Познавательный журнал для хороших людей

НАУКА из первых рук

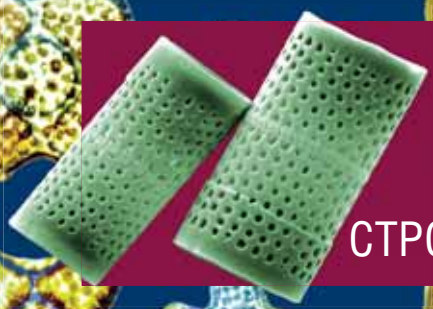
4 4 • август 2006

СТРОИМ ДОМ ИЗ КРЕМНИЯ

ДУХИ ЗА МУЗЕЙНОЙ ЗАНАВЕСКОЙ

ИОННЫЙ ЩИТ ВИРУСА ГРИППА

МЕДИЦИНА У ЛЕСНЫХ НЕНЦЕВ



ДИАТОМЕИ:

СТРОИТЕЛИ СТЕКЛЯННЫХ ЗАМКОВ

ISSN 18-10-3960

Дорогие читатели!

В июне этого года мы отметили 75-летний юбилей академика Валентина Афанасьевича Коптюга — выдающегося ученого, гражданина и патриота. Его активная гражданская позиция заставляет нас вспомнить еще одного «рачителя о всяком добре любезного отечества», великого русского ученого и общественного деятеля — Михаила Ломоносова, в чьих записках, «простирающихся к приращению общей пользы», на первом месте стоят главы «О размножении и сохранении российского народа» и «О исправлении нравов и большем народа просвещении».

Валентин Афанасьевич, будучи активным сторонником и пропагандистом концепции устойчивого развития, призванной спасти человечество от возможной катастрофы в будущем, также считал, что именно образование является основой развития общества в настоящем и будущем, его фундаментом и одновременно зеркалом. Его слова находят подтверждение в данных статистики: уровни чтения, грамотности и в целом образования тесно связаны с такими характеристиками, как производительность труда, инновационное преобразование экономики, развитость гражданского общества, более того — с уровнем жизни и степенью расслоения доходов населения.

Наша страна привыкла на законных основаниях гордиться званием «самой читающей» в мире, уровнем образования и успехами ученых. Что же мы имеем на сегодня? Согласно данным, приведенным на недавно прошедшем V съезде Российского книжного союза, по уровню грамотности мы отстаем практически от всех развитых стран; число отказов в библиотеках возросло до 80%; почти 90% книжного тиража не доходит до российских регионов, оседая в столицах; школьные библиотеки не обновляются... Особенно тревожит то, что эти процессы негативно отзываются на подрастающем поколении. И здесь уместно снова привести слова Валентина Афанасьевича Коптюга, произнесенные более 10 лет назад: «Совершенно очевидно, что образование, культура, наука — это краеугольные камни будущего развития. Страна, которая недооценивает роль этих трех сфер, обречена на прозябание в будущем постиндустриальном мире».

академик Н.Л. Добрецов,
главный редактор

Академик В. А. КОПТЮГ был активным пропагандистом в России концепции УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ человечества. С. 6

В причудливых кремниевых панцирях ДИАТОМОВЫХ водорослей ПРИРОДА достигла ГАРМОНИИ красоты и целесообразности. С. 24

.01 СУДЬБЫ

6 В. А. Коптюг: Путь в никуда или в будущее?

.02 ЧЕЛОВЕК И ОБЩЕСТВО

20 ***Е. С. Гвоздева, Т. А. Штерцер***
Быть умным, чтобы быть богатым

.03 ЛИЦОМ К ПРИРОДЕ

24 **Диатомеи: строители стеклянных замков**

28 ***Л. Медлин, П. Симс, Р. Кроуфорд, Н. И. Стрельникова, Р. Ян, В.-Х. Кузбер, Д. Вильямс***
«...Почти бессмертны и всегда молоды»

40 ***Э. И. Лосева, Р. Кроуфорд, М. Полен, Н. Б. Балашова***
Шесть континетов вечной жизни

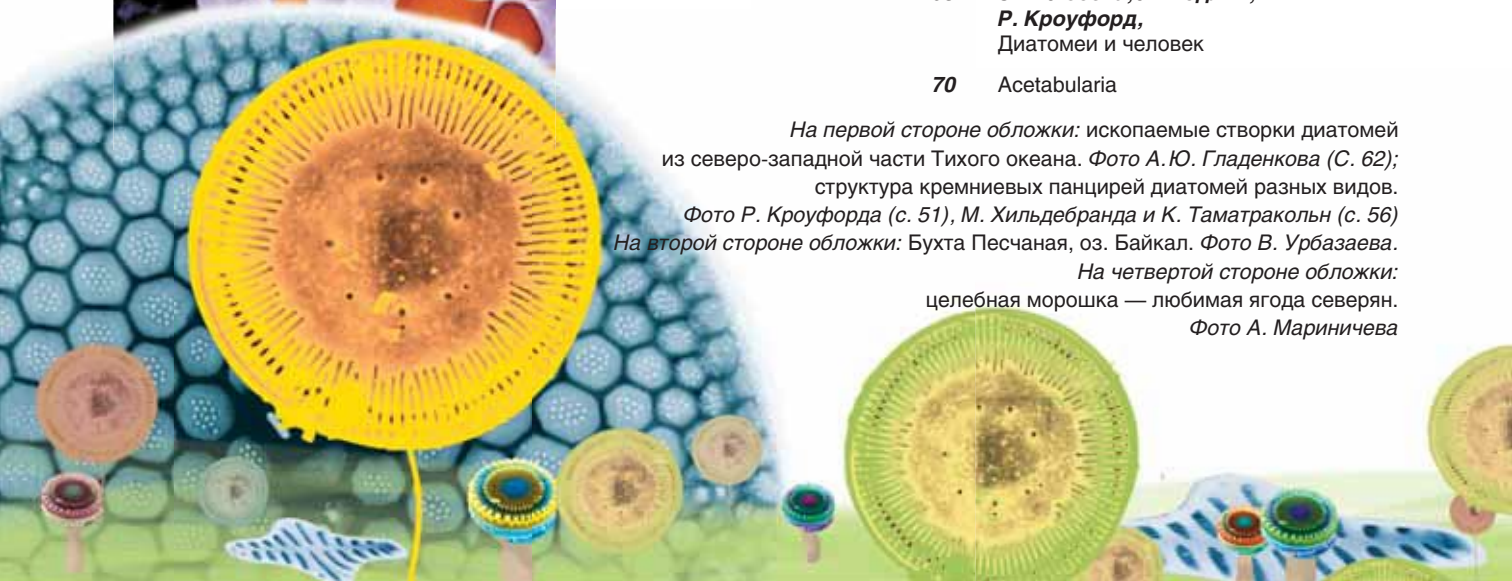
46 ***Р. Кроуфорд, И. Гибшубер, К. Таматракольн, М. Хильдебранд***
Мини-наноинженеры

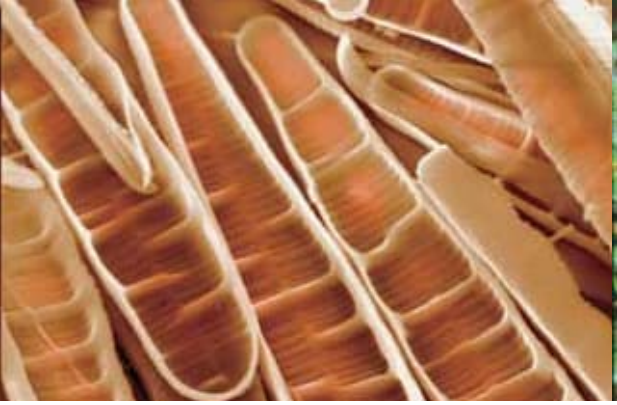
60 ***Э. И. Лосева, Р. Кроуфорд, А. Ю. Гладенков, Д. Смол, М. Дуглас, М. Полен, Т. А. Гребенникова***
Летопись планеты по диатомеям

68 ***Э. И. Лосева, Л. Медлин, Р. Кроуфорд,***
Диатомеи и человек

70 Acetabularia

На первой стороне обложки: ископаемые створки диатомей из северо-западной части Тихого океана. *Фото А. Ю. Гладенкова (С. 62);* структура кремниевых панцирей диатомей разных видов. *Фото Р. Кроуфорда (с. 51), М. Хильдебранда и К. Таматракольн (с. 56)*
На второй стороне обложки: Бухта Песчаная, оз. Байкал. *Фото В. Урбазаева.*
На четвертой стороне обложки: целебная морошка — любимая ягода северян. *Фото А. Мариничева*





Лишившись РНК-начинки, ВИРУСЫ превращаются в эффективную и безопасную ВАКЦИНУ **С. 72**

ДОКТОР НАУК и ХУДОЖНИК А.Г. Толстиков предпочитает писать картины больших размеров. **С. 112**

.04 **ЧЕЛОВЕК**

72 ***В.А. Иванесенко, Н.А. Колчанов***
Ионный щит вируса гриппа

80 ***В.В. Власов***
Что делать? Россия перед возможной пандемией

88 Новая вакцина: победа формы над содержанием

.05 **АБОРИГЕНЫ СИБИРИ**

90 Лесные ненцы. Традиционная медицина

.06 **МУЗЕИ И КОЛЛЕКЦИИ**

106 Духи за музейной занавеской

.07 **НЕ НАУКОЙ ЕДИНОЙ**

112 ***А.Г. Толстиков***
В пересечении параллелей

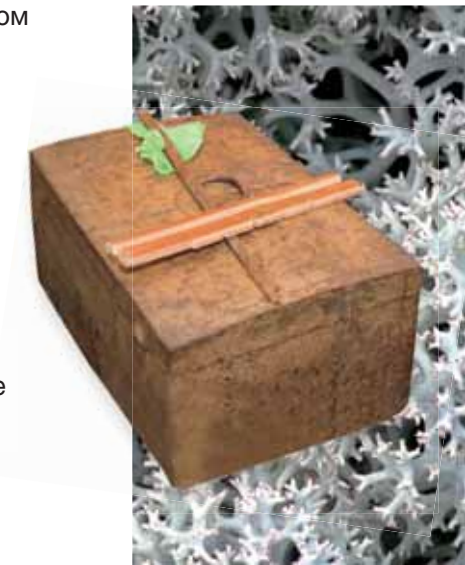
.08 **ПУТЕВЫЕ ЗАМЕТКИ**

118 ***В.А. Короткоручко***
Путешествие в райское местечко Аршан

АРШАН — на монгольском означает ИСТОЧНИК хорошей ВОДЫ... **С. 118**

ЯЩИК С ДУХАМИ до сих пор используется в МУЗЕЕ пос. Шеркалы по «прямому назначению». **С. 106**

Порошок из ЩУЧЬИХ ЧЕЛЮСТЕЙ, прижигание ЧАГОЙ, настойка из МУХОМОРОВ... **С. 90**



ПОЛВЕКА СО РАН

ПО МАТЕРИАЛАМ КРУГЛОГО СТОЛА, ОРГАНИЗОВАННОГО РЕДАКЦИЕЙ ЖУРНАЛА В НОВОСИБИРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

В.А. КОПТЮГ:

В 2007 г. Сибирское отделение РАН готовится отметить свой 50-летний юбилей. Начиная с этого выпуска героями нашей рубрики станут ученые, сыгравшие большую роль в становлении и развитии науки в Сибири, и первым из них — выдающийся химик и организатор науки академик Валентин Афанасьевич Коптюг

КОПТЮГ Валентин Афанасьевич — вице-президент Российской академии наук и председатель Сибирского отделения РАН (1980—1997), вице-президент и президент Международного союза по теоретической и прикладной химии (ИЮПАК) (1985—1989), вице-президент Научного комитета по проблемам окружающей среды Международного совета научных союзов (1992—1997), член Высшего консультативного совета по устойчивому развитию при генеральном секретаре ООН (1993—1995)

Выбор этот отнюдь не случаен, хотя для него есть и официальный повод: 9 июня Валентину Афанасьевичу исполнилось бы 75 лет. В этом трагическом «бы» заключается настоящий жизненный подвиг — упорное и научно обоснованное противостояние разрушительным процессам, охватившим страну в годы системного кризиса, огромные усилия по сохранению отечественной науки.

О Валентине Афанасьевиче написано много, в том числе издана книга «Эпоха Коптюга», в которой, помимо воспоминаний соратников, друзей и коллег, опубликованы материалы из личного архива Коптюга. Перед читателем этой необычной книги вырисовывается «...образ выдающегося ученого и организатора науки, патриота и государственного деятеля, человека волевого и целеустремленного, фантастически работоспособного, кристально честного, несгибаемого в отстаивании своих принципов и вместе с тем скромного, простого и приветливого в общении с людьми, независимо от их социального положения... Он относился ко всем делам (а они все множились) с огромной ответственностью... старался разобраться в каждой проблеме до самой сути, до мелочей (которые иногда были решающими), он “перемалывал” горы статей, докладов, обзоров, документов, писем, много ездил, беседовал, писал... Он работал ежедневно до поздней ночи, без выходных и практически без отпусков и жил, как он однажды сам сформулировал, “в состоянии монотонно нарастающего напряжения”...» (Н. Л. Добрецов) [1].

Последние годы своей жизни академик Коптюг был активным сторонником и пропагандистом концепции устойчивого развития человечества, провозглашенной Конференцией ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г., в работе которой он принимал участие. Уже 15 лет прошло с той поры, и девять — как ушел из жизни Валентин Афанасьевич, первый и по сути главный проводник этой идеи в России.

ПУТЬ В НИКУДА ИЛИ В БУДУЩЕЕ?

Но, как известно, смертны только люди... Судьба идей о гармоничном обустройстве мира в современном обществе стала темой круглого стола, собравшего выпускников Новосибирского государственного университета, ректором которого был когда-то академик Коптюг.

Говоря о научной интеллигенции, В. А. Коптюг указывал на ее важную роль «...в реализации реформ, которые действительно необходимы России, если у ее представителей будет четкая мужественная гражданская позиция, если она не будет остерегаться высказывать свои убеждения, основанные на более обширных знаниях, более широком кругозоре, чем у других слоев общества...» [1].

Как близки эти мысли суждениям другого российского академика, радевшего о пользе «любезного Отечества», — Михаила Васильевича Ломоносова:

«Разбирая свои сочинения, нашел я старые записки моих мыслей, простирающихся к приращению общей пользы. По рассмотрении рассудилось мне за благо пространнее и обстоятельнее сообщить их... истинному рачителю о всяком добре любезного отечества в уповании, может быть найдется в них что-нибудь, к действительному поправлению российского света служащее... Все оные по разным временам замеченные порознь мысли подведены быть могут, как мне кажется, под следующие главы:

1. *О размножении и сохранении российского народа.*
2. *О истреблении праздности.*
3. *О исправлении нравов и о большем народа просвещении.*
4. *О исправлении земледелия.*
5. *О исправлении и размножении ремесленных дел и художеств.*
6. *О лучших пользах купечества.*
7. *О лучшей государственной экономии.*
8. *О сохранении военного искусства во время долговременного мира.*

Сии столь важные главы требуют глубокого рассуждения, долговременного в государственных делах искусства к изъяснению и предосторожной силы к произведению в действо. ...извините мою дерзость, что, не имея к тому надобной способности, касаюсь толь тяжкому бремени только из усердия, которое мне не позволяет ничего (хотя бы только и по-видимому) полезного обществу оставить под спудом. Начало сего полагаю самым главным делом: сохранение и размножение российского народа, в чем состоит величество, могущество и богатство всего государства, а не в обширности, тщетной без обитателей» [2].

