокопоставленных чиновников: помимо обычного интереса к жизни начальства была и другая причина, а именно: исключительное положение, которое занимали эти женщины в местном обществе.

**Вот это барский кабинет; здесь почивал он, кофе кушал, приказчика доклады слушал...**

В Сибирь губернаторов переводили из центральных губерний по указу царя. Средний срок службы губернаторов на одном месте составлял около 4 лет (от года до 15 лет и более) — этим была продиктована необходимость частых переездов. И всякий раз женщинам приходилось приспосабливаться к новому климату, к новому укладу жизни, к новому окружению, а иногда и к новым обязанностям.

Так, генерал-губернатор Западной Сибири А. О. Дюгамель вспоминал, как в бытность его посланником в Персии жена выучила персидский язык, познакомилась с женами важных персидских сановников и даже с первой женой шаха, после чего получила приглашение, разумеется с мужем, к самому шаху. Но после нескольких лет службы на дипломатическом поприще, а затем и пребывания в должности сенатора (т. е. спокойной жизни в Петербурге) ее муж был отправлен генерал-



Здание бывшего Института благородных девиц Восточной Сибири в Иркутске.  
Фото В. Короткоручко

сильна перед многими болезнями, побежденными в наши дни. В Сибири особенно остро не хватало квалифицированных врачей. Дело доходило до того, что в дом генерал-губернатора вынуждены были приглашать государственного преступника, ссыльного декабриста Ф. Б. Вольфа.

Трудно было организовать воспитание и обучение детей. В первой половине XIX в. существовало всего две мужские гимназии — в Тобольске и в Иркутке; в 1868 г. открылась еще одна — в Красноярске, а в 1845 г. в Иркутске был организован Девичий институт Восточной Сибири. Обучение детей высокопоставленных чиновников в этих заведениях было довольно редким явлением: сыновей отправляли в кадетские корпуса Центральной России (например, сын генерал-губернатора В. Я. Руперта учился в привилегированном Пажеском корпусе), дочерей — в престижные столичные институты благородных девиц. До 11–12-летнего возраста

даже мальчики воспитывались и получали первоначальное образование дома.

Для того чтобы подготовить детей-подростков к поступлению в учебные заведения, нужны были гувернеры, гувернантки и учителя. Их, как правило, привозили с собой или выписывали из России. В Тобольске или Иркутске еще можно было найти квалифицированных педагогов, а вот в таких отдаленных местах, как Якутск, устье Амура, Камчатка, учителей не было вовсе. Детям камчатского губернатора В. И. Завойко все предметы преподавали сами родители. Отправлять детей в гимназии и в кадетские корпуса за тысячи километров было трудно с материальной и с психологической точки зрения, поэтому в прошениях о переводе в Россию традиционно указывалось на необходимость дать детям образование.

Ситуация стала меняться коренным образом во второй половине столетия: появились женские гимназии, открылись новые мужские

гимназии и реальные училища; повысился уровень образования, которое можно было получить в Сибирском кадетском корпусе (Омск); и наконец, в 1888 г. в Сибири, в Томске, появился свой университет. Тем не менее, значение семейного образования и воспитания как основы и залога последующей успешной карьеры сыновей оставалось по-прежнему важным.

**Кто б смел искать девчонки  
нежной в сей величавой,  
в сей небрежной  
законодательнице зал?**

У супруг губернаторов была еще одна важная обязанность — руководить светской жизнью общества: организовывать балы, приемы, музыкальные концерты, званые торжественные и праздничные обеды и вечера, в которых нередко участвовали приезжавшие из Москвы и Петербурга артисты.

Жена первого губернатора Амурской области Екатерина Матвеевна Буссе, выпускница Девичьего института Восточной Сибири и страстная любительница музыки, сумела превратить свой дом в центр общественной и культурной жизни. Кроме приемов и обедов, здесь устраивались любительские спектакли, вечера с танцами, живыми картинами, музыкой, чтением, и потому казенный губернаторский дом должен был быть «очень красив, велик, с разными затеями», даже с зимним садом и большой беседкой, увитой плющом. Множество вещей, необходимых атрибутов цивилизованной жизни, приходилось выписывать из России или из-за границы.

Губернатор Н. В. Буссе жаловался генерал-губернатору М. С. Корсакову: «В Благовещенске нет ни рояля, ни пьянино. <...> Жена страшно горюет», — и просил приобрести инструмент для губернаторского дома на казенные деньги, «как это сделано в Чите и в Иркутске» (Отдел рукописей РГБ, ф. 137). Такая деятельность отнимала много сил

и времени. Отправляясь в кратковременный отпуск в Иркутск, Буссе писал тому же Корсакову, что его жена устала от «огромной непривычной хозяйственной деятельности, скверной дворни», приемных дней и обедов.

Умению быть хозяйкой салона, центром светского общества девочек из дворянской среды начинали обучать с раннего детства, однако не все дамы высшего круга владели этим искусством. Так, жена генерал-губернатора Западной Сибири Наталья Дмитриевна Горчакова «была женщина <...> в высшей степени застенчивая, близорукая, терялась при появлении каждого нового человека, так что официальные приемы у генерал-губернатора были для нее просто невыносимы, она любила жизнь более тихую и скромную, много занималась воспитанием детей, часто ездила в Россию, а под конец и совсем переселилась туда» (Францева, 1888, С. 391).

Светские нормы, освобождавшие женщин-дворянок из-под власти служебной иерархии и бытовавшие в столицах уже в XVIII в., в российской провинции установились не сразу. В 1817 г. следовавшая из Петербурга на Камчатку Людмила Ивановна Рикорд в гостинной иркутского губернатора Н. И. Трескина стала свидетельницей такой картины: «Дамы, приезжающие с визитами или по приглашению, войдя в гостиную, где на диване сидела супруга губернатора, низко ей кланялись, а она, сидя, протягивала им руку, которую те и целовали» (Там же, С. 391). Молодая столичная дама постаралась уклониться от исполнения потрясшего ее местного обычая.

Через 20 лет, в 1848 г., через Западную Сибирь проезжал молодой выпускник Александровского лицея Б. В. Струве. Он оставил свидетельства о поразившем его воображение поведении генерал-губернатора Западной Сибири князя П. Д. Горчакова на балу. Желая «оказать внимание какой-либо барышне или даме», он «делал с нею один тур вальса, а потом, как бы выбрасывая ее из своих рук к близ стоявшему адъютанту, приговаривал: “На! Покружи-ка ее”». (Кстати, спустя 12 лет в семье Струве родился сын Петр, впоследствии активный деятель кадетской партии и родоначальник знаменитой ныне династии общественных деятелей и издателей.)

**Когда я бедным помогала  
или молитвой услаждала  
тоску волнуемой души...**

Реформы 1860-х гг., радикально изменившие жизнь нашей страны, повлияли и на участие женщин в общественной жизни. В 1850–1860-е гг. в каждом губернском городе появляются тюремные комитеты, благотворительные общества попечения о бедных, больных, сиротах, престарелых и пр.

В каждой из этих организаций существовали женские отделения, руководительницами которых, как правило, были жены глав местной администрации. Они же нередко являлись попечительницами женских гимназий и училищ, детских приютов и прочих учебных и благотворительных заведений. В их обязанности входили регулярный сбор средств в пользу подопечных, подбор кадров и т. д. Работа велась совместно с государственными органами: дирекциями училищ, приказами общественного призрения, экспедициями о ссыльных, строительными комиссиями губернских управлений.

Известно, что под руководством Анны Михайловны Арцимович, жены тобольского губернатора, Тобольский попечительный тюремный комитет организовал обучение белошвейному делу в женской пересыльной тюрьме.

О молодой и обаятельной жене генерал-губернатора Западной Сибири Г. Х. Гасфорда Любови Федоровне, о ее доброте и отзывчивости в Омске до сих пор ходят легенды. В 1851 г. М. С. Корсаков писал родным: «...та самая Любинька Львова <...> выходит замуж и будет первое лицо после мужа в Западной Сибири».

Густав Христианович, который был значительно старше жены, брал ее с собою во время объездов «войск, расположенных в степи» или посещений «пограничных казачьих станиц». Мифологизирован-





Портрет Л. Ф. Гасфорд — одно из немногих имеющих в нашем распоряжении изображений жен сибирских генерал-губернаторов из фондов Переяславль-Залесского государственного историко-архитектурного и художественного музея-заповедника

Портрет был опубликован в 1987 г. в альбоме «Акварельный и карандашный портрет XVIII—XIX вв. в музеях РСФСР» с подписью «Л. Ф. Тасфорд». Исследователю П. П. Вибе удалось атрибутировать портрет Любови Федоровны, хранящийся в музее, куда он попал из имения ее сестры (Вибе, Дзюбанов, 2004, С. 54—55). И сейчас жена генерал-губернатора Западной Сибири Г. Х. Гасфорда впервые предстает перед читателями под своим настоящим именем

ный юный образ жены губернатора — а она умерла очень молодой — нашел отражение в топонимике Омска: в ее честь были названы Любинский проспект (ныне улица Ленина) и Любинский сад.

Жена приамурского генерал-губернатора Варвара Федоровна Духовская (урожденная княжна Голицына), выросшая в высшем петербургском свете, писала в своих воспоминаниях о занятиях в благотворительном обществе, драматическом кружке, музыкальном обществе, а также о женском училище (будущей прогимназии), публичной библиотеке, народных чтениях, приюте для девочек и многом другом.

*Она меж делом и досугом открыла тайну, как супругом самодержавно управлять...*

Губернаторши играли важную роль не только в светской, культурной и благотворительной жизни подчиненных своих мужей. Они становились посаженными матерями на свадьбах чиновников и крестными матерями их детей. Чиновник или офицер должен был испрашивать согласие своего начальника на брак. Такое согласие давалось только с ведома супруги.

Порой именно от нравственных качеств «первой дамы» зависели и служебное поведение ее мужа, и господствовавшие в его ближайшем окружении нравы. Жены высокопоставленных чиновников принимали участие в обсуждении многих тем, относившихся к управлению.

О жене иркутского губернатора 1806—1819 гг. Н. И. Трескина С. И. Черепанов оставил следующие свидетельства: «Всю трескинскую кутерьму производила «Трещиха», как называли по-сибирски жену Трескина. Подобрал таких деятелей, как исправник Лоскутов и правители канцелярии губернатора <...> она задалась задачей собрать для своих детей, которых было, кажется, восемь, по пуду ассигнаций» (Отрывки из воспоминаний С. И. Че-



*В. Духовская*  
С Петербурга  
1900 г.

Жена приамурского генерал-губернатора В. Ф. Духовская отличалась широтой интересов и склонностью к благотворительности. Фотография из кн.: Духовская В. Ф. Из моих воспоминаний. — СПб., 1900

репанова, 1876, С. 73). Справедливости ради стоит отметить, что губернатор известен не только своей дурной славой, которой он во многом обязан именно властолюбивой и алчной жене, — современные исследователи признают его заслуги в благоустройстве Иркутска, а также в развитии экономики губернии.

Жену якутского губернатора Ю. И. Штубендорфа Аделаиду Карловну на всю Россию «прославил» известный художник Н. А. Степанов, после чего сановнику пришлось выйти в отставку: в сатирическом журнале «Искра» была опубликована карикатура, свидетельствующая

о вымогательстве губернаторшей мехов у якутов.

Но не у всех первых дам были подобные дурные пристрастия. Так, жене енисейского губернатора В. К. Падалки Елене Вильгельмовне (она была дочерью генерал-губернатора Восточной Сибири В. Я. Руперта) «никто не смел заикнуться о каком-нибудь подарке. Только один Николай Мясников (известный сибирский золотопромышленник. — Н. М.) ухитрился обойти ее строгость»: он преподнес ей в качестве сувенира золотые лапти (Там же, С. 79).

В мемуарах содержится большое количество свидетельств о вме-

шательстве в управленческую деятельность сановитых чиновников не только их жен, но и любовниц. О генеральше А. Р. Шрамм, под чье влияние подпал генерал-губернатор Западной Сибири П. Д. Горчаков после отъезда жены, М. Д. Францева писала: «...управление краем перешло совершенно в ее руки; если кому было что-нибудь нужно, то прямо обращались к ней, неся <...> дань для успеха дела» (Францева, 1888, С. 626).

В 1840-е гг. Сибирь переживала «золотую лихорадку». Открытие золотых месторождений, разработка приисков (преимущественно в Енисейской и частично в Томской губерниях) не только оживили экономику края, но и способствовали появлению новых способов незаконного обогащения. Для борьбы с коррупцией были приняты законы, запрещавшие сибирским чиновникам иметь собственные прииски и заниматься добычей золота.

Карикатура на жену якутского губернатора Ю. И. Штубендорфа. Художник Н. А. Степанов (журнал «Искра», 1863 г., № 39, 11 октября, С. 539)



Жена Властелина имеет предельно якутские овощи у порога своего дома.  
 Якуть — Это чибис, мясца?  
 Она. — Это морковь, рьпа, свекла.  
 Якуть — А фдять его, мясца?  
 Она. — Фдять, очень вкусно, лучше лошадиного мяса, а бакъ дешево: по бакъ за штуку.

Но чиновники скоро научились обходить этот запрет, оформляя собственность на имя жен. Так, владельцами собственных приисков стали жена иркутского губернатора Л. А. Пятницкая, жена начальника горного округа Аполлинария Родственная и др. (Кстати, дочь Родственной, представительница женского движения Л. А. Шанявская, вложила почти все деньги, перешедшие к ней по наследству, в развитие женских курсов и знаменитого Народного университета в Москве, носящего имя ее мужа А. Шанявского.)

*Она казалась верный снимок  
 du comme il faut...*

В XIX в. управленческая работа чиновников высшего звена сочеталась с необходимостью постоянных разъездов по сибирским просторам. Энтузиастки-путешественницы были и среди первых дам; прежде всего стоит назвать Екатерину Николаевну Муравьеву и Лидию Константиновну Полторацкую, отличавшихся широтой взглядов, образованностью, пытливым умом и бесстрашием.