Цивилизация между Сциллой и Харибдой

В. А. КОПТЮГ: Что же такое концепция устойчивого развития?.. Она ставит во главу угла примат духовных ценностей над материальными. Человечество не должно чересчур увлекаться тем, что представляет собой избыточное потребительство...
Из этого вытекает второе базовое положение концепции, касающееся давнего спора: какие интересы должны учитываться прежде всего — индивидуальные или общественные? Ответ: интересы общества выше всего, а человек располагает свободой действий, но в рамках тех норм и ограничений, которые вводит общество. И, наконец, примат государственного регулирования (законодательного и с помощью экономических механизмов) над действием чисто рыночных сил... [3]

Открывая в 1992 г. конференцию в Рио-де-Жанейро, Морис Стронг, ее Генеральный секретарь, констатировал: «Процессы экономического роста, которые порождают беспрецедентный уровень благополучия и мощи богатого меньшинства, ведут одновременно к рискам и дисбалансам, в одинаковой мере угрожающим и богатым, и бедным. Такая модель развития и соответствующий ей характер производства и потребления не являются устойчивыми для богатых и не могут быть повторены бедными. Следование по этому пути может привести нашу цивилизацию к краху» [4]

Евгений Балдин: Познакомившись со сборником публицистических статей Валентина Афанасьевича Коптюга, выскажусь категорично: на мой взгляд, сегодня они просто несовременны. Это воззрения 20-летней давности, времен советской политэкономии. Аргументирую: идея устойчивого развития, по В. Коптюгу, состоит в том, что нужно жить в меру, уменьшить свое потребление, обращать внимание на экологию. Замечательные слова. Но какая для этого предлагается последовательность действий? Ничего конкретного, кроме критики реформаторов 80-х—90-х гг. прошлого века. И вообще — почему кому-то, например России, как предлагал В. Коптюг, нужно искать какой-то свой уникальный путь развития? На текущий момент все более-менее благополучные страны живут как Америка.

Антон Черепанов: Вот как раз в этом и заключается проблема — благополучные... Известно, что 83 % мирового дохода приходится на 20 % населения. Поэтому, если остальные 80 % населения будут стремиться к таким же стандартам потребления, как ведущие западные

Евгений БАЛДИН, научный сотрудник Института ядерной физики СО РАН, выпускник физфака НГУ

страны, и в первую очередь Америка, то ресурсов Земли просто не хватит. Именно поэтому и предлагалось перейти на иную модель, которая позволит всем существовать более-менее достойно, иначе кто-то гарантированно будет жить в нищете.

Сейчас только по официальной статистике 800 млн людей в мире голодают, каждый день от голода умирают 18 тыс. детей. В то же время устроить так, чтобы все голодающие жили по тем же стандартам, что и средний американец, то есть имели домик, две машины и т. п., не получится. Здесь возможны лишь два пути: либо узаконить то, что часть стран живет сверхбогато за счет того, что остальные не могут удовлетворить даже элементарные жизненные потребности, либо найти такой путь, который позволил бы обеспечить баланс между экологией, экономикой и социальным развитием, то есть путь устойчивого развития.

Евгений Балдин: Жизнь такая, какая она есть. Изменить ее насильно, как и человеческую природу, не получится. Человек сформировался миллион лет назад, и нового человека не будет еще миллион лет.

Денис Обуховский: Мне 25 лет, я историк, учился в аспирантуре, то есть неплохо знаю студенческую среду НГУ 2000—2006 гг.: наиболее интересных и талантливых историков, экономистов, филологов, журналистов, востоковедов... Поэтому вполне ответственно могу сказать: концепция устойчивого развития для меня как для историка и для моего окружения всего лишь факт истории. Да, были такие исторические феномены, как Римский клуб, деятельность которого мы изучали в университете, была Конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро...

Антон ЧЕРЕПАНОВ, директор общественной организации «Центр содействия устойчивому развитию», педагог Центра детского творчества, руководитель клуба «Глобалист», выпускник физфака НГУ

Денис ОБУХОВСКИЙ, исполнительный директор НП «СМАРТ-Концепт», выпускник гуманитарного факультета НГУ (историк)

По инициативе В.А. Коптюга с 1993 г. в СО РАН начал издаваться международный журнал «Химия в интересах устойчивого развития»

Екатерина ЗЮБИНА, ведущий редактор журнала «Химия в интересах устойчивого развития», выпускница геолого-геофизического факультета НГУ

Это все очень познавательно, но к моей жизни сегодня они не имеют отношения. На мой взгляд, к началу XXI века концепция устойчивого развития перестала быть актуальной. Сейчас идет другое время. Причем что это за время, никто понять до конца не может.

Екатерина Зюбина: А что в этом новом мире противоречит концепции устойчивого развития? Она не вписывается в реальность или просто никто не старается ее туда встроить?

Денис Обуховский: По моему мнению, этой концепции в мире просто нет, и никто не работает над тем, чтобы это изменить.

В.А. КОПТЮГ: «...Проблема атомизации общества обсуждается все шире и шире. Речь идет о том, что получение информации о происходящем в стране и в мире уже не требует прямого общения между людьми. Его во все возрастающей степени заменяют средства массовой информации и компьютерные системы, используемые в быту, образовании, науке и бизнесе. Включив телевизор, человек ощущает себя как бы в гуще событий, не выходя из дома. При этом он не замечает, как правило, что ему исподволь навязывается определенная точка зрения на них...
Люди перестают читать художественную литературу, ходить в кино, посещать театры и концерты, взамен этого им услужливо предоставляются эрзацы, плоды “массовой”, часто совершенно безнравственной культуры. Человек все больше и больше изолируется от общества, теряет интерес к опыту предшествующих и ныне живущих поколений, перестает обмениваться письмами с друзьями и родственниками, формируется иллюзия независимости человека от общества. Соответственно нарастают индивидуализм и эгоизм, пренебрежение интересами и ценностями общества. Традиции рушатся, мораль отходит на второй план. “Какое мне дело до других? Я забочусь о себе!..”» [5]

Евгений Дубровин: Идеи устойчивого развития вообще появились в нашей стране только благодаря В.А. Коптюгу после конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро, его участия в качестве официального представителя России. Он был основным лоббистом принятия соответствующих постановлений правительства по разработке Стратегии устойчивого развития России. Он же был, кстати, и основным критиком сведения этой концепции исключительно к решению экологических проблем без учета социальных и экономические аспектов.

Огромная заслуга ак. Коптюга в том, что в середине 90-х гг. прошлого века он был одним из немногих, кто рассуждал о какой-то стратегии развития как ученый.

И в этом смысле, мне кажется, он предлагал вполне разумную стратегию, на базе которой интеллектуальная публика России могла бы реализовать свою функцию в обществе. Ведь сама идея устойчивого развития — своего рода заявка на стратегию со стороны социального института науки как такового. На мой взгляд, роль института науки в отношении к инновациям, бизнесу, экономическим проблемам в настоящее время нулевая.

Возможно, разгадка в том, что сегодняшние студенты редко связывают свое будущее с наукой. А если и делают это, то в сугубо прагматичном смысле. Никакого представления о социальной функции науки ни студентам, ни аспирантам в университете не дают. Поэтому не видно и людей, которые бы эти социальные функции собирались реализовывать — каждый хочет «копать» в своей предметной области, заработать денег, в лучшем случае — сделать какое-нибудь открытие... И, может быть, все-таки стоит подумать о том, что предлагал делать в этом направлении В. Коптюг? Однако для начала надо понять, выгодна ли модель устойчивого развития для России.

Я считаю, что деятельность, связанная с развитием концепции устойчивого развития на официальном уровне, фактически прервалась со смертью Валентина Афанасьевича. Произошло выхолащивание идеи, хотя сам термин остался.

Антон Черепанов: Мне кажется, что концепцию устойчивого развития недопонимают или располагают недостаточной информацией. Идею устойчивого развития можно выразить в двух словах: это модель развития общества, при которой и нынешнее, и будущие поколе-

Евгений ДУБРОВИН, член совета Дем Клуба НГУ (клуб дебатов), выпускник гуманитарного факультета НГУ (историк)

В. А. Коптюг — профессору Б. И. Степанову, ветерану Московского химико-технологического института им. Д. И. Менделеева [из поздравления с юбилеем, 1994 г.):

«...В 1949 г., окончив с золотой медалью школу в Самарканде, я отправился в Москву в надежде получить высшее химическое образование в Московском государственном университете. Сдал документы, умолчав в автобиографии об одном факте — в 1938 г. был арестован и затем расстрелян мой отец. Однако "фигура умолчания" сильно тревожила мою душу, поэтому на следующий день я вновь пошел к секретарю приемной комиссии МГУ и честно сообщил ему об этом. В ответ я услышал: "Будет лучше для Вас и для нас, если Вы попробуете поступить в другой вуз". Я внял этому совету и отправился в приемную комиссию "Менделеевки". Сдавая документы, сразу же обратил внимание на упомянутый "прискорбный" факт из своей биографии. На что дальше от Вас, дорогой Борис Иванович, услышал фразу, которую помню уже почти полвека: "Мы ведь принимаем в институт не Вашего отца, а Вас!" Так в 1949 г. я стал студентом МХТИ им. Д. И. Менделеева. Институту и кафедре я обязан всем тем, что мне довелось сделать в жизни и, надеюсь, еще удастся. На своем непростом жизненном пути я встречал много честных людей, истинных граждан, патриотов своей страны. Знаю, в научной и преподавательской среде тоже много мерзавцев, но честных людей больше. На них и держится Россия в широком понимании этого слова-символа. Земной Вам поклон, дорогой Борис Иванович, доброго здоровья и веры в будущее!» [6]

ния людей будут иметь достаточные ресурсы для жизни и прогресса. Это жизнь не по принципу *после нас хоть потоп*.

Идея очень простая, но для ее реализации необходима оценка многих параметров с точки зрения образования, экономики, ресурсов и т. п., для чего на конференции в Рио-де-Жанейро была принята «Повестка дня на XXI век» — большая и подробная программа действий всех стран по каждому из этих направлений и начата разработка параметров устойчивого развития (всего более 300).

Россия ратифицировала решения конференции в Рио-де-Жанейро. И теперь каждые 5 лет подводятся итоги, принимаются новые программы. В частности, в 2002 г. в Йоханнесбурге был проведен Всемирный саммит по устойчивому развитию («Рио + 10»). Процесс идет. Кстати, в нем участвуют уже и предприниматели: еще в 1995 г. по инициативе Международной торговой палаты был создан Всемирный совет предпринимателей за устойчивое развитие (ВСПУР), объединяющий 160 крупнейших предприятий из 30 стран мира. Предприниматели поняли, что при стратегическом планировании на 10—30 лет вперед следование принципам устойчивого развития помогает развивать бизнес.

Пока не существует альтернативы концепции устойчивого развития. Плохо это или хорошо, но сейчас весь мир старается следовать этой стратегии как спасению от хаоса, экологических катастроф и социальных взрывов.

Почему же у нас в Новосибирске эта идея воспринимается как устаревшая? Вспоминаю лекцию ак. Коптюга, прочитанную им в НГУ 30 сентября 1992 г. вскоре после приезда из Рио-де-Жанейро, во время которой он очень эмоционально рассказал нам, студентам, о конференции и о том, как он понимает устойчивое развитие. Кто-то с ним согласился, кто-то — нет, но пошла некая интеллектуальная волна, в центре которой был Валентин Афанасьевич. Вообще надо сказать, что он умел самую сложную идею донести до студента, школьника, простого обывателя. На его лекции в нашем тогдашнем Дискуссионном клубе собиралась аудитория в 200 с лишним студентов. И после двух часов выступления его никак не хотели отпускать.

Но когда его не стало, вдруг оказалось, что научные направления, связанные в нашем научном сообществе с исследованием устойчивого развития, куда-то исчезли. В качестве печального курьеза приведу тот факт, что на Ежегодной международной студенческой конференции единственной секцией, в которой наш университет в этом году не занял ни одного призового места, была Секция глобальных проблем и принципов устойчивого развития.

И все же не везде в Сибирском отделении РАН игнорируют эту идею. Насколько мне известно, идеи устойчивого развития каким-то образом были подхвачены в Красноярске, в Томске, стали там разви-

Всемирный совет предпринимателей по устойчивому развитию [ВСПУР) — World Business Council for Sustainable Development [WBCSD) — был образован по предложению Международной торговой палаты в 1995 г.
ВСПУР становится все более авторитетной международной организацией. Сегодня он объединяет 160 крупнейших предприятий из 30 стран мира, представляющих более 20 отраслей промышленности и других видов предпринимательской деятельности.
В него входят такие компании, как British Petroleum, General Motors, Shell, Volkswagen, Fiat, Philips, Xerox, Johnson & Johnson, Procter & Gamble и др.
Российскими членами ВСПУР являются ОАО «Газпром» и Группа «Сибирский алюминий», а неправительственный Экологический фонд имени В. И. Вернадского, созданный в 1995 г., стал партнерской региональной организацией ВСПУР по России и СНГ

ваться, использоваться в стратегическом планировании. И, возможно, не случайно, что в этом году в нескольких конкурсах — на создание национального университета, свободной экономической зоны и др. — именно эти города опередили Новосибирск.

Денис Обуховский: То, что существует такая концепция устойчивого развития, мне было известно еще на втором курсе университета. Но нам-то что в этом смысле нужно делать? Вам, мне, тем, кто за этим круглым столом собрался, всем остальным? Преподавателям со студентами, например?

Антон Черепанов: Во-первых, концепцию устойчивого развития никто вам или кому-то другому не собирается навязывать. Тем более — определять ваше поведение в любой ситуации. Образно говоря, она существует для того, чтобы предотвратить саморазрушение общества, как правила проезда на красный свет. Задает какие-то параметры, границы, перейдя которые мы можем разрушить будущее наших детей, внуков...

И об этом должно быть проинформировано все сообщество — ведь глобальные катаклизмы охватывают всех. Нужен минимальный ликбез. Вот, к примеру, в 2003 г. мы провели очередную Летнюю школу устойчивого развития под названием «Действуй локально», где собрался звездный состав: победители олимпиад, участники научных конференций... Им предложили четыре нестандартные ситуации, типа «что будет, если у вас зимой откажет отопительная система», «что делать, если в лесу, где вы отдыхаете, появился подозрительный запах» и т. п. И несмотря на то, что все вроде бы должны были хорошо соображать, первый вариант плана действий у трех групп из четырех гарантированно приводил к поголовной гибели.

Обмен мнениями. Член-корреспондент АН СССР В. А. Коптюг и профессор Т. Клерк Высшей технической школы (Цюрих)

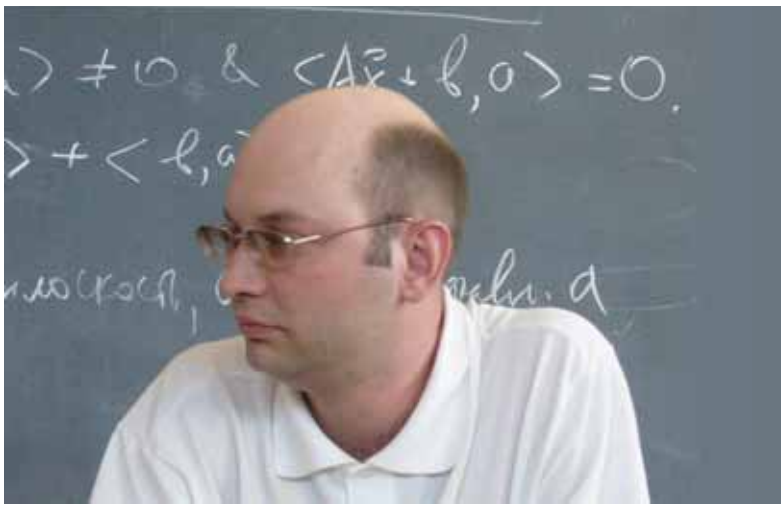
«...В. А. Коптюг прилагал колоссальные усилия к тому, чтобы концепция устойчивого развития была понята и принята в России, — выступал в Государственной думе, на парламентских слушаниях, на научных и общественных конференциях. Вместе со своими единомышленниками он работал над формированием национальной стратегии устойчивого развития России.
Он считал, что нет на Земле страны, по своим ресурсам, возможностям и духовному потенциалу более точно соответствующей концепции устойчивого развития, чем Россия. Но в последний год своей жизни (1996) он отказался войти в рабочую группу правительства по разработке национальной стратегии устойчивого развития России, так как пришел к выводу, что в настоящее время это бессмысленно — надо думать о том, как вытащить страну из пропасти... Он считал, что курс, которым сейчас идет Россия, ведет в сторону, противоположную устойчивому развитию» [7]

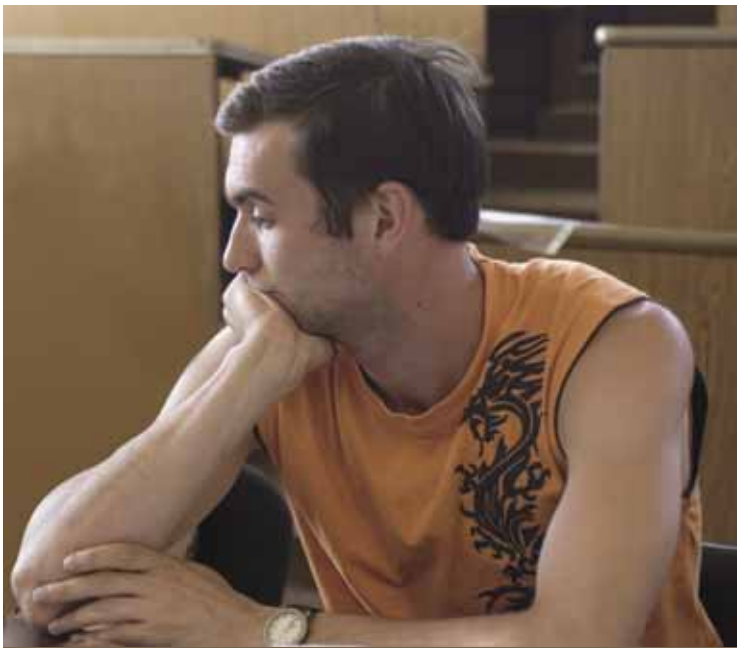
В. А. КОПТЮГ: «...Поиск пути устойчивого развития не одномерен. Его нельзя, как это иногда пытаются представить, свести к решению проблем окружающей среды. Концепция устойчивого развития многомерна, она связывает экономические, социальные, демографические, экологические и политические проблемы воедино с целью нахождения и реализации разумного баланса в интересах ныне живущих людей и будущих поколений. Только в рамках такого подхода можно взять под контроль противоречащие друг другу процессы глобализации и фрагментации, интеграции и дезорганизации. Корабль цивилизации надо суметь провести между Сциллой и Харибдой нынешней угрожающей катастрофой мировой ситуации. Смогут ли это сделать нынешние и пришедшие им на смену лидеры государств, будет зависеть от степени соответствия их компетентности резко возросшей сложности государственных и глобальных общецивилизационных проблем, а также от понимания обществом в каждой стране своей ответственности за все происходящее, в том числе за действия правительства» [8]

Поэтому в идеале должна быть создана общеобразовательная концепция, а пока надо в курсе уже существующих школьных программ по экологии, экономике, географии давать детям представление о концепции устойчивого развития в ее прикладном аспекте.

Денис Обуховский: У меня две короткие констатации. Первая: 70—80 % экологических прогнозов Римского и других клубов (загрязнение атмосферы, небывалый демографический рост, глобальное потепление и пр.) оказались, согласно дальнейшим исследованиям, несостоятельными. Вторая: академик Коптюг был потрясающим оратором, который умел убеждать, которого слушали... Но был ли он успешным технологом, то есть умел ли транслировать свои идеи так, чтобы они продолжали жить без его участия? Вот это проблема.

И это проблема не только В. Коптюга и не только СО РАН. Я согласен с тем, что экологическое образование надо менять. В учебнике по обществознанию есть глава о глобальных проблемах человечества и параграф, посвященный концепции устойчивого развития. А дальше проблема учителя: как он это ученикам развернет, насколько полно...





Литература:

1. Добрецов Н.Л. Эпоха Коптюга. Новосибирск; Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. С. 26.

2. Из письма М.В. Ломоносова графу И.И. Шувалову, 1761 г.

3. Коптюг В.А. Возможна ли выработка стратегии устойчивого развития России в настоящее время?//Наука спасет человечество. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. С. 275.

4. Коптюг В.А. Должна ли Россия слепо воспринимать то, чего желает ей Америка?//Наука спасет человечество... С. 328.

5. Коптюг В.А. Корабль цивилизации надо суметь провести между Сциллой и Харибдой//Наука спасет человечество... С. 210—211.

6. Вместо предисловия//Наука спасет человечество... С. 5.

7. Добрецов Н.Л. Устойчивое развитие: Россия, Сибирь, Байкальский регион. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 1998. С. 7.

8. Коптюг В.А. Корабль цивилизации... С. 211.

9. Добрецов Н.Л. Устойчивое развитие... С. 8.

10. Пармон В.Н. Предисловие. В ст.: Коптюг В.А. Конференция ООН по окружающей среде и развитию. Чем грозит России игнорирование ее выводов?//Химия в интересах устойчивого развития. 2006. № 14(3). С. 205–212.

11. Из материалов ЮНЕСКО к Конференции в Рио-де-Жанейро.

12. Коптюг В.А. Образование и наука в системе устойчивого развития общества//Наука спасет человечество... С. 113–115.

«Предметом особой заботы В. А. Коптюга была Сибирь и ее жемчужина — озеро Байкал. На Консультативном совете высшего уровня по устойчивому развитию при Генеральном секретаре ООН… он выдвинул идею выделить в ряде стран отдельные территории, которые могли бы стать модельными образцами устойчивого развития, и в 1993 г. предложил объявить такой территорией в России Байкальский регион.

Было организовано международное рабочее совещание “Байкальский регион как мировая модельная территория устойчивого развития” (Улан-Удэ, 1994 г.). Рекомендации совещания сыграли свою роль и для включения озера Байкал в Список участков мирового наследия.

В основу этого решения Комитета по мировому наследию были положены, наряду с выводами экспертов ЮНЕСКО, результаты многолетних систематических исследований Байкала и его региона учеными Иркутского и Бурятского научных центров СО РАН, а в последние годы — также и представителями мирового научного сообщества, в том числе на базе созданных в Иркутске и Улан-Удэ международных научных центров СО РАН, организации и деятельности которых много сил отдал В. А. Коптюг». [9]

Многие годы В. А. Коптюг последовательно добивался принятия Федерального закона РФ «Об озере Байкал». В законе «Об охране озера Байкал», принятом в 1999 г., были утверждены режим охраны Байкальской природной территории, порядок установления нормативов предельно допустимых вредных воздействий на экологическую систему

Фото В. Короткоручко

Фото В. Короткоручко

Экспедиционный облет южной части Байкала на вертолете. Слева направо — академики В. А. Коптюг, Н. А. Логачев (председатель Президиума Иркутского НЦ СО АН СССР), А. А. Трофимук (председатель Научного Совета СО АН СССР по проблемам Байкала)

Байкала, правила государственного регулирования в области его охраны. К сожалению, вместе с изменением названия из принятого закона выпали содержавшиеся в первоначальном проекте, подготовленном при участии академика Коптюга, важные положения, определяющие принципы хозяйственной деятельности на Байкальской территории, и критерии устойчивости ее развития. Среди прочего исчезло предписание всем предприятиям региона составлять экологические паспорта, где должен был быть отражен реальный план перехода производств на лучшие из существующих мировые технологии. В качестве примера с участием ученых СО РАН был подготовлен экологический паспорт Байкальского целлюлозно-бумажного комбината, а на Селенгинском целлюлозно-картонном комбинате была реализована отмеченная Государственной премией РФ система замкнутого водооборота, действующая до сих пор.

Это и был реальный путь устойчивого развития большого региона.

«Пророческим оказался тезис [В. А. Коптюга] о том, что даже в России, с ее неустойчивой экономикой нового образца, в какой-то момент власти будут вынуждены серьезно прислушиваться к мнению ученых, даже если это мнение противоречит интересам крупного бизнеса. По-видимому, этот момент уже наступил. Свидетельством тому стало недавно принятое первым лицом страны решение о переносе трассы нефтепровода Сибирь — Дальний Восток на 400 км севернее запланированного маршрута, чтобы уменьшить угрозу Байкалу – величайшей ценности как России, так и планеты в целом. И принято оно было исключительно под давлением научной общественности, и прежде всего специалистов Сибирского отделения РАН». [10]

Алексей ЦУРКАН, директор Института по переподготовке и повышению квалификации преподавателей социальных и гуманитарных наук при НГУ, выпускник гуманитарного факультета НГУ

Алексей Цуркан: На мой взгляд, очень важно разделить идею и ее носителя. Сила руководителя, мощь его идеи должны проявляться в том числе и в том, насколько можно провести это разделение. В противном случае, рассматривая концепцию, мы будем заниматься исключительно восхвалением персоны.

Насколько увязаны между собой социальный аспект идеи устойчивого развития и собственно экологический, научный? Ведь существует мнение, что ни вырубка лесов, ни пожары, ни многие другие вредные, с нашей точки зрения, антропогенные воздействия практически не влияют на экологическую обстановку в мировом масштабе — более важны такие глобальные процессы, как геологические и климатические циклы и т. п.

Следующий вопрос — образование как механизм культивирования экологического сознания в контексте устойчивого развития. Должна существовать определенная государственная политика, формирующая этот образовательный процесс. Недавно на Съезде ректоров, где выступал президент В. В. Путин, была сформулирована проблема разрыва между образованием, наукой и производством. Президент поручил нам, работникам системы образования, заниматься вопросами выработки единых критериев к образовательной деятельности и формирования единой стратегии образования, образовательных технологий.

«...Мы должны внести серьезнейшие изменения в образование, исследования, управление и профессиональную деятельность, чтобы преодолеть нынешнее чрезмерное увлечение специализацией, начиная с общеобразовательной школы через университет до практической деятельности.
Расчленение знания... не является присущей человечеству особой чертой. Возьмите, например, эпоху Ренессанса, которая очень высоко ценила широту кругозора человека. Мы должны достичь НОВОГО РЕНЕССАНСА...» [11]

Информация к размышлению

Из выступления президента Книжного союза С. В. Степашина на V съезде Российского книжного союза [Москва, июнь 2006 г.):

«...решение проблем чтения и грамотности — одно из наиболее эффективных направлений развития человеческой личности.
...Интерес россиян к чтению неуклонно снижается, особенно это актуально для молодежи. Доля читающего населения в возрасте до 30 лет за последние годы снизилась почти вполовину.
Доля россиян, читающих не менее 8 книг в год, составляет всего около 23 %, тогда как, например, в Великобритании и Швеции таких людей 40—50 %.
По результатам международных тестов грамотности школьников... Россия находится среди стран с наихудшими показателями. Всего 11 % российских школьников попали в группу с высокими и самыми высокими показателями грамотности, тогда как в развитых странах 40—50 % ребят показывают такие результаты. Впереди нас Австрия, Венгрия, Германия, Польша, Латвия, Чехия. Далеко впереди — Ирландия, Финляндия, Корея. А позади — Мексика, Индонезия, Тунис.
...Развитие телевидения, сети Интернет, других средств массовой информации последовательно вытесняет чтение как вид досуга. ...37 % российских семей сегодня не имеют домашней библиотеки...
Неудовлетворительно функционирует и система публичных библиотек. ...Слабое финансирование... приводит к тому, что только 5—6 % издаваемой в стране литературы попадает в фонды библиотек.
...В этих условиях доля отказов в библиотеках выросла до 80 %».

В материале использованы фото В. Короткоручко, В. Новикова, М. Панфилова, В. Чернова

Академик КОПТЮГ:

«...образование, культура, наука — это краеугольные камни будущего развития. Страна, которая недооценивает роль этих трех сфер, обречена на прозябание в будущем постиндустриальном мире. ...Уже на стадии общего образования должны закладываться основы понимания взаимосвязи жизни человека во всех ее проявлениях с природными и антропогенными процессами и состоянием окружающей среды, а также основы системного понимания характера нынешнего глобального кризиса цивилизации.

...концепция устойчивого развития останется очередной “розовой мечтой” человечества, если необходимость ее реализации не будет осознана большей частью людей на планете» [12]

Е. С. ГВОЗДЕВА, Т. А. ШТЕРЦЕР

Быть умным, чтобы быть богатым

О человеческом капитале как факторе развития России

Люди — вот твои стены.

Такэда Сингэн

Эти слова, произнесенные почти 500 лет назад великим японским полководцем, не мешало бы затвердить как «Отче наш» современным руководителям любого ранга. Речь идет о так называемом человеческом капитале. Таким неоднозначным термином у экономистов принято обозначать воплощенные в индивидах знания, уровень образования и опыт работы на рынке труда (навыки, квалификацию, профессиональный опыт), которые могут использоваться в определенный период для производства товаров и услуг.

ГВОЗДЕВА Елена Сергеевна — кандидат социологических наук, председатель Совета молодых ученых Института экономики и организации промышленного производства СО РАН (Новосибирск)

ШТЕРЦЕР Тимофей Александрович — аспирант Института экономики и организации промышленного производства СО РАН, преподаватель экономического факультета НГУ

Человеческий капитал лежит в основе многих явлений и процессов, стимулирующих экономический рост. По оценкам увеличение человеческого капитала всего на один процент приводит к ускорению темпов роста душевого ВВП* на 1—3 % . Основные пути накопления человеческого капитала — образование и получение профессионального опыта

* Валовый внутренний продукт, т. е. суммарная стоимость товаров и услуг, произведенных в стране за год

Интеллект как товар

По сути в понятии *человеческий капитал* отражается сам факт включения производительных способностей человека в категорию капитального товара. Последнее небесспорно с этической точки зрения и вызывает в нас понятный протест, тем не менее такой подход удобен для вовлечения социальных категорий в экономический анализ.

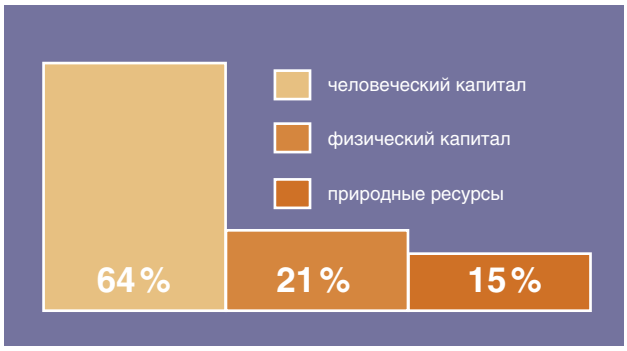
Пожалуй, ни для кого не будет открытием, что в современных условиях конкурентоспособность экономики и возможности технологической, экономической и социальной модернизации общества в значительной степени определяются именно накопленным и реализованным человеческим капиталом. К сожалению, не удивит и тот факт, что в нашей стране человеческому фактору традиционно уделяется незначительное внимание: люди кажутся гораздо менее ценным и более неисчерпаемым ресурсом, чем, к примеру, «черное золото». Сегодня многие российские квалифицированные и талантливые специалисты предпочитают жить и работать за рубежом, поскольку «дома» не считают нужным достойно оплачивать их труд.

И все-таки Россия, по утверждению руководителей страны, в ближайшей перспективе должна прочно встать на рельсы инновационного развития. Подобный переход подразумевает не просто создание новых технологий — это лишь «локомотив» и «вагоны» инновационного процесса. Его движущей силой, «топливом», должен служить как раз тот пресловутый интеллектуальный ресурс, без которого невозможно внедрение инноваций в производство, продвижение высокотехнологичных товаров на рынке, создание адекватной коммуникационной инфраструктуры.

Широка страна моя родная…

Заметить различия в уровне экономического развития между российскими регионами нетрудно и нетренированному глазу. Чем можно их объяснить — только лишь разницей в степени эксплуатации природных ресурсов, или величина человеческого капитала тоже имеет значение? Есть ли у нашей страны свой «собственный путь», или производительность труда и величина человеческого капитала в российской экономике так же тесно связаны, как и в других странах? Ответы на эти вопросы представляют далеко не праздный интерес — они необходимы для принятия верных стратегических социально-экономических решений.

ГЛАВНОЕ, ЧТО ОТЛИЧАЕТ ПЕРЕДОВЫЕ СТРАНЫ ОТ ОТСТАЛЫХ, — ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА, Т.Е. СПОСОБНОСТИ СОЗДАВАТЬ НОВОЕ ЗНАНИЕ И ОСВАИВАТЬ НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. НЕ ТОЛЬКО ОБРАЗОВАНИЕ, НО И НАУКА ЯВЛЯЮТСЯ В ЭТИХ СТРАНАХ НЕПОСРЕДСТВЕННЫМИ УЧАСТНИКАМИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА



По оценкам Всемирного банка, к середине 1990-х гг. более половины мирового богатства составлял человеческий капитал, и менее шестой части — природные ресурсы. Всего лишь столетие назад это соотношение было прямо противоположным (World Bank, 2004)

Наш анализ начнем с расчета простого показателя, отражающего производительность труда в стоимостном выражении, для чего величину *валового регионального продукта* (ВРП) поделим на среднюю численность людей, занятых в экономике. В качестве показателя, отражающего уровень человеческого капитала, возьмем среднее число лет обучения людей, занятых в экономике.