Жена генерал-губернатора Восточной Сибири 1847–1861 гг. Н. Н. Муравьева-Амурского родилась во Франции и принадлежала к старинному дворянскому роду de Richemond из Лотарингии. С будущим мужем она познакомилась во время его поездки за границу. Свадьба состоялась 19 января 1847 г. в г. Богородицке Тульской губернии, где Муравьев тогда был губернатором. Перед свадьбой молодая француженка приняла православие и стала Екатериной Николаевной. Через год вместе с мужем она уехала в далекую и совершенно ей незнакомую Сибирь.

Жена Муравьева, сыгравшая важнейшую роль в истории Сибири и России в целом, стала помощницей во всех его делах. Во многом благодаря инициативе и настойчивости выдающегося государственного деятеля в состав Российской империи вошел огромный Амурский край, была установлена ныне существующая граница с Китаем, за что в 1858 г. Муравьеву был присвоен титул графа, а к его фамилии добавлена почетная приставка Амурской. Ныне в Хабаровске находится памятник Муравьеву-Амурскому работы скульптора А. М. Опекушина (этот памятник изображен на российской пятитысячной купюре).

Жить ей пришлось в Иркутске, в генерал-губернаторском дворце, вести огромный дом. В доме была устроена даже и оранжерея, «очень хорошая и в большой чистоте» содержавшаяся. Ее описанию посвящено несколько строк в дневнике М. С. Корсакова: «Плющ красиво и густо покрывает стены. Деревья есть, фиговое довольно большое, лимонное с созревшим лимоном, виноград, цветы розы, гвоздики, резеда, жасмин и другие». В письме к родным Корсаков упоминал также, что «у Николая Николаевича при доме есть маленький



Жены высших сибирских чиновников зачастую сопровождали своих мужей в рискованных экспедициях и опасных поездках по малоизученным местам огромного сибирского края. Фото начала XX в.

садик, самим им разведенный, в котором довольно малины и прочих ягод», а в оранжерее есть и ананасы. При садике «содержались дикая коза и заяц». Для Иркутска это не было такой уж экзотикой — в городе давно уже привлекала к себе внимание огромная оранжерея просвещенного купца В. Н. Баснина. Тем не менее, содержание такого роскошного дома требовало больших затрат энергии и внимания. Однако интересы молодой губернаторши не ограничивались заботами о доме.

Общество первой дамы Иркутска составляли жены декабристов — Е. И. Трубецкая и М. Н. Волконская, а также виолончелистка Э. Христиани, дававшая в Сибири концерты. Когда на Муравьева был написан доклад, обвинявший его в дружбе с «государственными преступниками», в свое оправдание он сослался на необходимость жене-француженке иметь знакомых дам, владевших ее родным языком.

Интересы Муравьевой были достаточно широки. В 1850-е гг. Екатерина Николаевна сделала копию запрещенных сибирских сочинений М. С. Лунина («Письма из Сибири» и «Взгляд на польские дела») «с оригинала, хранившегося у Волконских» (Матханова, 1998). (За эти сочинения в 1841 г. ссыльный декабрист М. С. Лунин был подвергнут вторичному аресту и заключению в Акатуйскую тюрьму, где он и умер.) В салоне Муравьевой говорили о многих серьезных вещах, в том числе и о начавшемся процессе колонизации Амурского края.

«По свидетельству знавших Екатерину Николаевну, — сообщает биограф ее мужа И. П. Барсуков, — она была чрезвычайно красива, умна и образована <...> добрая сердцем и отличалась любовью к своему новому

отечеству. При безграничной любви к жене, Муравьев поддавался ее влиянию <...> и нельзя не сказать, что <...> это влияние было всегда в своих результатах хорошим, подчас умиротворяющим». О ней благожелательно и восхищенно писал и И. А. Гончаров, в 1855 г. посетивший Сибирь (Граф Н. Н. Муравьев-Амурский, 1998, С. 140).

Екатерина Николаевна, с присущей ей страстью к приключениям, сумела убедить мужа взять ее с собой в 1849 г. в первую его поездку на Камчатку, поклявшись «безропотно переносить все трудности». По мемуарным свидетельствам сопровождавшего чету Муравьевых в этом путешествии Б. В. Струве, генерал согласился, «потому что он был в нее влюблен безумно» (Там же, С. 56). «После первого 25-ти верстного верхового перехода, — писал Струве, — Екатерина Николаевна, будучи разбита до изнеможения, не могла в назначенный час сесть опять на лошадь. <...> Муравьев приказал мне отправить его супругу одну с камердинером Флегонтом обратно в Якутск, где ей предоставлялось остаться до возвращения генерала из Камчатки или вернуться в Иркутск. Муравьев <...> отправился дальше, а Екатерина Николаевна вернулась бы в Якутск, если бы она, убедившись в неуступчивости своего супруга, не сделала сверхъестественное усилие: при помощи моей и Флегонта она поднялась, заливаясь слезами, на свою лошадь и поехала за своим жестоким мужем. Как объяснить эту жестокость? Опытностью: он знал, что если в том разбитом состоянии, в котором находилась его жена, залежаться, то это не пройдет в течение нескольких дней, а если немедленно опять сесть на лошадь и продолжать путь, то эта разбитость



пройдет сама собою, незаметно, без потери времени для дела, в котором каждый день рассчитан. Много таких сцен, очень тяжелых и удручающих, а в воспоминании приятных, пережили мы в этом походе» (Там же, С. 57–58).

В 1855 г. Муравьева участвовала во втором амурском сплаве и несколько недель находилась на мало приспособленном к такому дальнему и трудному путешествию судне, проехав таким образом несколько тысяч верст по неосвоенной и формально не принадлежавшей России территории. Случайный очевидец оставил мемуарное свидетельство о том, как осенью 1855 г. Муравьев и его свита передвигались от Аяна — порта на побережье Охотского моря — в горы: «Вскоре вижу табун собак, запряженных в нарты, на передней восседает Екатерина Николаевна <...> вслед кавалькада верхом на оленях, во главе Николай Николаевич Муравьев» (Там же, С. 151–152).

Многие спутники будущей графини вспоминали о ее заступничестве перед грозным начальником за провинившихся. «Только благодаря доброму участию супруги генерала Екатерины Николаевны, — вспоминал участник одного из первых сплавов по Амуру М. Г. Демидов, — <...> не совершилась бесцельная жестокость и не был оставлен на берегу по приказу Муравьева есаул Медведев, посадивший баржу на мель» (Там же, С. 156).

Заступничество Е. Н. Муравьевой и М. С. Корсакова помогло есаулу Имбергу, которого генерал-губернатор распорядился расстрелять за отступление с позиций без приказа во время войны.

Участие в трудных и опасных экспедициях подорвало здоровье Муравьевой. Несколько раз она лечилась на местных минеральных водах, бывала с этой целью и за границей, а в декабре 1857 г. уехала из Сибири навсегда.

Вскоре Муравьев отправился в длительный отпуск во Францию, а 27 января 1861 г. покинул Сибирь окончательно. После отставки он был назначен членом Государственного совета и поселился вместе с женой в Петербурге, по несколько месяцев в году проводя во Франции. Там Муравьев-Амурский и скончался в 1881 г. Екатерина Николаевна пережила мужа на 16 лет. Ее останки покоятся в семейном склепе близ французского города По (Матханова, 1998).