Понятно, что производительность труда определяется одновременно не одним, но рядом факторов, в том числе отраслевой структурой экономики. Естественно ожидать, что в нашей стране она окажется существенно выше в регионах с экономикой, смещенной в сторону добычи природных ресурсов. Важна также степень индустриализации экономики, поскольку регионы с сельскохозяйственной специализацией обычно имеют более низкие по сравнению с промышленно развитыми регионами показатели производительности. (Последнее замечание очевидно, если вспомнить, что литр молока в России стоит почти столько же, сколько и литр бутилированной воды). Еще один специфический фактор — доля в экономике сектора услуг, обеспечивающего в таких городах, как Москва и Санкт-Петербург, более половины валового продукта.

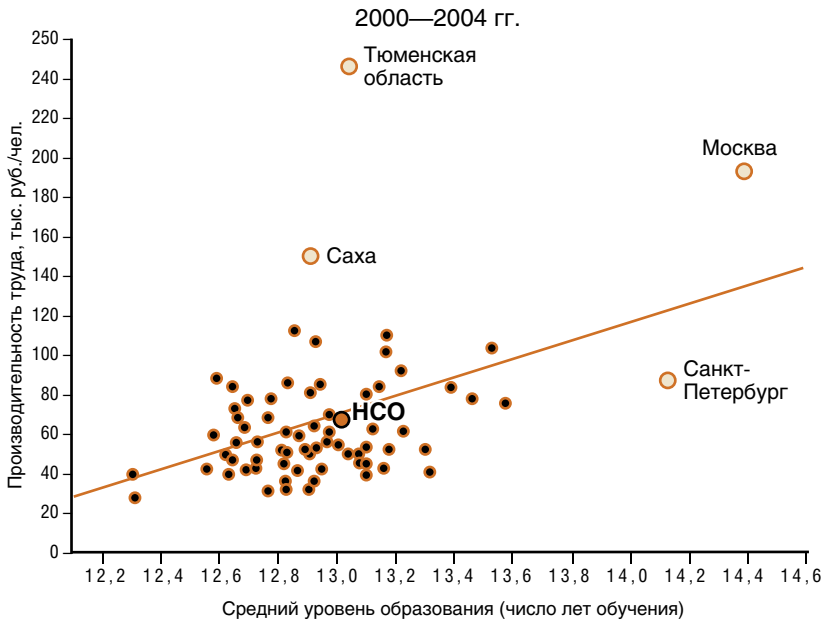
Поэтому в анализе дифференциации производительности труда между регионами помимо качества человеческого капитала учтем влияние следующих факторов: доли сырьевых отраслей, доли сельского хозяйства и доли услуг в валовом региональном продукте. Кроме того, введем фиксированные факторы для учета региональных характеристик Москвы, Республики Саха и Тюменской области — «особых» субъектов, выделяющихся из всех российских регионов по разным объективным причинам.

В итоге проведенного регрессионного анализа выяснилось, что исследуемые факторы в совокупности объясняют 87 % наблюдаемого между российскими регионами разброса производительности труда. Эффективность труда, как и ожидалось, оказалась напрямую зависящей от отраслевой структуры экономики и степени индустриализации региона, а также нелинейно связанной с долей сектора услуг. Самым же важным результатом анализа стало установление факта, что наиболее позитивное влияние на производительность оказывает величина человеческого капитала.

К слову заметим, что существует еще один показатель, характеризующий уровень развития человеческого капитала региона, — индекс развития интеллектуального потенциала, который рассчитывается на основе пяти показателей, включая охват начальным, средним и высшим образованием, расходы на исследования и разработки в процентах к валовому продукту региона и т. д. И оказывается, что чем выше ранг региона по интеллектуальному потенциалу, тем, как правило, выше и его ранг по индексу развития человеческого потенциала, принятого ООН в качестве измерителя возможностей людей жить обеспеченной и здоровой жизнью.

Таким образом, уровень человеческого капитала и на просторах нашей родины оказывает на производительность труда большое позитивное влияние. А поскольку для ее роста на один процент про-

В ТАКИХ СТРАНАХ, КАК США, ВЕЛИКОБРИТАНИЯ, ГЕРМАНИЯ, КИТАЙ НА ДОЛЮ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРИХОДИТСЯ 75—80 % БОГАТСТВА СТРАНЫ, В ТО ВРЕМЯ КАК В РОССИИ — ЛИШЬ 50 % (ПРООН, 2004)



Уровень производительности труда в российских регионах положительно и статистически значимо коррелирует с величиной человеческого капитала, оцененной как среднее число лет обучения людей, занятых в экономике.

Вклад разных факторов в дифференциацию производительности труда между регионами был оценен с использованием линейной регрессии. Помимо величины человеческого капитала, учитывалось влияние следующих переменных: доли сырьевых (топливных и металлургических) отраслей, доли сельского хозяйства и доли услуг в валовом региональном продукте. Кроме того, были введены фиксированные факторы для учета региональных особенностей Москвы, Республики Саха и Тюменской области

Исследование выполняется в рамках Лаврентьевского молодежного проекта СО РАН (№ 142) и Комплексного интеграционного проекта «Развитие человеческого потенциала Сибири в условиях социальных и экономических инноваций» (№ 20.1)

Коэффициенты эластичности по факторам показывают, на сколько процентов изменится производительность труда, если величина фактора изменится на один процент. Например, при изменении уровня человеческого капитала всего на один процент производительность вырастет на 3,81 %

Фактор, влияющий на производительность труда	Коэффициент линейной регрессии	Коэффициент эластичности
Величина человеческого капитала	17,2	3,81
Доля сырьевых отраслей в ВРП	23,2	0,72
Доля сельского хозяйства в ВРП	-156,2	-0,30
Доля услуг в ВРП	-50,0	-0,37

должительность обучения рабочей силы должна вырасти в среднем всего на 1,5 месяца, то задача повышения эффективности труда кажется вполне достижимой при соответствующей мотивации и расширении доступа к качественному профессиональному образованию.

Фактически это означает, что любой регион, в котором созданы благоприятные условия для накопления человеческого капитала, может добиться успехов в экономическом развитии. При этом наиболее эффективно интеллектуальные ресурсы будут использоваться лишь тогда, когда уровню образования будут соответствовать затраты на научные исследования и разработки. Только в этом случае самый «благодарный» и возобновляемый из ресурсов — человеческий — отдаст сторицей! Люди — наши стены...

Информация к размышлению:

Некоторые ответы на вопрос о наиболее острых проблемах научной молодежи России, тормозящих развитие науки
(по материалам Всероссийского опроса молодых ученых, 2003)*:

- Катастрофически низкий, недостойный и неприемлемый уровень оценки интеллектуального труда в денежном отношении
- Несоразмерность трудозатрат и заработной платы
- Отсутствие перспектив, неуверенность в завтрашнем дне
- Социальная незащищенность
- Технологическое отставание российской науки от мировой, плохая оснащенность современным оборудованием
- Излишний консерватизм в науке, местничество и коррупция
- Низкий культурный уровень, отсутствие патриотизма, взаимовыручки в научном сообществе
- Полное безразличие государства по отношению к науке
- Научная деятельность (за некоторым исключением) потеряла престиж

Нет денег, нет перспектив.
Государству нельзя доверять, и ему не до нас.

* Рук. Е. С. Гвоздева; опрошено 1192 молодых ученых — представителей университетов и научно-исследовательских институтов 70 городов семи федеральных округов России

НАЧИНАЯ СО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XX ВЕКА, КОГДА РАЗВИТЫЕ СТРАНЫ ВСТАЛИ НА НОВЫЙ ПУТЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ, ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ ПРИОБРЕЛ КАЧЕСТВЕННО НОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ. ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ НАЦИОНАЛЬНОГО БОГАТСТВА В СТОРОНУ УВЕЛИЧЕНИЯ ДОЛИ НЕВЕЩЕСТВЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И ЗДРАВООХРАНЕНИЯ) ПРИОБРЕЛО ПЕРВОСТЕПЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

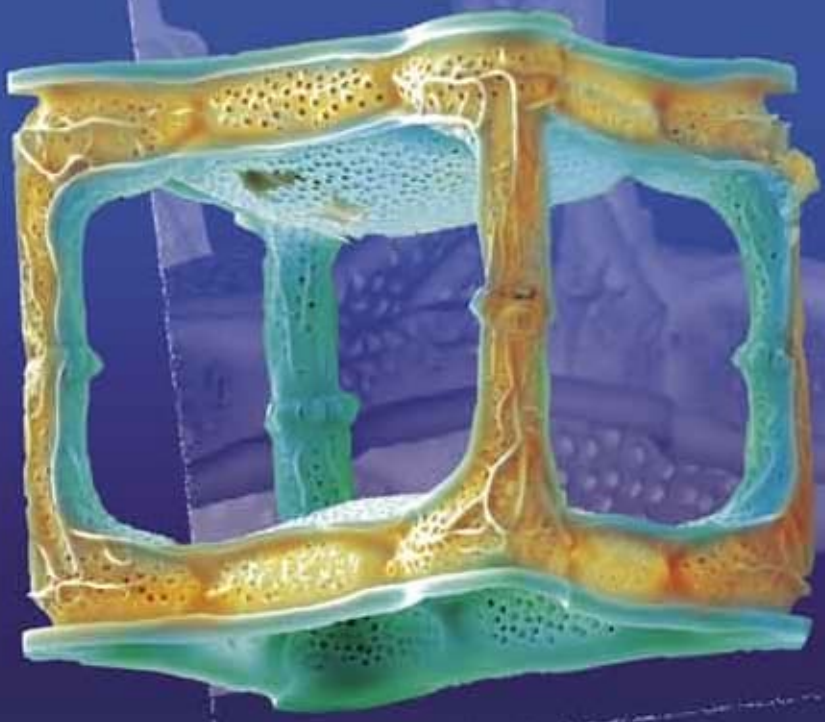
ВНИМАНИЕ — КОНКУРС
для молодых и умных!

Молодые русские таланты впервые приглашаются для участия в конкурсе «Европейские надежды инноваций», направленном на развитие предпринимательской инициативы молодежи. Конкурс открыт для студентов и молодых ученых всей Европы. Тридцать финалистов примут участие в очередном форуме молодых инновационных предприятий «Innovact» (октябрь 2006 г., Реймс, Франция), где победители получат призы до 3 тыс. евро.

Срок подачи заявок — до 1 сентября 2006 г. Подробная информация на www.letudiant.fr или www.innovact.com.

ДИАТОМЕИ:
строители стеклянных замков

- Почти 300 лет назад голландец Антуан ван Левенгук создал модель микроскопа с 300-кратным увеличением и увидел ползавшую в препарате странную коричневатую ладью, названную им «овсяным животным»
- Каждый второй глоток кислорода, который мы вдыхаем, создан диатомеями — этими невидимыми тружениками
- Строение панциря многих диатомей идеально с точки зрения инженера и конструктора



По материалам 19-го международного диатомового симпозиума (28 августа—2 сентября 2006 г., пос. Листвянка)

International Diatom Symposium 19 2006 BAIKAL

Редакторы-составители:
д-р Р. М. КРОУФОРД,
Институт полярных и морских исследований им. А. Вегенера (Бремерхафен, Германия)
и д. б. н. Е. В. ЛИХОШВАЙ,
Лимнологического институт СО РАН (Иркутск)

Предлагаем совершить путешествие по удивительному и скрытому от невооруженного глаза миру диатомовых водорослей — давних и одних из самых многочисленных обитателей планеты:

Биология и эволюция 28
Из истории диатомологии 33
Экология и биогеография 40
Кремневые технологии 46
Для науки и практики 60

Слева: ископаемая морская диатомея *Trinacria*. *Фото Ф. Хинц (Институт полярных и морских исследований им. А. Вегенера, Германия)*

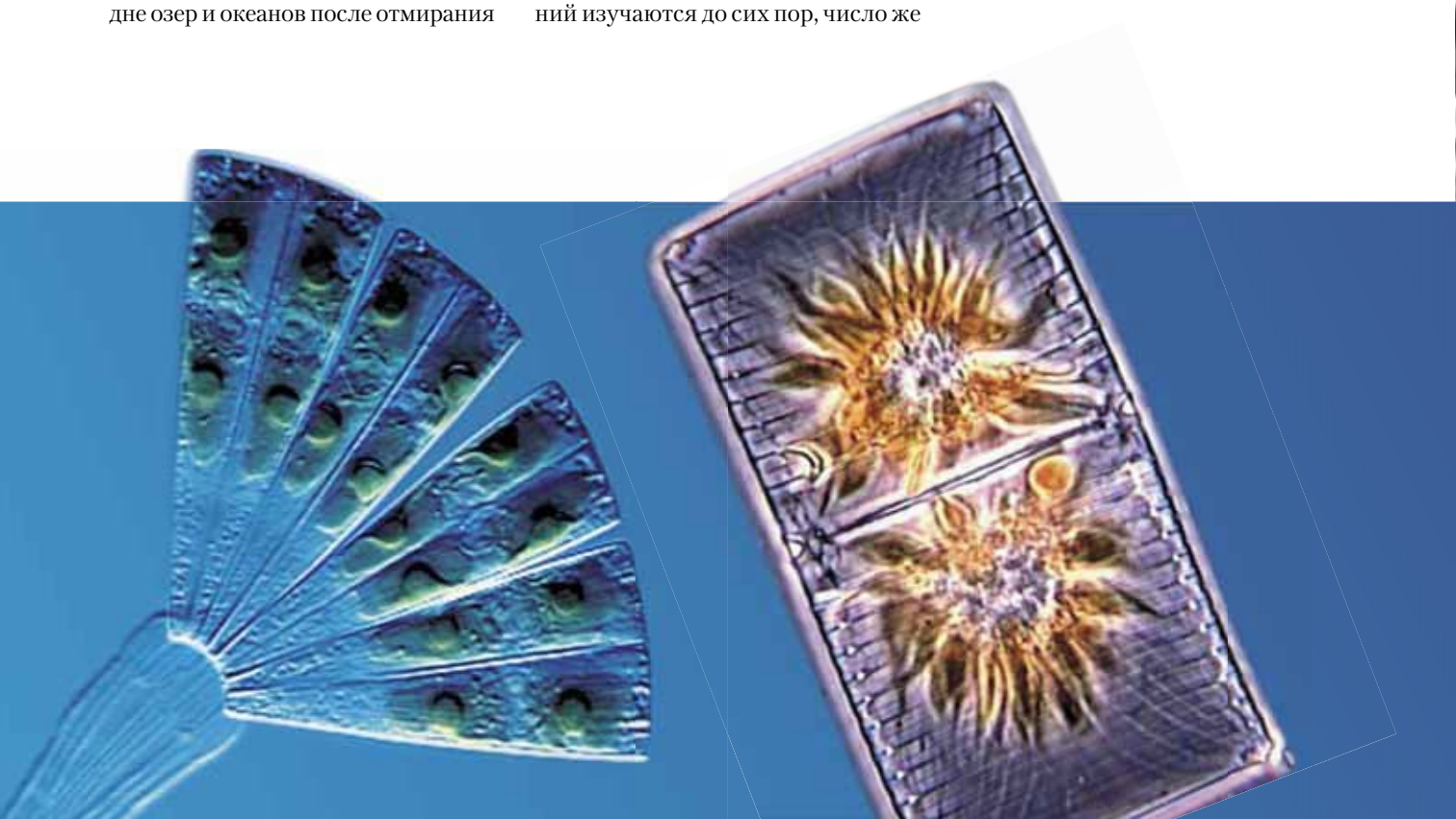
Р. КРОУФОРД: Уже на самых ранних этапах своей эволюции, более двухсот миллионов лет назад, диатомовые водоросли изобрели способ синтезировать клеточную стенку из кремния — второго по распространенности после кислорода химического элемента, чье содержание в земной коре достигает 30%. То или иное применение кремнию нашли и другие группы организмов (губки, радиолярии, моллюски, хвощи и т. д.), однако никто из них не достиг в этом такого поразительного совершенства.