*Когда стремглав верхом она несется по полям одна, коня пред ним останавливает, ремянный повод натянув ...*

Вторая половина XIX в. в России, в том числе и в Сибири, прошла под знаком социальных перемен. Одной из ярких эмансипированных представительниц своего времени стала жена семипалатинского военного губернатора Лидия Константиновна Полтарацкая (дочь известного литератора К. П. Масальского).

Полтарацкая сопровождала мужа в его поездках по неизученным и малоизученным местам Алтая. В горах приходилось скакать верхом в мужском седле, носить бешмет (стеганое татарское полукафтанье, или поддевка под кафтан) и чембары (просторные шаровары, надеваемые сверх тулупа, полы которого «закладываются в чембары»). Татарский мужской костюм по торжественным случаям она меняла на «свое женское татарское платье» (Полтарацкая, 1871, С. 640).

«Одна благородная, т.е. чиновная дама, — писала Лидия Константиновна в своих записках, — встретив нас на пикете, рассказывала потом, что встретила генерала с мамзелью [с любовницей], и на все доводы знавшего нас содержателя почты, упорно утверждала, что не может быть, чтобы благородная образованная дама путешествовала без горничной» (Там же, С. 588).

Однажды вместе с десятилетним сыном оказались они на горной осыпи. «Боже мой, того и гляжу, что сорвусь, а главное — мой Костя, — вспоминала Полтарацкая. — Помочь ему ничем не могу, приказываю только не останавливаться. <...> Если бы несколько минут тому назад <...> меня приговорили бы расстрелять за то, что я потащила ребенка на такую опасность, я бы не пикнула» (Там же, С. 598).

В конце 1870-х гг. Лидия Константиновна сопровождала вместе с мужем и двумя детьми немецкую

научную экспедицию, в которую входил и знаменитый натуралист А. Брем. Со знанием дела рассуждает она в своих записках о деталях облавной охоты, которой «угостили» именитых путешественников, без особых жалоб перечисляет перенесенные трудности и невзгоды, и даже утверждает, что эта прогулка была одним из приятнейших воспоминаний жизни в Сибири.

Лидия Константиновна увлекалась только что появившимся фотографиями и была, вероятно, первой женщиной-фотографом в Сибири. Удобные для путешествий камеры появились чуть позже, «аппараты и штативы были очень громоздкими, стеклянные пластинки (фотопленок тоже еще не было) больших размеров было трудно хранить в дороге, они обременяли своей тяжестью. Надо было брать с собою... бутылку с жидким коллоидом» и другими растворами. Техника ограничивала возможности ландшафтных съемок: нельзя было сочетать планы, снимать в ветреную погоду (выдержка длилась минуту-полторы), зелень получалась однородным темным пятном и т. д. Снимки Л. К. Полтарацкой «были технически хорошо выполнены. <...> Она учитывала расположение отдельных групп растительности и линии очертаний гор, холмов, ледников. Она старалась «поднять» линию горизонта, отчего снимок оказывался лучше заполненным» (Морозов, 1961, С. 48).

Сделанные ею в путешествиях фотографии вошли в «Альбом типов и видов Западной Сибири», состоявший из 50 с лишним изображений, на которых были запечатлены картины Алтая, быт и внешний облик его жителей. За этот альбом Л. К. Полтарацкая была «удостоена большой серебряной медали на Московской антропологической выставке 1879 года» и включена в число «членов-организаторов только что созданного тогда отдела светописи Русского технического общества» (Там же, С. 33–35).

Познакомившись с жизнью «первых дам» сибирской провинции XIX в., мы можем понять, как статус жены высокопоставленного сановника задавал женщине определенную модель поведения.

Однако несмотря на эти ограничительные рамки, всегда существовала возможность проявления ее личности, характера, наклонностей и талантов: среди жен высших чинов российской империи можно увидеть умелых хозяек и светских дам, благотворительниц и меценаток, хищниц и взяточниц, заботливых матерей для собственных детей и для подчиненных мужа, и даже участниц рискованных экспедиций. И с высокой степенью вероятности можно утверждать, что эти слова могут повторить за нами будущие исследователи современной «женской истории». *Em de tus sinaris. Satilienimum ia?*

Авторы и редакция благодарят Отдел рукописей Российской государственной библиотеки (Москва), Национальную российскую библиотеку (Санкт-Петербург), Государственную публичную историческую библиотеку (Москва), Государственный историко-архитектурный и художественный музей-заповедник (Переяславль-Залесский) и Отдел редкой книги Государственной публичной научно-технической библиотеки СО РАН (Новосибирск) за предоставленные материалы и помощь в подборе иллюстраций

#### Литература

Барсуков И. П. Граф Николай Николаевич Муравьев-Амурский по его письмам, официальным документам, рассказам современников и печатным источникам. Материалы к биографии. Кн. 1. — М., 1891.

Вибе П. П., Дзюбанов С. Д. Генерал Гасфорд и его жены // Омский краевед. — 2004. — № 2. — С. 54–55.

Гончаров Ю. М. Женщины фронта: сибирячки в региональном социуме середины XIX — начала XX вв. // Социальная история. 2003. Женская и гендерная история. — М., 2004. — С. 324–342.

Граф Н. Н. Муравьев-Амурский в воспоминаниях современников. — Новосибирск, 1998.

Духовская В. Ф. Из моих воспоминаний. — СПб., 1900. — Ч. 2. — С. 442–460.

Завойко Ю. Г. Воспоминания о Камчатке и Амуре (1854–1855) // Русский вестник. — 1876. — Т. 123. — № 6. — С. 442–504.

Матханова Н. П. Генерал-губернаторы Восточной Сибири середины XIX века. В. Я. Руперт, Н. Н. Муравьев-Амурский, М. С. Корсаков. — Новосибирск, 1998.

Отрывки из воспоминаний С. И. Черепанова, напечатанные в «Древней и Новой России» 1876 г. — Казань, 1879. — С. 73.

Полтарацкая Л. К. Поездка по китайской границе от Алтая до Тарбагатая // Русский вестник. — 1871. — Т. 93. — № 6. — С. 580–661; Она же. Бременская экспедиция в Семипалатинской области // Природа и охота. — 1879. — Т. 1. — № 3. — С. 23–52.

Пушкарева Н. Л. Русская женщина: история и современность. Два века изучения «женской темы» русской и зарубежной наукой. 1800–2000. Материалы к биографии. — М., 2002.

Рикорд Л. И. Воспоминания // Русская старина. — 1879. — Т. 24. — № 1. — С. 41–48.

Францева М. Д. Воспоминания // Исторический вестник. — 1888. — Т. 32. — № 5. — С. 381–412; № 6. — С. 610–640; Т. 33. — № 7. — С. 61–87; 1917. — Т. 147. — № 3. — С. 694–715.

В.С. ПРАСОЛОВ

# Зоопарк Гагенбеков: , “Так близко, так естес

*Мы привыкли, что в современном благоустроенном зоопарке нас встречают густые зеленые аллеи, просторные загоны и вольеры с деревьями, кустарниками, искусственными скалами и горками, а также пруды и протоки, заросшие водными растениями... Но так было не всегда: в этом году исполняется всего лишь 100 лет со дня открытия зоопарка, в котором животных — вместо тесных и темных клеток, где и повернуться было трудно, — поместили в условия, максимально приближенные к естественным. Речь идет о всемирно известном немецком зоопарке в Штеллингене (Гамбург), основанном Карлом Гагенбеком, которого с полным правом можно назвать «королем зоопарков»*

**К**рупнейшим в Европе частным зоопарком руководит уже шестое поколение семьи Гагенбеков. Значительную часть экспозиции составляют исчезающие виды зверей и птиц со всех концов света, многие из которых здесь успешно размножаются. Это дальневосточные леопарды, иранские дикие ослы кьянчи, гигантские южно-африканские выдры, индийские и маньчжурские журавли, южно-американские

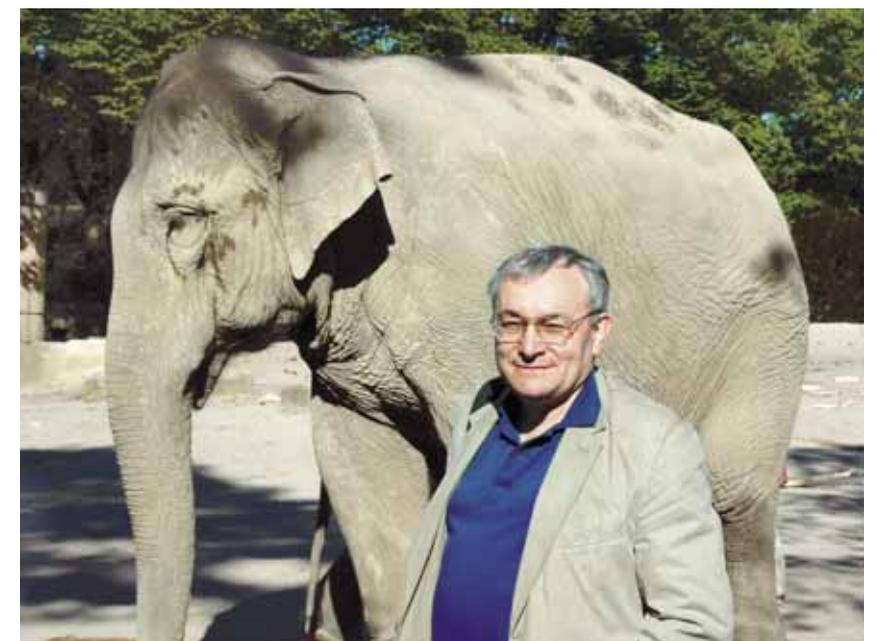
морские котики, дикие азиатские верблюды и многие другие.

И для животных, и для посетителей в зоопарке Гагенбеков созданы условия максимальной «комфортности» — этот «зоорай» полностью оправдывает свой девиз: «Так близко, так естественно, так прекрасно!» Рвы с крутыми стенками, заполненные водой, надежно оберегают посетителей от диких и опасных зверей, не мешая наблюдать за увлекательными подробностями из «личной жизни» экзотических зверей. Кстати, за всю историю зоопарка не произошло ни одного несчастного случая!

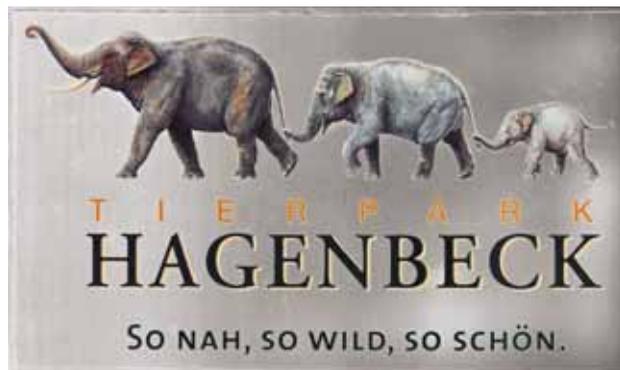
Кроме того, зоопарк в Штеллингене можно назвать шедевром ландшафтной архитектуры. Здесь много зеленых уголков, аллей с громадными деревьями, густых зарослей бамбука и вечнозеленых растений, в которых гнездятся разнообразные «бесхозные» птицы — от крохотных корольков и пищух до черных ворон, цапель, болотных курочек и уток, не говоря уж о замечательных искусственных водоемах и японском острове. Более ста лет этот «райский уголок» остается любимым местом семейного отдыха горожан и многочисленных гостей Гамбурга.

# твенно, так прекрасно!”

ПРАСОЛОВ Владимир Сергеевич — доктор биологических наук, заведующий лабораторией биологии клетки Института молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта РАН. Область научных интересов — молекулярные исследования ретровирусов, а также создание систем переноса и экспрессии генов. Участник многих биологических экспедиций, фотограф-анималист



Фотографии автора



### Тюлени в лоханках

А началась история знаменитого зоопарка в 1848 г., с двух больших лоханей для стирки белья: туда Готфрид Клас Карл Гагенбек, владелец рыбной лавки в припортовом районе Гамбурга, поселил тюленей, которых привезли ему с Эльбы рыбаки, регулярно снабжавшие лавку рыбой. В старом Гагенбеке коммерческая жилка сочеталась с живым интересом к животным: в заднем дворе его дома довольно пестрая компания домашних животных и птиц уживалась с морскими свинками, павлинами и даже говорящим попугаем.

Лоханы с новым приобретением их владелец выставил на всеобщее обозрение вначале в Гамбурге, а затем, по совету приятеля, и в Берлине, — но не бесплатно. Хотя тюлени и не являлись диковинкой для германского побережья Северного и Балтийского морей, отбоя от любопытствующих не было, что и принесло Гагенбеку неплохой барыш.

Революционные события 1848 г. в Германии заставили Гагенбека срочно продать тюленей в Берлине и вернуться в Гамбург, однако начало торговли дикими животными было положено. Вскоре предприниматель купил взрослого белого медведя, привезенного в Гам-



Бронзовый памятник основателю зоопарка Карлу Гагенбеку (1844—1913), изображенному с любимым ручным львом Триестом, который спас жизнь своему хозяину во время одного из цирковых представлений, когда на него напали вышедшие из повиновения тигры

тюленями — байкальскими нерпами, а «в делях» Уссурийского края в избытке водились самые крупные в мире уссурийские тигры и дальневосточные леопарды. В дуплах больших деревьев гнездились нарядные утки-мандаринки, по красоте брачного оперения не уступающие тропическим райским птицам. На Алтае обитали крупные дикие бараны (архары или аргали) с великолепными завитыми рогами; сибирские козероги, длина рога которых достигала полутора метров; удивительные ирбисы — снежные барсы... Здесь же можно было встретить диких лошадей, описанных



Через эти ворота, украшенные отлитыми из бронзы головами слонов, а также фигурами львов, белых медведей, африканского воина и североамериканского индейца, в 1907 г. входили в зоопарк первые посетители. Выполненные по проекту дюссельдорфского художника и скульптора И. Палленберга в модном для того времени стиле модерн, они до сих пор украшают зоопарк, однако сегодня, в связи с расширением его границ, переместились внутрь

Пржевальским, и азиатских двугорбых верблюдов батрихалов — прародителей домашних азиатских верблюдов. Чтобы пополнить свою коллекцию диковинными для европейцев животными, Гагенбек неоднократно организовывал экспедиции в Сибирь, благодаря которым, хоть и с трудом, отловленных животных удавалось доставлять в Германию. Часть добычи оставалась в зоопарке Гагенбека, другая часть пополняла коллекции других зверинцев и зоопарков. Это, безусловно, внесло определенный вклад в изучение поведения, привычек и рациона

питания многих сибирских видов животных; интересны были также и попытки получить в зоопарке гибриды между домашними и дикими европейскими животными, а также их сибирскими родственниками. В наши дни в зоопарке содержатся и размножаются некоторые сибирские и дальневосточные животные, малая численность которых в дикой природе внушает тревогу за сохранение вида; в их число входят уссурийские тигры, дальневосточные леопарды, снежные гуси и краснозобые казарки.