Сегодня эта процветающая группа одноклеточных фотосинтезирующих микроскопических организмов обжила буквально всю планету — в любом увлажненном освещенном месте можно обнаружить тот или иной вид. Еще более успешной, если не по численности, то по количеству переработанного кремния, эта группа была в геологическом прошлом, когда водная среда была еще богаче кремнием. Поскольку прочные панцири водорослей отлично сохраняются в течение миллионов лет, оседая на дне озер и океанов после отмирания клеток, нетленной памятью о великом прошлом диатомовых стали многометровые толщи осадков, представляющие собой подробную летопись истории водоемов, где они обитали. И сегодня диатомеи остаются главными первичными продуцентами озер, рек и океанов, используя для создания органического вещества почти четверть от глобального содержания двуокиси углерода (CO_2).

Современные знания о диатомовых водорослях базируются на описаниях видов, собранных практически во всех уголках земного шара. Бесчисленные исследования проведены учеными из разных стран Европы и Северной Америки, России, а в последние десятилетия и Японии. Образцы, собранные учеными собственноручно или с помощью коллег, сопровождаемые фотографиями, научными материалами и публикациями, хранятся в коллекциях музеев и институтов в Берлине, Вене, Антверпене, Стокгольме, Эдинбурге, Лондоне, Филадельфии... Материалы этих, некоторых весьма древних, собраний изучаются до сих пор, число же самих коллекций к сегодняшнему дню возросло многократно — немногие из обитающих на планете организмов обеспечены такой мощной информационной базой.

Итогом почти 200-летнего изучения диатомовых водорослей стало построение морфологической классификации водорослей. Может быть, ученые слишком увлеклись описанием структуры их клеточной стенки в ущерб изучению физиологии, биохимии и жизненного цикла, которые, как оказалось, варьируют в большей степени, чем считалось ранее. Сегодня же макро- и микропроцессы морфогенеза диатомей привлекают особенное внимание в связи с возможностями, которые они открывают для нанотехнологий.

Колониальная диатомея *Licmophora flabellata* (слева) и недавно разделившиеся клетки *Striatella* (справа). *Фото Д. Пикетт-Хипса*

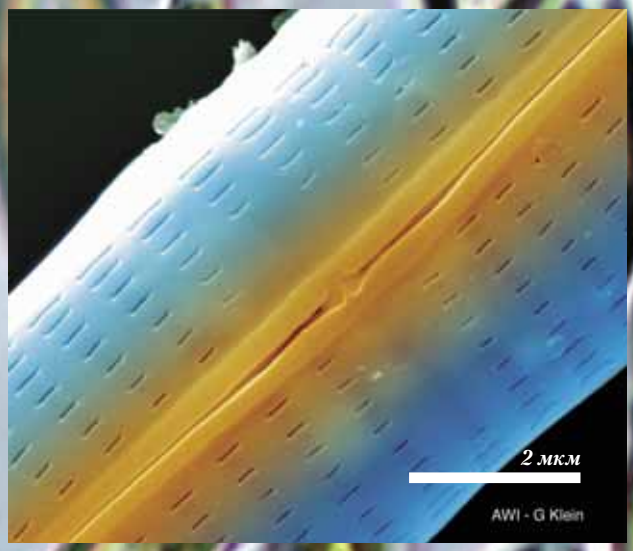


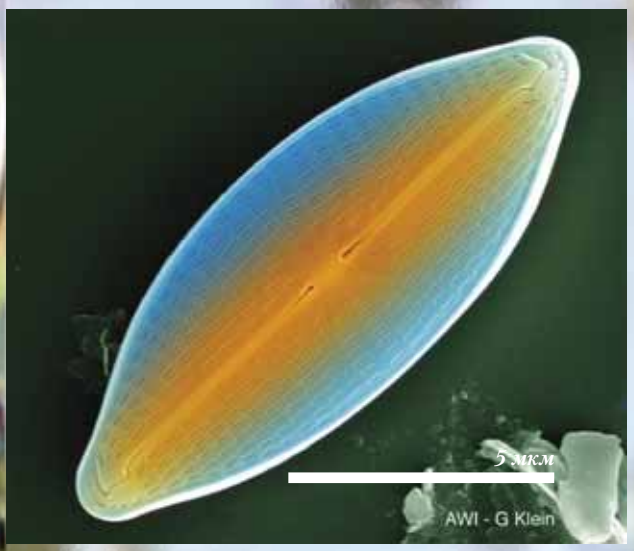
Каково же значение диатомовых водорослей для человека? Уже то, что они играют исключительную роль в водных экосистемах всего земного шара — от ледовых морских сообществ Арктики и Антарктики до тропических мангровых лесов, и от горных ручьев до открытого океана — снимает необходимость в других ответах. Тем не менее многие материалы нашей публикации посвящены вопросам научного и практического применения этой замечательной группы организмов. Однако помимо утилитарной пользы одно лишь созерцание столь совершенных созданий природы доставляет несравнимое эстетическое удовольствие, не говоря уж о захватывающих дух событиях их клеточной биологии, которые можно увидеть*, наблюдая за живыми клетками, и которыми мы с удовольствием делимся с нашими читателями.

** Смотри фильмы Д. Пикетт-Хипса* (www.cytographics.com)

◀ В живых клетках 3-х видов диатомей хорошо видны коричневые хлоропласты и светлые клеточные ядра.
Фото Р. Кроуфорда

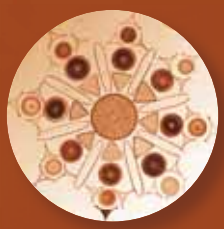
▼Благодаря швам на панцире диатомея *Navicula* способна передвигаться по твердому субстрату, как животное *(подробнее на с. 42)*.
Фото Д. Клейн (Институт полярных и морских исследований им. А. Вегенера, Германия)

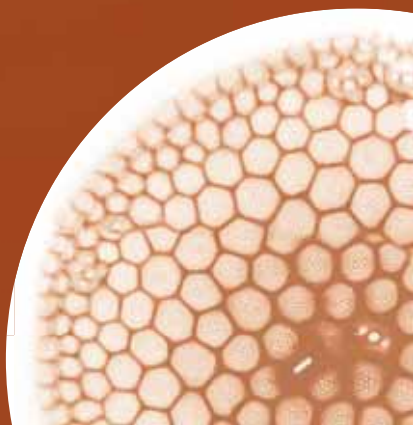




БИОЛОГИЯ
И ЭВОЛЮЦИЯ

«...Почти бессмертны и всегда молоды»





Л. МЕДЛИН, П. СИМС

Линда МЕДЛИН, д-р, Институт полярных и морских исследований им. А. Вегенера (Бремерхафен, Германия)

Пэт СИМС, д-р, Музей естественной истории (Лондон, Англия)

230 миллионов лет под водой

Говорят, что диатомовые водоросли живут в стеклянных домиках. И действительно, уникальная особенность этих одноклеточных организмов — панцирь из прозрачного кремнезема, состоящий из двух частей, одна из которых как крышка накрывает другую. Через отверстия в стенке живая клетка обменивается химическими сигналами с окружающим миром и получает пищу, кислород и углекислый газ для фотосинтеза.

Чтобы разделить половинки коробочки и соединяющие их пояски, и изучить их в деталях, клетки диатомей кипятят в кислоте. Пустые клеточные стенки заливают смолой с высоким коэффициентом преломления — это позволяет лучше рассмотреть их орнамент. В зависимости от мощности микроскопа в строении клеточных стенок можно увидеть большее или меньшее количество деталей, по которым определяется вид диатомей.

После гибели диатомей их пустые прочные кремнистые створки прекрасно сохраняются в осадках. Причем зачастую неповрежденными остаются даже мельчайшие элементы структуры ископаемых стенок диатомей, что позволяет идентифицировать их до вида спустя миллионы лет.

С помощью метода молекулярных часов удалось установить, что диатомовые появились около 230 млн лет назад. Вероятно, первые диатомеи были обнаженными жгутиковыми клетками (в настоящее время их относят к Heterokonta — разножгутиковым, так как на некоторых стадиях жизненного цикла они имеют один жгутик с тончайшими волосками).

Самые ранние отложения диатомей были найдены в Корее в осадках, сформировавшихся на суше. Была высказана гипотеза, что океан, отступивший около 230 млн лет назад, оставил за собой лужи, где и обитали жгутиковые диатомеи. Они стали использовать кремнезем, тормозящий процесс старения, чтобы переживать в стадии покоя неблагоприятные условия.

Древние диатомеи потребляли так много кремнезема, что он начал осаждаться в клетках, по-видимому сначала в виде маленьких чешуек, которые выдавливались из клеток и создавали вокруг них защитную оболочку, препятствующую обезвоживанию при высыхании мелко-

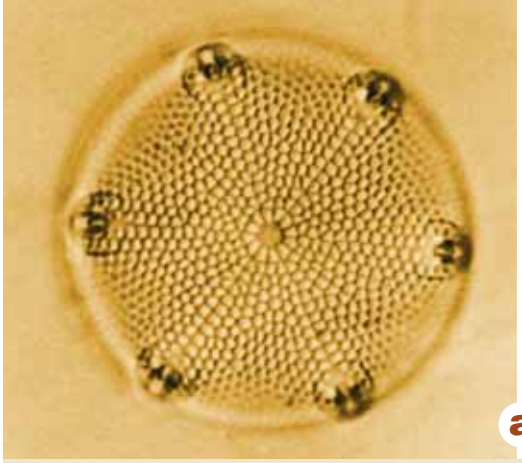
Узор из диатомей на предметном стекле микроскопа

Стенки диатомей настолько малы и прозрачны, что их удалось впервые обнаружить тогда, когда был изобретен микроскоп — в XVII в. А в следующие столетия стенки диатомей уже использовали для оценки качества линз микроскопов. По мере совершенствования микроскопа удавалось наблюдать все новые и новые детали строения диатомовых стенок.

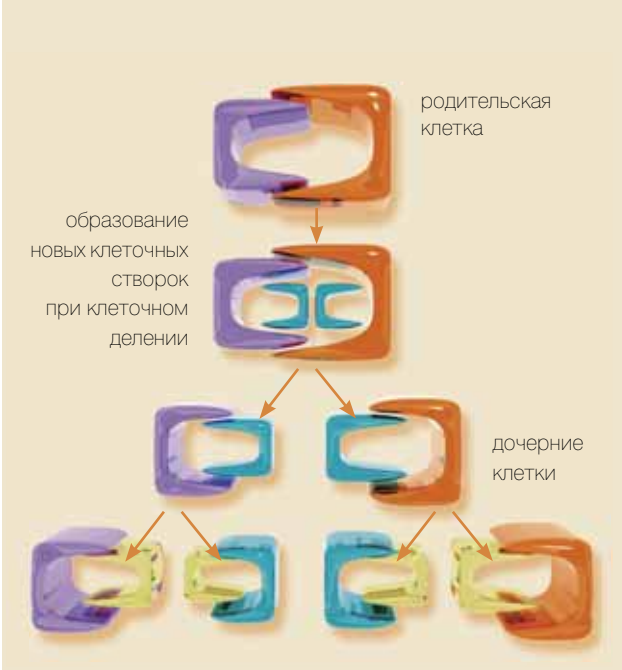
В XIX в. в Германии, Англии, Франции и Америке было налажено серийное производство микроскопов, в результате чего они появились в домах большинства представителей среднего класса. Микроскописты того времени интересовались различными мельчайшими биологическими объектами. Препараты панцирей диатомовых считались ценным приобретением, что ускорило обмен информацией об их строении между энтузиастами, членами обществ микроскопистов, которых было много тогда в больших городах. Данные диатомистов-любителей публиковались в периодических научных журналах.

Постоянными препаратами диатомей обменивались так, как сейчас обмениваются марками. Индивидуальные клетки обводились на стеклах кружками с помощью алмазного резца. Диатомисты вовсю торговали порошками высушенного материала диатомей, снабженного этикетками с указанием объекта и места находки. Некоторые продавали орнаменты, составленные в виде рядов или узоров из одиночных клеток и сопровождавшиеся списком с названиями видов.

Клетки выбирали вручную, используя волоски из ресниц свиньи или микроманипулятор, а затем помещали их на предметное стекло микроскопа с мельчайшей капелькой смолы кустарника трагаканта с высоким индексом преломления. Чтобы зафиксировать препарат, достаточно было просто подышать на стекло — смола застывала, удерживая клетки в определенном положении.



У центрических диатомей узоры на лицевой части створки располагаются радиально, как спицы колеса (а)



Для клеток, заключенных в стеклянные коробочки, непросто осуществлять основные для организма функции, связанные с ростом и воспроизводством. Так, при обычном делении клетки с течением времени становятся все меньше и меньше, поскольку новые части коробочек производятся внутри родительских клеток жестко фиксированного размера. На схеме слева показаны результаты 2-х последовательных клеточных делений

В публикации использованы фотографии авторов

водных водоемов. В конце концов две чешуйки превратились в створки панциря, соединенные друг с другом подобно половинкам капсулы для лекарств, а остальные — в поясковые ободки, соединяющие створки.

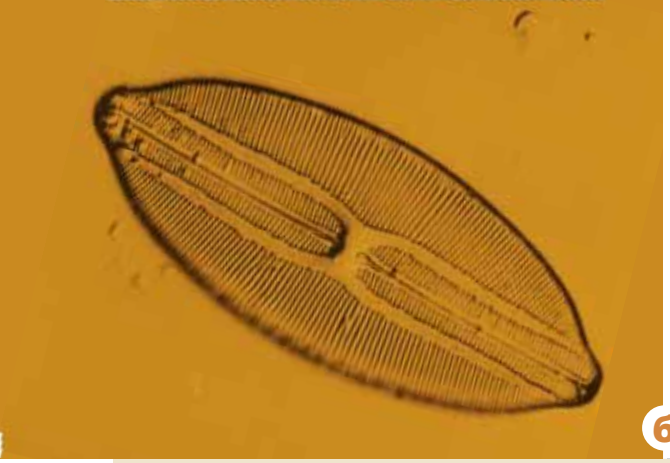
По характеру узоров ребер и пор на лицевой части створки диатомеи можно разделить на две большие группы — центрические и пеннатные. Однако анализ родственных взаимоотношений путем сравнения геномов показал, что диатомовые водоросли разделяются не на две, а на три группы. Две из них являются центрическими, а одна — пеннатной, причем каждой группе свойственен и определенный тип полового размножения. На молекулярных родословных деревьях диатомовых самая ранняя форма — современный морской род *Ellerbeckia*, прежде обитавший в водоемах суши. Это подтверждает наземное, а не океаническое происхождение диатомей. Следующие ископаемые формы — уже исключительно морские — начинают встречаться с периода раннего мела. Похоже, ранние наземные диатомеи были смыты в океан, когда его уровень вновь поднялся. Эти диатомеи очень сильно отличались от современных, имея необычайно толстые, орнаментированные клеточные стенки, которые соединялись в цепочки. Судя по их тяжелым створкам, они обитали в морских прибрежных зонах с турбулентным потоком воды.

Отложение створок диатомей происходило во все геологические периоды вплоть до настоящего времени. Сегодня диатомеи встречаются во всех природных водах и на любых постоянно увлажненных твердых поверхностях, поэтому было бы справедливо сказать, что каждый второй глоток кислорода, который мы вдыхаем, создан этими невидимыми тружениками.

Но этим роль диатомовых в биоценозах не ограничивается. Диатомеи поедаются зоопланктоном. Как создатели первичной органической продукции мирового океана они являются главными участниками глобальных циклов биогенных элементов, образуя основу пищевых цепей водных экосистем.

К настоящему времени у двух видов диатомей полностью расшифрована наследственная информация. Структура геномов указывает на то, что диатомеи — наполовину животные, наполовину растения. Кстати сказать, вопрос о систематическом положении диатомей — принадлежат ли они к растительному или животному царству — широко обсуждался еще первыми диатомистами. Этот факт отражает эволюционную историю диатомовых: много миллионов лет назад некое жгутиковое одноклеточное животное поглотило одноклеточную водоросль и заимствовало у нее фотосинтезирующие органы, хлоропласты, сохранив их для себя в качестве неисчерпаемого источника пищи.