Основателя самого знаменитого в мире зоопарка К. Гагенбека (1844—1913) всегда привлекала громадная загадочная Сибирь с ее необъятной тайгой, могучими реками, озерами и горными хребтами, а также Дальний Восток и побережье Великого Тихого океана, населенные малоизученными в то время животными. Только на этих просторных территориях можно было увидеть белых красавцев — журавлей стерхов и, пожалуй, самых прекрасных в мире гусей — краснозобых казарок. Чистейшие воды Байкала были населены небольшими пресноводными



Оперение обитателей соленых лагун, красных фламинго, напоминающих цветы на воде, удивительно контрастирует с белыми покровами полярной совы



бург из Гренландии, полосатую гиену, тюленей, а также других зверей, которых какое-то время выставлял в небольшом зверинце, а затем, без всяких сантиментов, продавал на выгодных для себя условиях.

В 1844 г. у Гагенбека родился сын Карл, который с малых лет, как и все его многочисленные братья и сестры, приобщился к семейному бизнесу. В биографической книге «О зверях и людях» («Von Tieren und Menschen»), изданной в 1908 г., Карл Гагенбек писал: «Основная работа в рыбном деле падала на лето... Но и осенью, и зимой мы также не сживали сложа руки. Нужно было нанизывать на железную проволоку селедку и шпроты. У меня до сих пор чешутся пальцы, когда я вспоминаю об этой «славной» работе. Требовалось вынуть рыбу из обледенелого ушата, в котором она была просолена, и нанизать ее на такую же холодную железную проволоку. Нам часто случалось отмораживать руки,

тем не менее, нас очень забавляла эта работа. Иногда мы работали даже наперегонки, потому что за каждые, полностью нанизанные рыбой десять проволок, получали вознаграждение — один гамбургский шиллинг».

Унаследовав от отца страстную любовь к животному миру, Карл с раннего детства был «юным натуралистом». Родители поддерживали это увлечение до тех пор, пока оно не зашло слишком далеко. Известно, что еще двухлетним мальчиком Карл притащил домой целый выводок маленьких слепых крысят, что, разумеется, не привело в восторг его

мать. С большим трудом родителям удалось уговорить сына расстаться с крысятами в обмен на морских свинок, переданных ему на воспитание.

Довольно рано, в возрасте 12—13 лет, Карл начал выполнять поручения отца, связанные с приобретением и перепродажей экзотических птиц и зверей. Его первой самостоятельной торговой операцией была покупка коллекции, состоящей более чем из двухсот тропических насекомых (в основном жуков), у юнги, который служил на корабле, вернувшемся в Гамбург



из Вест-Индии. Карл продал ее известному в Германии торговцу экзотическими насекомыми и раковинами господину Брейтрюку, а тот с большой выгодой перепродал жуков английским коллекционерам. Торговля животными приносила все большие доходы семье Гагенбеков, и молодое поколение, лидером которого являлся Карл, постепенно отошло от рыбного бизнеса отца.

### Предыстория

Несмотря на то что Карл оставил школу, когда ему было всего 15 лет, в течение всей жизни он занимался самообразованием, и не только по книгам: благодаря торговле животными он сошелся с блестящими зоологами того времени, почерпнув от общения с ними много ценного. К их числу относился такой корифей науки, как Альфред Брем, чей многотомный труд «Жизнь животных», долгое время считавшийся библией натуралистов всего мира, многократно издавался во всех европейских странах, в том числе и в России. Карл Гагенбек общался и с французским натуралистом Жоффруа Сент-Илером: его работы по эволюционной биологии и сегодня остаются классикой, к тому же он был директором крупней-

шего парижского зоопарка «Jardin d'Acclimatation».

Тесные отношения сложились у Гагенбека также со многими известными путешественниками-этнографами и звероловами, например с Гансом Шомбургом, который открыл новый вид бегемота — карликовый лесной. Трех таких «малышей» Шомбург привез своему коллеге из Либереи.

Особо стоит сказать о друге детства Гагенбека, Карле Фрице Дорриесе, — энтомологе, прошедшем 27 лет в Восточной Сибири и на Сахалине: за это время ему удалось собрать коллекцию из 87 000 экземпляров насекомых! Кстати, и сам Гагенбек неоднократно организовывал экспедиции в Африку, Центральную Азию, Южную Америку, Индию, а также в Сибирь и на Алтай. В Европу потом шли большие груженные вагоны с экзотическими животными, которых удачливый предприниматель продавал по всему миру.

Благодаря его неутомимой энергии более пятидесяти новых видов животных впервые попали в Европу. Торговля животными в те времена была необычным видом коммерции, однако передвижной зверинец и цирк с заморскими животными вызывали неподдельный интерес



Постоянный интерес посетителей зоопарка вызывают скульптурные изображения нескольких динозавров, выполненных И. Палленбергом в 1908—1909 гг. в натуральную величину, на основе изучения палеонтологических находок. Особое внимание к себе привлекает 24-метровый диплодок

среди европейцев и американцев, а также приносили хороший доход. Успехом у посетителей начинали пользоваться и зоологические сады. Фирма Гагенбека приобрела широкую известность: она поставляла животных во все крупные зверинцы и цирки мира. Спрос на животных постоянно возрастал, и коммерсант начал покупать животных и в зоопарках.

Наряду с ловлей и продажей животных, много времени Гагенбек уделял организации своеобразных этнографических выставок, на протяжении многих лет имевших большую популярность у европейцев. С этой целью в Европу перевозились большие группы представителей этнических групп вместе с привычными для них предметами обихода и домашними животными.

Символ зоопарка Гагенбеков — индийские слоны

**Имя Карла Гагенбека стало нарицательным, а его система содержания животных получила всеобщее признание. Во всем мире по его планам построены многие зоопарки, в том числе и новый Московский зоопарк. Зоологические и естественнонаучные общества Франкфурта-на-Майне, Копенгагена, Москвы, Лондона, Парижа, Амстердама и Нью-Йорка избрали Гагенбека своим почетным членом**



Зебры — типичные обитатели равнин, степей и горных районов Африки

Первыми были лапландцы, потом — нубийцы, эскимосы и сомалийцы, калмыки и индейцы племени сиу, а также сингалезы и готтентоты — обитатели самых отдаленных уголков нашей планеты.