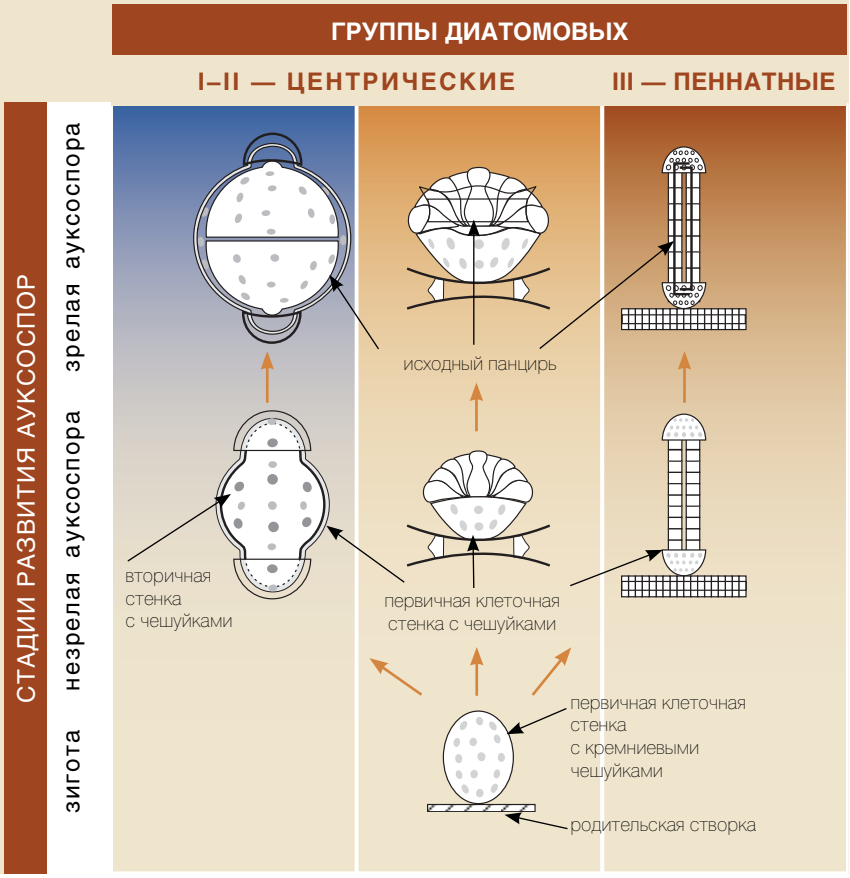
Поэтому в диатомеях обнаружены как гены, принадлежавшие животному-хозяину, так и гены поглощенной водоросли. Они умеют производить мочевину в точно-



б

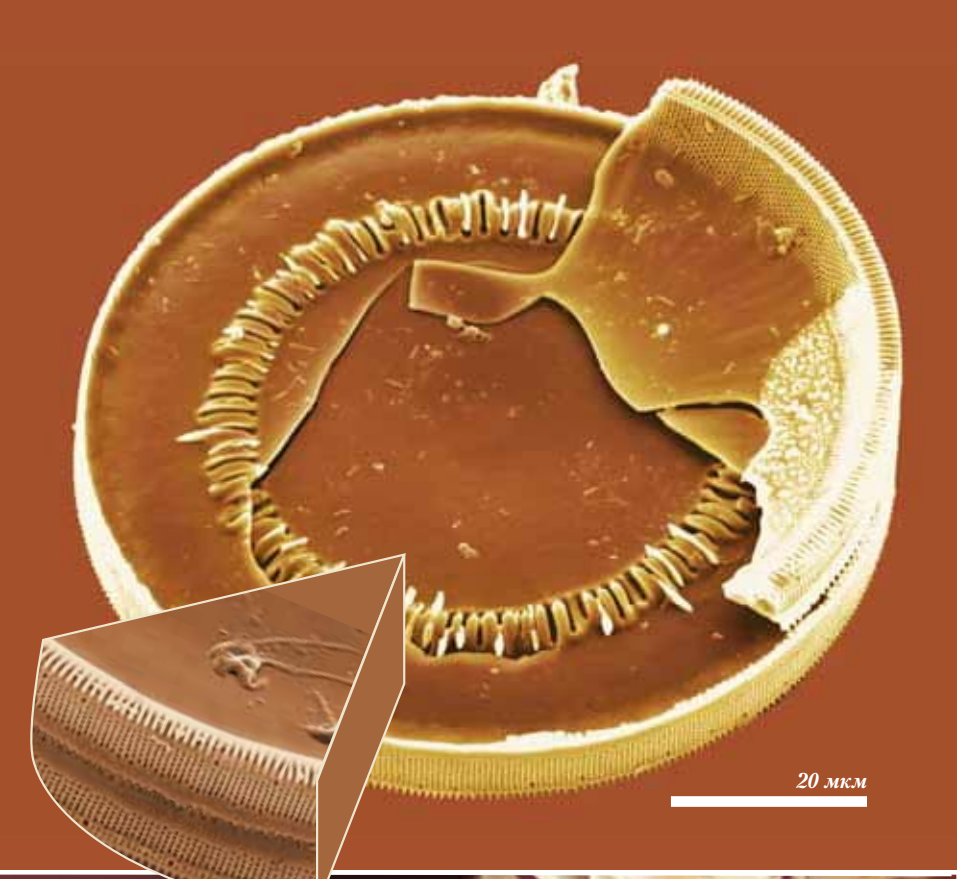
У пеннатных видов через середину створок проходят длинные ребра, от которых идут ряды ареол, подобно перу птицы (б)

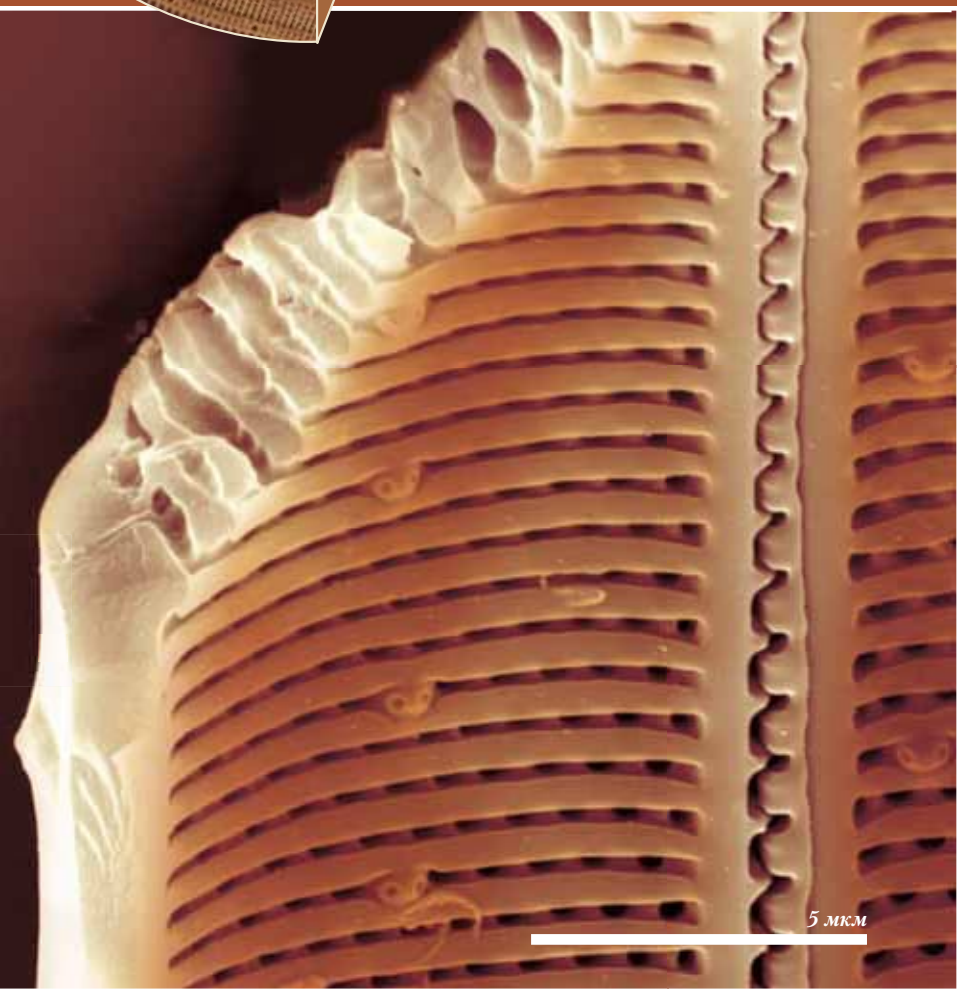
Путем анализа геномов установлено, что диатомеи распадаются на три группы: две центрические (I, II) и одну пеннатную (III).
Расположение ареол (отверстий) на клеточных стенках диатомовых из групп I и II — радиальное, хотя форма клеток группы II уже не цилиндрическая.
У зигот групп II и III имеются особые ободки, которые ограничивают рост зиготы по некоторым направлениям, в результате чего образуются клетки разных форм и типов симметрии.
Процесс полового размножения по группам также различается.
У всех центрических диатомовых имеются истинные сперматозоиды и яйцеклетки, пеннатные диатомеи образуют пару половых клеток, одна из которых неподвижна, а вторая может двигаться подобно амебе



сти так же, как это делают животные, но, в отличие от последних, ее не выделяют, а используют как исходное вещество для синтеза. Зачем они это делают, пока непонятно. Более того, сегодня ученым удалось определить назначение лишь около 60 % идентифицированных у диатомей генов. И кто знает, какие еще продукты вырабатывают оставшиеся неопознанными гены? Древние и по существу бессмертные, диатомеи не перестают нас удивлять...

Поскольку в результате обычного клеточного деления клетки диатомовых водорослей уменьшаются в размерах, то, в конце концов, они могли бы стать такими маленькими, что не смогли бы выжить. Но этого, к счастью, не происходит. Эволюция обошлась с диатомеями милостиво: они изобрели способ вновь становиться из маленьких большими — с помощью полового размножения с образованием так называемых ауксоспор (растущих спор). Во время полового процесса клетки сбрасывают стенки, становясь гаметами (мужскими либо женскими), находят партнера и сливаются, образуя зиготу — аналог младенца. Обнаженная зигота набухает и увеличивается в размерах благодаря большой центральной вакуоли — полости, постепенно заполняемой водой. Став достаточно большой, клетка заново формирует кремнистые створки и снова вступает в обычный жизненный цикл





Р. КРОУФОРД: Кайнозойские и мезозойские осадки (35 и 65 млн лет соответственно) представляют собой столь мощные пласты отложений, что остается только поражаться, представляя себе моря и океаны в то время. Жизнь, кипевшая в прибрежных зонах, оставила такое количество отмерших створок диатомовых, сконцентрированных на больших глубинах, что и сегодня их добывают в промышленных масштабах.

Некоторые рода сохранились и процветают в настоящее время, спустя десятки миллионов лет после первого появления и, более того, имеют двойников в современных сообществах.

У некоторых колониальных вымерших диатомей, история которых прослеживается до мелового периода (более 65 млн назад), мы обнаружили массивные, иногда весьма замысловатые элементы структуры створок, конструктивно зачастую гораздо более сложные, чем нужно для предотвращения разделения клеток. Это подтолкнуло нас к изучению сил, действующих на клетки в бурной водной среде...

Подробнее на стр. 47

Древний морской род *Ellerbeckia* отличается крайне тесным соединением сестринских створок. *Фото Р. Кроуфорда*

Миллионы лет назад некое жгутиковое одноклеточное животное поглотило водоросль, сохранив для себя ее фотосинтезирующие органеллы в качестве неисчерпаемого источника пищи

Хлоропласты из группы внедрения: история одного открытия

Н. И. СТРЕЛЬНИКОВА

Нина Ивановна СТРЕЛЬНИКОВА, д. б. н., кафедра ботаники биолого-почвенного факультета Санкт-Петербургского государственного университета

Русские ученые внесли немалую лепту в исследования диатомовых водорослей. Особо хочется выделить работы К. С. Мережковского, а конкретно — его важнейшие общебиологические выводы об эволюционной роли симбиоза и происхождении организмов.

Основные теоретические воззрения Мережковского в этой области сформировались при изучении хлоропластов диатомовых водорослей, в которых осуществляется фотосинтез. «...Ни в одной группе растений хроматофоры не играют такой выдающейся морфологической роли и не приобретают поэтому такого значения и интереса, как в классе диатомовых водорослей... Перед нами точно открывается какой-то особый, своеобразный и в высшей степени любопытный мир явлений; внутри клетки диатомовых мы встречаемся как будто с какими-то самостоятельными и независимыми от клетки организмами, живущими в ней точно гости, развивающиеся по своим законам, делящиеся и размножающиеся, не справляясь с самой диатомовой, находясь в зависимости от нее лишь постольку, поскольку вообще организмы находятся в зависимости от окружающей их среды. Ничего подобного, по крайней мере в таких грандиозных размерах, мы нигде в растительном царстве не встречаем» (1906).

Новаторская статья Мережковского «О природе и происхождении хроматофоров в царстве растений», навсегда вписавшая его имя в историю науки, появилась в 1905 г. В ней он четко сформулировал гипотезу о том, что хлоропласты — суть фотосинтезирующие организмы-симбионты, внедрившиеся в клетку и ставшие там главными поставщиками питательных веществ, и предложил собственный термин «симбиогенез».

В 1909 г. он публикует статью «Теория двух плазм как основа симбиогенезиса, нового учения о происхождении организмов», где пишет: «Если существуют две принципиально отличные по своим свойствам плазмы и соответственно этому два мира органических существ, то это может быть объяснено только тем, что обе эти плазмы возникли независимо друг от друга и притом при совершенно различных условиях, а следовательно, в разные эпохи истории земли». Нужно заметить, что разделение всего органического мира на две основополагающие группы — прокариотов и эукариотов — было предложено французским исследователем Э. Шаттоном лишь спустя 16 лет! Мы можем только удивляться поразительному научному видению Мережковского и радоваться тому, что изучение именно диатомовых водорослей привело его к этим выдающимся открытиям.

Вообще же история любой отрасли науки состоит из этапов, которые определяются основными открытиями и достижениями на тот или иной период. Последние в конечном счете обусловлены уровнем развития общества и техническими возможностями, однако главной движущей силой научного процесса всегда были и будут люди. Личности, которых влечет неведомое, заставляя постоянно искать ответы на вопросы «почему» и «как».

К. С. Мережковский (1855—1921)

Написать историю диатомологии — задача неподъемная, и трудности связаны главным образом с тем, что слишком мало сохранилось сведений об ученых, способствовавших накоплению и систематизации знаний о мире диатомей. В кратком очерке невозможно даже упомянуть имена всех исследователей, поскольку в этом случае он превратился бы в словарь-справочник. Создание же развернутой истории диатомологиии с подробными данными об исследователях должно стать одной из задач Международного общества диатомологов, под эгидой которого в разных странах раз в два года проводятся международные диатомовые симпозиумы.

СИБИРЬ ПОД МИКРОСКОПОМ

Р. ЯН, В.-Х. КУЗБЕР

Когда известный путешественник и ученый А. Гумбольт предложил профессору Х. Г. Эренбергу сопровождать его в путешествии по России, тот был уже известен как молодой перспективный биолог, собравший и описавший множество видов животных и растений в Северной Африке и на Ближнем Востоке. Излюбленным объектом исследования Эренберга были микроскопические организмы, объединяемые в то время под названием «инфузории»

Регина ЯН, д.-р., Ботанический сад и Ботанический музей Свободного берлинского университета (Берлин-Далем, Германия)

Вольф-Хеннинг КУЗБЕР, д.-р., Ботанический сад и Ботанический музей Свободного берлинского университета (Берлин-Далем, Германия)

Эренберг так напишет позднее о своей русской экспедиции: «Господин барон Александр фон Гумбольт путешествовал в некоторые области России вплоть до границ Китайской “Дзунгари” [сегодня это провинция Северного Китая Хинянг. — *Ред.*] ... У меня появилась возможность изучить немалую часть земной суши ... во время путешествия я неустанно изучал географическое распределение самых малых форм жизни на этой огромной территории» (1830). «...Я был глубоко поражен тем миром микроскопических форм, о котором столь мало было известно в прошлом...» (1838).

Гумбольт был приглашен Николаем I для изучения природных и минеральных ресурсов Урала и Сибири. Путешествие началось 12 апреля 1829 г. и продолжалось почти девять месяцев. На всем пути немецких путешественников встречали и сопровождали российские ученые. Однако интересы Эренберга несколько отличались от интереса его коллег: всю дорогу он занимался отбором проб во множестве встречающихся по дороге водоемах, включая реки Неву, Волгу, Урал, Иртыш, Обь.

И в каждой капле воды он вновь и вновь сталкивался с миром удивительных микроскопических созданий. В своей публикации о Сибири, вышедшей сразу после окончания путешествия, Эренберг так определит эти формы жизни: «Инфузории, являющиеся самыми мельчайшими жгутиковыми организмами, не представляют собой лишенную структуры слизь, они обладают определенной организацией, по крайней мере, у них имеется рот, система пищеварения» (1830). В состав «инфузорий» ученый включал все микроскопические организмы — не только диатомовые водоросли, но и бактерии, бесцветные и окрашенные жгутиковые, даже коловраток. Он был уверен, что видит сложные организмы, поэтому наделял их органами, которые есть у обычных животных. И в этом смысле точка зрения Эренберга значительно расходилась с общепринятой в то время, согласно которой микроскопические организмы не имели определенных форм и возникали из ничего.

В стремлении доказать миру правильность своих исследований Эренберг делал все, чтобы полученные им данные могли быть перепроверены. Он всегда старался привезти образцы в Берлин, а после поездки в Сибирь начал составлять коллекцию препаратов «инфузорий», в основном диатомовых водорослей, всегда привлекавших его особое внимание, о которых он писал, что их створки слагают прочные почвы, камни и скалы.

Отбирая живые клетки и помещая их в пробирку, Эренберг научился культивировать микроорганизмы для изучения их *in vivo*. Ему удалось создать, по его словам, «изящную коллекцию живых инфузорий», которую он хранил на подоконнике, чтобы они могли перезимовать.

Христиан Готфрид ЭРЕНБЕРГ (1795—1876) — немецкий натуралист-зоолог, широко известный своими работами по морфологии, физиологии и систематике микроорганизмов. Крупнейший коллекционер своего времени, которого современники называли «Мистер микроскоп». Был иностранным член-корреспондентом и почетным членом Петербургской Академии наук

Микроскоп
Х. Г. Эренберга

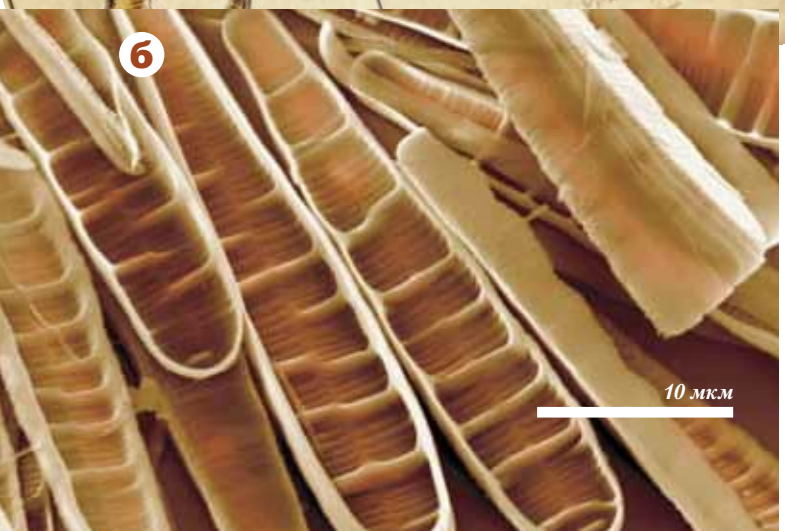
Во время своих путешествий Эренберг постоянно пользовался микроскопом. Днем отбирал образцы, а вечером и ночью зарисовывал их на маленьких листках бумаги, отмечая названия места отбора проб. Позднее Эренберг наклеивал эти маленькие рисунки на обычные листы. Эренберг писал, что ему удалось зарисовать мертвых неподвижных инфузорий, имеющих размер 1/4000 парижской линии, то есть около 0.6 микрон.

Рисунки и письма Эренберга к счастью пережили Вторую мировую войну и теперь хранятся в коллекции Эренберга в Берлине (Музей естественной истории Университета им. А. Гумбольта). Недавно они были оцифрованы и помещены в базу данных куратором коллекции Д. Лазарусом и его сотрудниками

Музей естественной истории в Берлине. Справа — часть здания Музея, пострадавшая во время Второй мировой войны

Дочери Х. Г. Эренберга. Одна из дочерей, Клара, составляла описи рисунков диатомовых водорослей, сделанных ее отцом

Образцы диатомей из коллекции Х. Г. Эренберга



Диатомовую водоросль *Meridion circulare* Эренберг обнаружил в Волге возле г. Саратова.
а — рисунок Эренберга
б — сканирующая электронная микроскопия

Эренбергу хотелось выяснить, являются ли инфузории космополитами — гражданами мира. Его удивительно верный и продуманный вывод приведен в книге «Infusionsthierchen» («Инфузории»), также посвященной путешествию в Сибирь: «Доказано, что инфузории живут на всех 4-х континентах и в океане. В самых удаленных друг от друга частях света могут встречаться одинаковые виды… Географическое распределение инфузорий на земле подчиняется тем же законам, что и законы распределения других живых существ — от севера к югу разнообразие таксонов возрастает, а при перемещении с востока на запад разнообразие остается постоянным»(1838)

Эренберг не уставал повторять, что инфузории не могут самозарождаться: «Исследование инфузорий показало, что их размножение происходит путем деления. Эти формы устойчивы и переносятся течениями и ветром. Говоря образно, они почти бессмертны и всегда молоды. Они способны делиться бесконечно, оставаясь юными несчетное множество лет» (1838)

Д. ВИЛЬЯМС

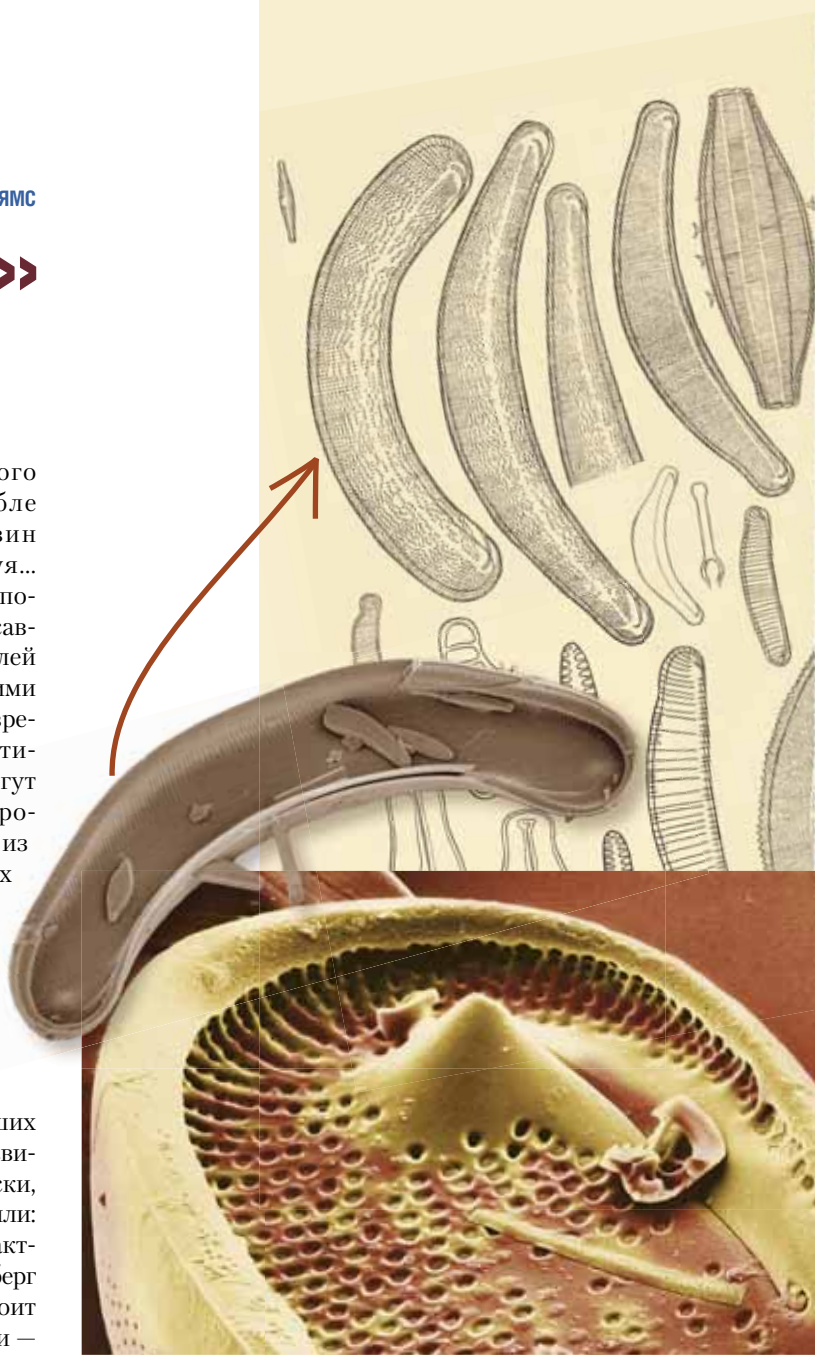
«Соавторы» Дарвина

Дэвид ВИЛЬЯМС, д-р, отдел ботаники Музея естественной истории (Лондон, Англия)

После своего знаменитого путешествия на корабле «Бигль» Чарльз Дарвин напишет: «Путешествуя... в качестве натуралиста, я был поражен некоторыми фактами, касавшимися распределения обитателей Южной Америки, и геологическими связями между прежними и современными жителями этого континента. Факты эти... кажется, могут пролить некоторый свет на происхождение видов — эту тайну из тайн, по словам одного из наших величайших философов»(1839). Таким образом источником вдохновения для создателя эволюционной теории стала биогеография и «натуральная история» организмов: «брак», заключенный между ними, поставил эволюцию в ряд жизнеспособных концепций и выполнимых исследовательских программ.

В число обитателей континента, столь впечатливших эволюционного классика, входили и диатомеи, о чем свидетельствуют замечания Дарвина относительно краски, которую наносили на свои лица жители Огненной Земли: «Это вещество, если его высушить, достаточно компактно и имеет небольшой удельный вес: профессор Эренберг исследовал это вещество... и утверждает, что оно состоит из инфузорий [в число которых входили диатомеи — *Ред.*]... Он говорит, что все эти существа — обитатели пресных вод...». Далее Дарвин отмечает, что Эренберга особенно поразил тот факт, что виды в этом веществе, хотя и были отобраны в самой южной точке Огненной Земли, относятся к уже описанным, хорошо известным и широко распространенным формам (1860).

Позднее Эренберг сделает несколько обобщающих комментариев относительно географического распределения диатомей: «... Скалистые горы [Кордильеры — *Ред.*] представляют собой более высокий барьер между двумя частями Америки, чем Тихий океан — барьер между Америкой и Китаем; формы инфузорий из Орегона и Калифорнии совершенно отличны от тех, которые можно найти к востоку от горных хребтов, но они отчасти идентичны тем, которые найдены в Сибири» (1849).

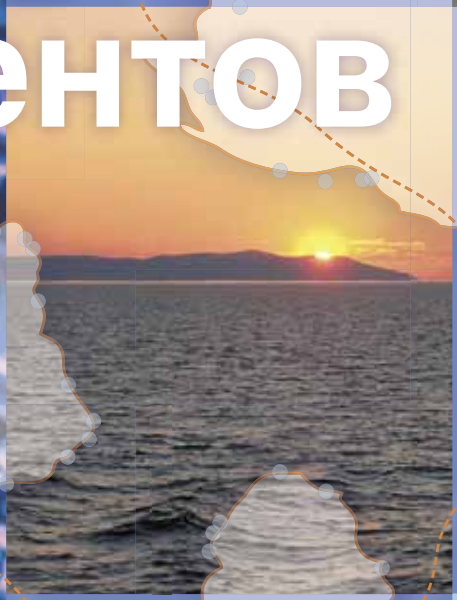


По современным оценкам в Байкале из 500 таксонов бентосных диатомей половина эндемична, то есть обитает только в этом озере. В их числе — вид *Eunotia lacusbaicalii,* описанный еще в начале XX в. русским ученым Б. В. Скворцовым. *Фото Д. Вильямса*

Исследования характера географического распределения, родства и различий между разными формами диатомей, продолженные рядом известных ученых-диатомистов, остаются актуальны и сегодня, поскольку позволяют пролить свет не только на ход эволюции этой важной группы, но и на векторы глобальных экологических и геологических изменений на планете

ЭКОЛОГИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ

Шесть континентов вечной жизни



вездесущие растения

Эмма Ивановна ЛОСЕВА,
д. г.-м. н.,
Институт геологии Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар)

Живут диатомовые либо как одиночные клетки, либо — соединяясь в колонии причудливой формы: в виде цепочек, трубочек, звездочек, вееров, лент, пленок... Способные существовать практически в любой водной среде, диатомеи вездесущи и встречаются по всему земному шару от полюсов до экватора. Они довольно быстро размножаются, причем темпы деления различаются по видам и зависят от факторов окружающей среды (географической широты, времени года, освещенности, температуры, содержания питательных веществ).

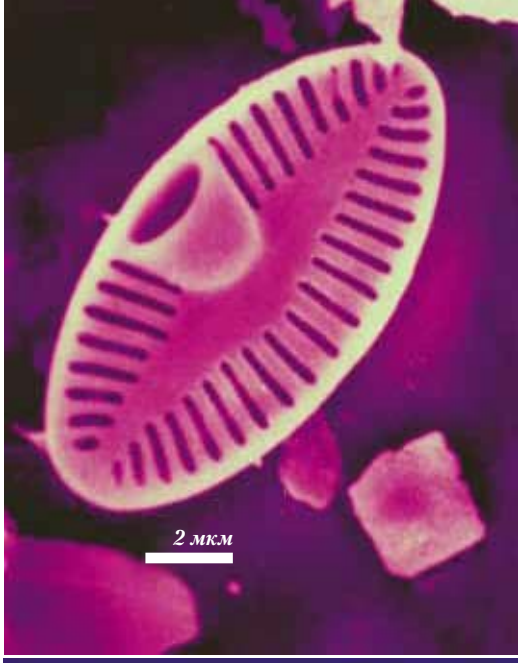
Некоторые диатомеи, обитатели дна (*бентосные* виды), способны передвигаться по твердому субстрату, как животные. Другая группа (*эпифиты*) прикрепляется к различным поверхностям — ко дну водоема, к растениям, даже к днищам кораблей... Есть виды, живущие исключительно на одном каком-то субстрате (к примеру, на туловище антарктических китов). Планктонные диатомеи могут свободно парить в воде благодаря многочисленным включениям капель масла и тонкому пористому панцирю. Отмершие клетки теряют такую способность и опускаются на дно.

Состав диатомовых сообществ определяется экологическими факторами окружающей среды и меняется по сезонам года.

Для нормального роста и размножения водорослям необходимы самые разнообразные химические элементы. Так как диатомеи не могут обойтись без кремния, из которого построен их панцирь, этот элемент в конечном итоге определяет их количественный рост. Диатомеи с грубым панцирем потребляют кремния значительно больше, чем тонкостенные, причем при избытке кремнезема в среде имеют очень толстые стенки. Потребление кремния диатомеями резко возрастает в сезон размножения, в результате чего его концентрация в воде так же резко падает, и восстанавливается значительно позже благодаря поступлению из глубинных вод. Поэтому даже искусственное добавление кремнезема в водоем вызывает кратковременную вспышку численности диатомей.

Диатомеи очень чувствительны к содержанию поваренной соли, на которое они реагируют по-разному. Например, *галофилы* (любящие соль) живут в морских водах, соленых озерах или источниках. Другие виды (*галофобы*) не выносят даже небольшого повышения солености, а так называемые *индифференты* могут существовать как в пресных, так и в слабо соленых водах — в эстуариях рек, в морских опресненных лагунах.

Диатомеи нуждаются в фосфатах и нитратах — увеличение их содержания в поверхностных водах также вызывает сезонные вспышки в развитии планктонных диатомей. Они широко используют готовые растворенные органические вещества, благодаря чему являются чутким индикатором степени органического загрязнения среды, в том числе антропогенного — стоками коммунального хозяйства, угольных шахт, нефтяных разработок, животноводческих ферм и т.п. На начальных этапах изменения привычной среды видовое разнообразие диатомей обычно возрастает, а затем резко снижается, так что характер загрязнения среды можно определить еще до проведения химических анализов только по трансформации структуры диатомового сообщества.