Нечто подобное практикуется и в наши дни: так, во многих странах проводятся фольклорные фестивали и работают постоянные выставки-«деревни», где аборигены знакомят зрителей с местными обычаями, демонстрируют мастерство и т. д. На своих этнографических выставках Гагенбек наживал немалые деньги и одновременно делал рекламу своей фирме. Эти зрелища носили не только развлекательный характер, они также имели определенное научное значение: здесь проводили исследования антропологи и этнографы, а многочисленные экспонаты вскоре попадали в коллекции этнографических музеев Германии. И сами участники выставок не оставались в накладе: будучи честным и гуманным предпринимателем, Гагенбек налаживал с людьми теплые и дружеские отношения, а по окончании мероприятий фирма доставляла их на родину.

Результатом неподдельного интереса Гагенбека к дрессировке животных стала организация передвижных цирков, в руководстве которыми непосредственное участие принимали сам Карл и его сыновья. Во многие цирки Европы и Америки, в том числе принадлежащие крупнейшему в то время объединению «Барнум и Бейли», фирма поставляла животных для участия в цирковых номерах и передвижных выставках-зверинцах.

### Строительство «рая»

В 1878 г. после переезда семьи в новый дом хозяин решил построить по соседству помещения и загоны для передержки и акклиматизации вновь поступающих животных, где также можно было дрессировать их, готовить для цирковых представлений и демонстрации городским жителям.

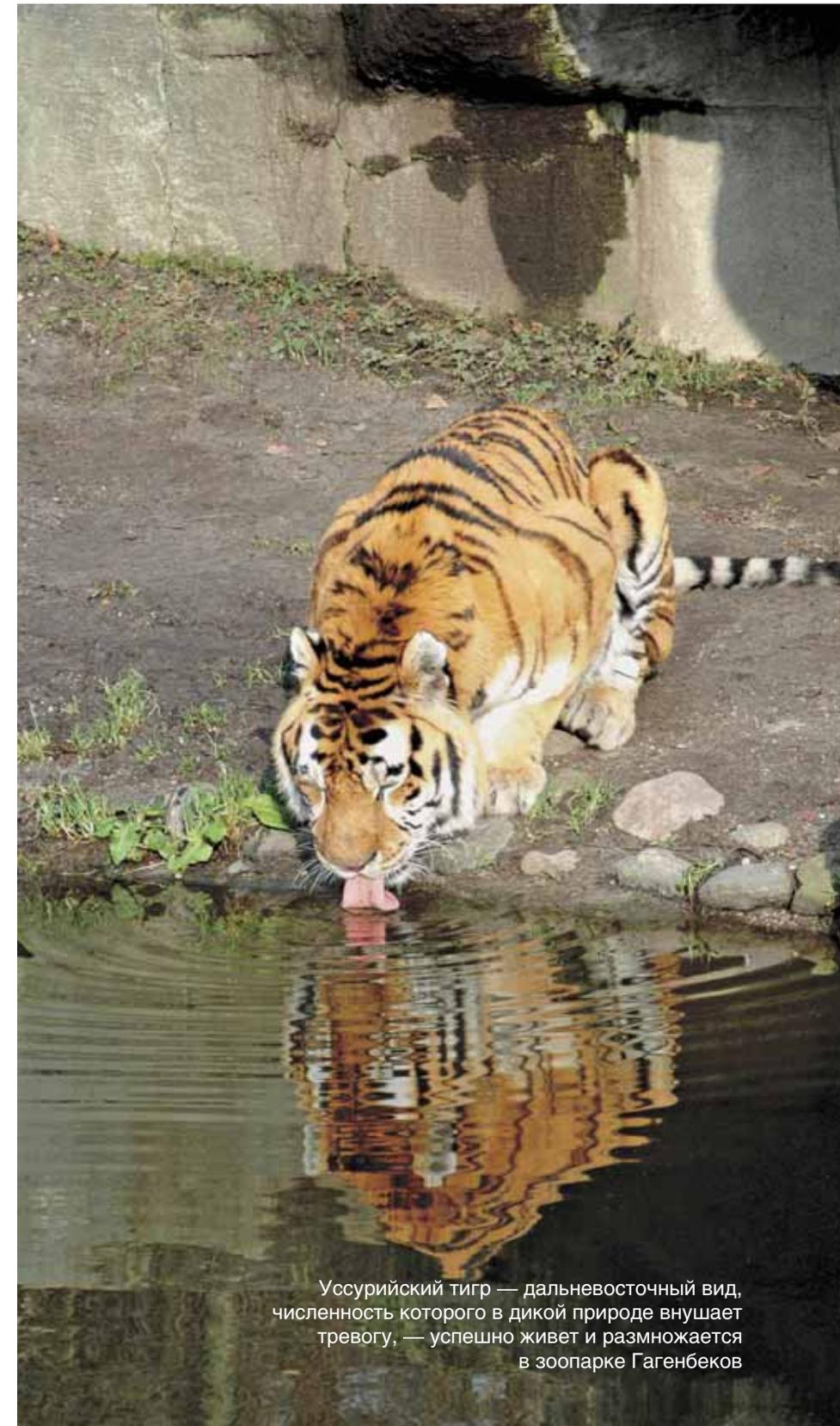
Гагенбеку удалось сделать интересные и полезные наблюдения, свидетельствующие, например, о том, что в условиях достаточно мягкой европейской зимы

животных из разных уголков Земли можно содержать в неотапливаемых помещениях, а в условиях неволи животных, которые в природе живут стадами, лучше содержать группами, хотя бы небольшими. Также проводились опыты по измерению длины и высоты прыжка хищных и копытных, определялись диеты, оптимальные для содержащихся в неволе зверей и птиц.

Одновременно Карл Гагенбек начал работу по межвидовой гибридизации животных, итогом которой стали гибриды лошади и зебры, овцы и алтайского архара, сибирской и европейской косули, различных азиатских подвидов фазана и обыкновенных европейских охотничьих фазанов. И хотя исследователь не достиг желаемых результатов — гибриды не получили распространения в качестве сельскохозяйственных животных или объектов охоты, как он хотел, — накопленный опыт не пропал даром и пригодился при разведении в условиях зоопарка видов животных, исчезающих в природе.

Вся жизнь Карла Гагенбека (и членов его семьи) была связана с дикими животными: с их поимкой, адаптацией к жизни в условиях неволи и дрессировкой. Он прекрасно понимал, что тогдашние зверинцы не были приспособлены к правильному содержанию животных и их успешному воспроизводству. Предприниматель мечтал о том, чтобы условия содержания диких животных в неволе были максимально приближены к естественным. Главным делом Гагенбека стало строительство зоопарка совершенно нового типа, где звери и птицы чувствовали бы себя «как дома». Огромный опыт работы с животными позволил Гагенбеку создать своеобразный «рай для животных».

В 1897 г. он приобретает большой участок земли в прусской деревне Штеллинген, неподалеку от Гамбурга, в то время «свободного ган-



Уссурийский тигр — дальневосточный вид, численность которого в дикой природе внушает тревогу, — успешно живет и размножается в зоопарке Гагенбеков



Для орангутанов выстроен громадный вольер-оранжерея, огромный купол которого в жаркие дни раздвигается подобно куполам астрономических обсерваторий

зейского города», не входившего в состав окружавших его прусских земель. В последующие несколько лет благодаря финансовым вливаниям знакомых Гагенбека, вошедших в долю, владения коммерсанта увеличиваются, что позволяет ему в октябре 1902 г. приступить к разбивке местности и строительству зоопарка на площади более 25 га.

Основной идеей системы Гагенбека было «предоставление животным максимальной свободы и показ их в загонах без решеток, на воле», а также демонстрация достижений акклиматизации. «Сооружение большого, практичного и долговременного зоопарка должно было служить примером», на котором организатор хотел доказать любителям животных, что не нужно «строить роскошные и дорогостоящие помещения с большими печами и что содержание животных на свежем воздухе и приучение к климату дают гораздо лучшие результаты». «Я собирался построить «рай для животных» в том месте, где рос бурьян, — подчеркивает Гагенбек. — С определенной точки зоопарк можно будет увидеть зверей разных поясов Земли, причем для каждой разновидности будет создана возможность жить в привычных для них природных условиях».

К осуществлению своего замысла автор идеи привлек талантливых архитекторов, строителей и умелых садовников. За короткий срок был построен великолепный зоопарк, совершенно не похожий на убогие зверинцы тех лет. Под руководством швейцарского скульптора Урса Эггеншвилера были воссозданы альпийские скалы для горных козлов и архаров, гималайских таров

и других горных животных; сконструирована панорама арктического моря с бассейнами для тюленей, морских львов и моржей, а также и загонами для белых медведей и северных оленей. На просторных лужайках нового зоопарка паслись африканские зебры, антилопы и южноафриканские альпаки. Львов поселили в просторных каменистых гротах, причем от посетителей их отделяла не решетка, а широкий ров, который благодаря густо посаженным деревьям и кустарникам, был совсем незаметным. Иллюзия свободы была полная: и сегодня в наличии рва можно убедиться, лишь преодолев ведущий к нему узкий проход, расположенный вдоль края искусственного утеса.

Кстати, еще в 1896 г., на выставке в Берлине, Гагенбек впервые попытался держать животных в условиях такой иллюзорной свободы. Тогда Королевское патентное бюро выдало ему патент № 91492 «на Панораму», т. е. вольеры без решеток.

**Н**овый зоопарк был открыт для посетителей 7 мая 1907 г. После смерти Карла Гагенбека в 1913 г. руководство зоопарком, фирмой и цирками перешло к его сыновьям, которые достойно продолжили дело отца, несмотря на многочисленные трудности. Так, во время Второй мировой войны в результате 90-минутной бомбардировки зоопарк был практически полностью разрушен. Однако уже год спустя сооружение удалось восстановить. В расчистке территории активное участие приняли и слоны, содержащиеся в зоопарке.

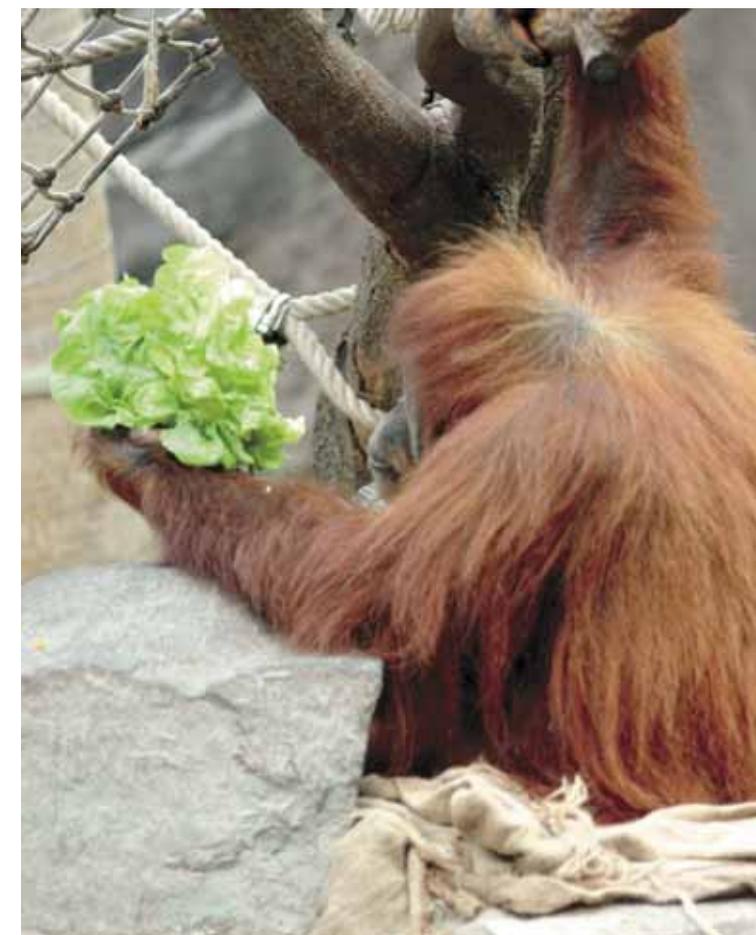
Вообще, индийские слоны — символ зоопарка. Сегодня их более десятка, причем все, за исключением одного взрослого самца Мухаммеда, родились в его стенах. Животные абсолютно ручные, а некоторые даже катают детей в зоопарке.

Зоопарк постоянно совершенствуется. Построены новые современные помещения для четвероногих: особенно хорош громадный вольер-оранжерея, где хозяйничает стая орангутанов. В жаркие дни раздвигается огромный купол, подобно куполам астрономических обсерваторий, позволяя обезьянам понежиться под нечастым в Гамбурге солнышком.

Помимо ведения просветительской деятельности, зоопарк вносит заметный вклад в поддержание биоразнообразия и сохранения многих видов исчезающих зверей и птиц: наряду с орангутанами, здесь регулярно размножаются дикие ослы онагры, амурские тигры, дикие двугорбые азиатские верблюды, пингвины Гумбольдта и многие другие.

Для маленьких посетителей разводят крошечных карликовых сомалийских коз, с которыми они с удовольствием общаются. Когда появляются козлята — восторгом нет конца: ведь детенышей можно и погладить, и покормить, и даже — взять на руки!

...Быстро и незаметно пролетает время в зоопарке Гагенбеков, где можно увидеть и узнать много нового и интересного. Однако смеркает: не хочется уходить, но пора. И прощаясь с этим чудесным местом, с благодарностью вспоминаешь его основателя — в надежде вернуться сюда вновь.





*Фото В. Прасолова (Москва)*

В знаменитом старейшем в мире зоопарке Гагенбеков (Германия, Гамбург) успешно живут и размножаются многие виды животных из самых разных регионов, в том числе из Сибири и с Дальнего Востока. Чтобы пополнить свою коллекцию диковинных зверей, его основатель Карл Гагенбек неоднократно организовывал экспедиции в эти малознакомые экзотические для европейцев «далекие страны». Среди его «трофеев» были самые крупные и красивые в мире тигры — амурские (уссурийские). Сегодня этот вид кошачьих занесен в Красную

книгу РФ и Красную книгу Международного союза охраны природы и природных ресурсов. Лишь на Сихотэ-Алине сохранилась единственная в мире дикая популяция уссурийского тигра. Хотя прямой угрозы исчезновения полосатого хищника пока нет — его будущее продолжает вызывать тревогу. Поэтому пушистые котята, рождающиеся в зоопарках, в том числе и на немецкой земле, являются живым «генетическим банком», залогом выживания этих легендарных зверей в новом тысячелетии