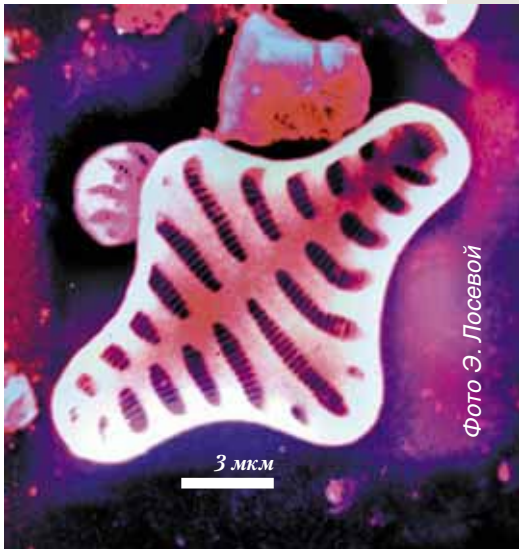


Фото Э. Лосевой

Диатомеи разных таксонов, выбравшие в качестве местообитания красную водоросль. *Фото Р. Кроуфорда*

Важнейшие для диатомей экологические факторы — освещенность и температурный режим. В некоторых мутных озерах диатомеи могут жить лишь в верхнем 1—2-х метровом слое воды, в более прозрачных — на глубине до 20 метров и более, а в чистейшем и прозрачнейшем Байкале — и на больших глубинах. В субантарктических водах максимальная численность диатомей зарегистрирована на глубине 162 м. В тропических морях и океанах диатомеи, спасаясь от прямых лучей солнца, обычно живут на глубинах не выше 5–10 м. Что касается температуры, то предпочитаемый диапазон — от 0 до +50 °С, однако и по этому признаку диатомеи могут значительно варьировать.

Диатомовые водоросли чутко реагируют и на космические факторы. Например, когда размеры озоновой дыры над Антарктидой достигают максимума, численность планктона, важнейшую часть которого составляют диатомовые, заметно сокращается, что отрицательно сказывается на пищевой цепочке экосистемы всего южного океана.

Нужно заметить, что диатомовые подвержены значительным сезонным колебаниям численности. Поэтому в течение года даже в одном и том же водном бассейне количество водорослей может меняться. В морях и океанах это явление наблюдается в огромных масштабах. Так, на поверхности Тихого океана в летне-осенний период из космоса можно наблюдать полосу густо-зеленого цвета шириной до тысячи километров, свидетельствующую о высокой концентрации диатомовых водорослей.

Р. КРОУФОРД: Древние диатомеи перемещались только благодаря движению волн и потоков воды. Позднее с появлением двусторонней симметрии у них стала развиваться способность к самостоятельному передвижению. Для этого пеннатные диатомеи научились использовать узкую щель (шов), тянущуюся вдоль всей поверхности панциря.

Мы до сих пор до конца не понимаем механизма передвижения диатомей, но близки к разгадке. Так, установлено, что под швом расположены пучки микрофиламентов, контролирующих движение полисахаридных нитей, которые тянутся наружу из щели и прикрепляются к субстрату: когда они сокращаются в одном направлении, клетка сдвигается в противоположном. Поразительный пример подобного движения можно наблюдать у диатомеи *Bacillaria paradoxa*, клетки которой формируют колонии в виде плотика и согласованно двигаются в удивительном «танце»: колония то растягивается в длину, то сокращается.

Благодаря этому умению бентосные диатомеи научились использовать зыбкие поверхности, как песок и ил, что позволило им эксплуатировать любые субстраты, доступные естественному освещению, морские и пресноводные, а также зоны приливов и отливов.

Коричневые обрастания диатомей в эстуарии, фаза отлива. *Фото Р. Кроуфорда*

Многие из подвижных диатомовых водорослей обладают внутренним ритмом миграций вверх и вниз по донным осадкам в зависимости от фазы приливов или светового режима. Это дает им очевидные преимущества, в том числе позволяет избегать хищников ночью, когда фотосинтез невозможен.

М. ПОЛЕН

Ледовые аборигены

Мишель ПОЛЕН,
д-р, отдел исследований Музея природы Канады (Оттава, Канада)

Южанин, мечтая об Арктике, особенно о высоких широтах Канады, рисует в своем воображении покрытые льдом пространства с неизменными животными, символизирующими Север, — большими белыми медведями, тюленями или овцебыками. Действительно, в разгар зимы морской лед в Арктике занимает площадь до 14 млн км^2 и достигает толщины двух метров. Крупные млекопитающие и люди используют твердую поверхность льда для своей постоянной деятельности: добывания пищи, путешествий, охоты. Подо льдом в воде скапливается арктическая треска, привлекающая тюленей. Но морской лед используют как удобные квартиры и многие менее заметные микроскопические создания — бактерии, вирусы, водоросли, простейшие и многоклеточные.

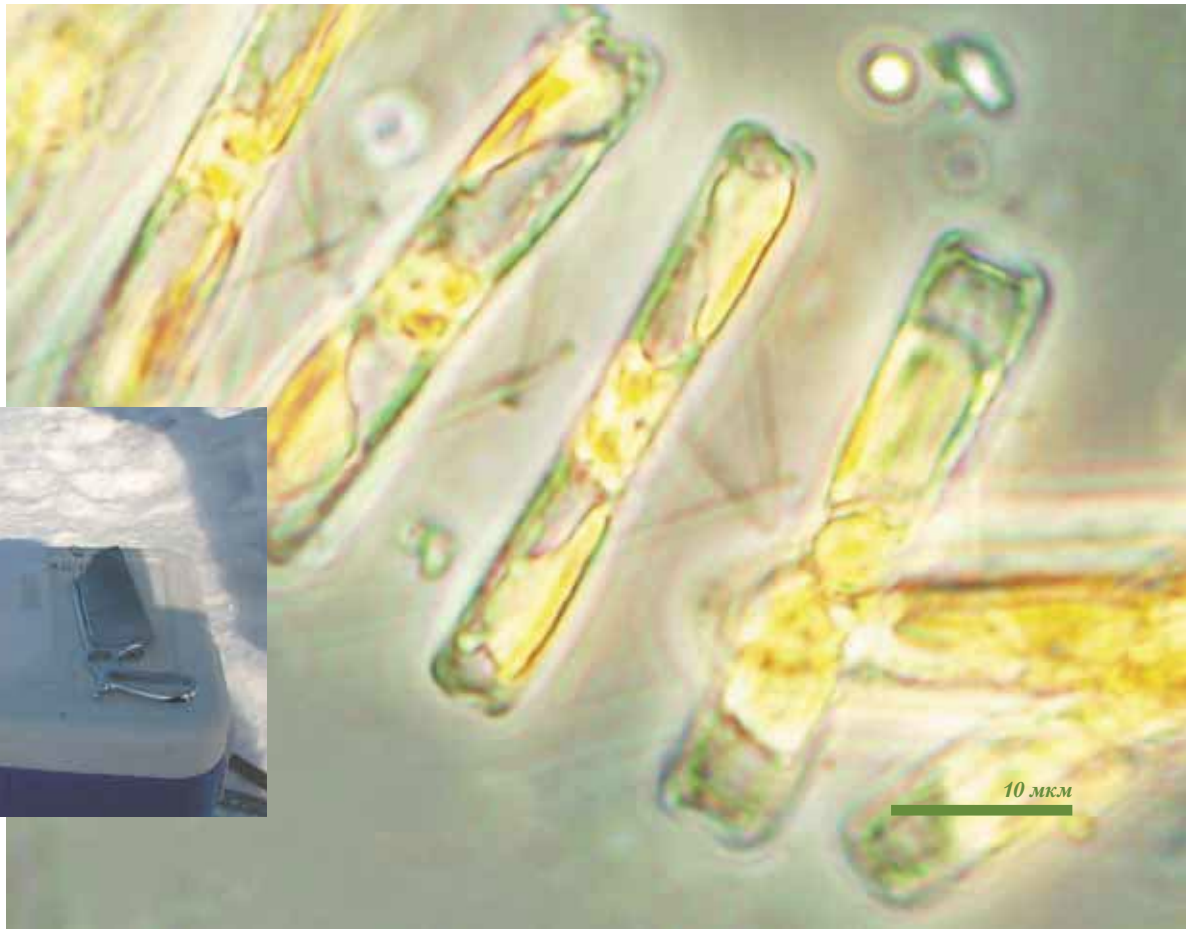
Благодаря своим относительно большим размерам (0,01—0,5 мм) диатомеи были обнаружены в Арктике почти 165 лет назад. Сейчас в высоких широтах Канадской Арктики зарегистрировано более 300 видов микроводорослей, и этот список далеко не полон.

Живут водоросли либо на границе между снегом и льдом, либо в толще льда или в его нижних слоях. С борта ледокола весной в высоких арктических широтах можно видеть признаки их присутствия — бесцветные разводы на нижней поверхности перевернутых морских льдин в форватере судна.

Всего же подледные микроводоросли дают от 3 до 25 % годовой первичной продукции арктического шельфа, а в центре Ледовитого океана — до 50 %!

Продолжение на с. 65.

Клетки ледовой диатомовой водоросли *Navicula pelagica* из свободной ленточной колонии. *Световая микроскопия. Фото М. Полена*



Нижний слой арктического льда окрашен благодаря присутствию в нем микроводорослей. *Фото М. Полена*

Диатомея *Pinnularia savanensis* из кислых горячих источников о. Кунашир (Курильские острова). *Фото Н. Балашовой*

Иногда микроскопические диатомовые водоросли можно увидеть не только в окуляр микроскопа, но и через иллюминатор космического корабля!

Н. Б. БАЛАШОВА

Некоторые любят погорячее

Наталия Борисовна БАЛАШОВА, к. б. н., кафедра ботаники биолого-почвенного факультета Санкт-Петербургского государственного университета

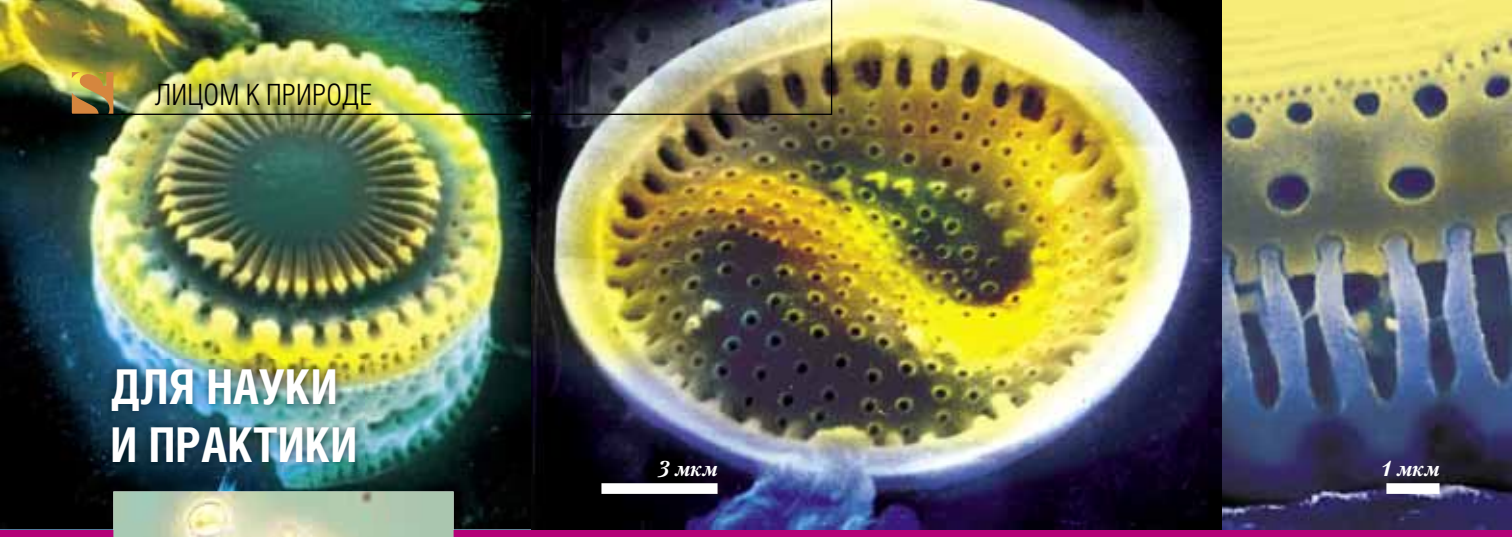
По тепловой устойчивости диатомовые водоросли уступают лишь синезеленым (цианобактериям). Они могут успешно существовать в термальных водоемах с температурой воды от +50 (Азербайджан) до +77 °С (Камчатка). В очень горячих источниках часто образуются своеобразные маты, двуслойные пленки, верх которых представлен синезелеными водорослями, а низ — диатомеями, которые «прячутся» в их толщу, защищаясь от обжигающего действия горячих вод.

С повышением температуры водоемов видовой состав диатомей обедняется, зато немногие оставшиеся виды активно развиваются. Всего в термальных источниках земного шара отмечено свыше 600 видов и внутривидовых таксонов диатомовых водорослей. Подавляющее большинство (до 98%) обитателей терм — пеннатные диатомеи, что отчасти объясняется самим характером термальных водоемов, обычно мелководных, с быстрым течением, что приходится не по вкусу центрическим формам диатомей, более склонных к планктонному образу жизни.

Нужно отметить, что никаких уродливых форм среди диатомовых в термальных источниках не замечено, хотя некоторые отклонения от классических канонов имеются.

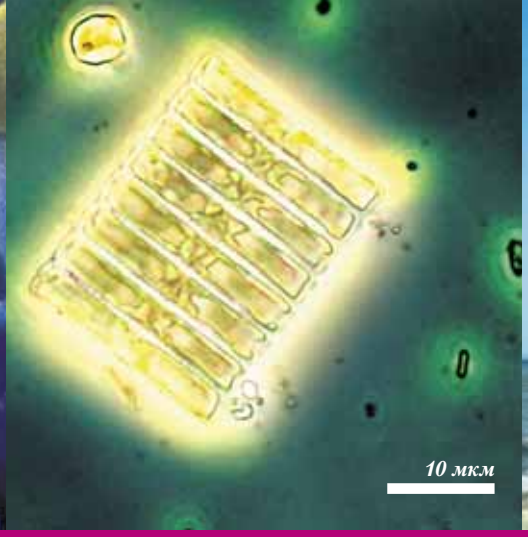
Альгологи считают, что термофильная растительность состоит из водорослей холодных вод, приспособившихся к высоким температурам. Это утверждение в целом соответствует действительности, однако при исследовании термальных источников ученые, как правило, описывают неизвестные раннее виды, разновидности и формы диатомей. Являются ли они обязательными термофилами — покажет время.

Диатомовые водоросли освоили не только горячие источники Курильских островов, но и ледовый покров сибирского пресноводного «моря» — озера Байкал.
Фото Г. Белякова (г. Лесосибирск) (вверху) и Т. Земской (ЛИН СО РАН, г. Иркутск) (внизу)



ДЛЯ НАУКИ И ПРАКТИКИ

Летопись планеты по диатомеям



Э.И. ЛОСЕВА: Панцири отмерших диатомей прекрасно сохраняются в ископаемом состоянии миллионы лет. Следствием бурного развития диатомовой флоры являются донные осадки, обогащенные кремнеземом. В регионах, особенно бедных кальцием, способствующим растворению кремнезема, образуются «диатомовые» породы; некоторые из них почти целиком состоят из панцирей диатомей. Древние морские диатомиты, диатомовые глины и алевриты известны во многих районах мира, местами достигая мощности в несколько сот метров.

По ископаемым комплексам диатомей можно достаточно надежно реконструировать палеогеографическую обстановку прошлых геологических эпох, если в них присутствуют виды, дожившие до наших дней. Так, проведенная сотрудниками Коми научного центра УрО РАН ревизия всех известных на европейском северо-востоке России диатомовых водорослей, как ископаемых, так и современных, дала цифру в 955 видов! В результате были реконструированы условия среды различных этапов плейстоцена — геологического периода, охватывающего последние 1,8 млн лет в истории Земли.

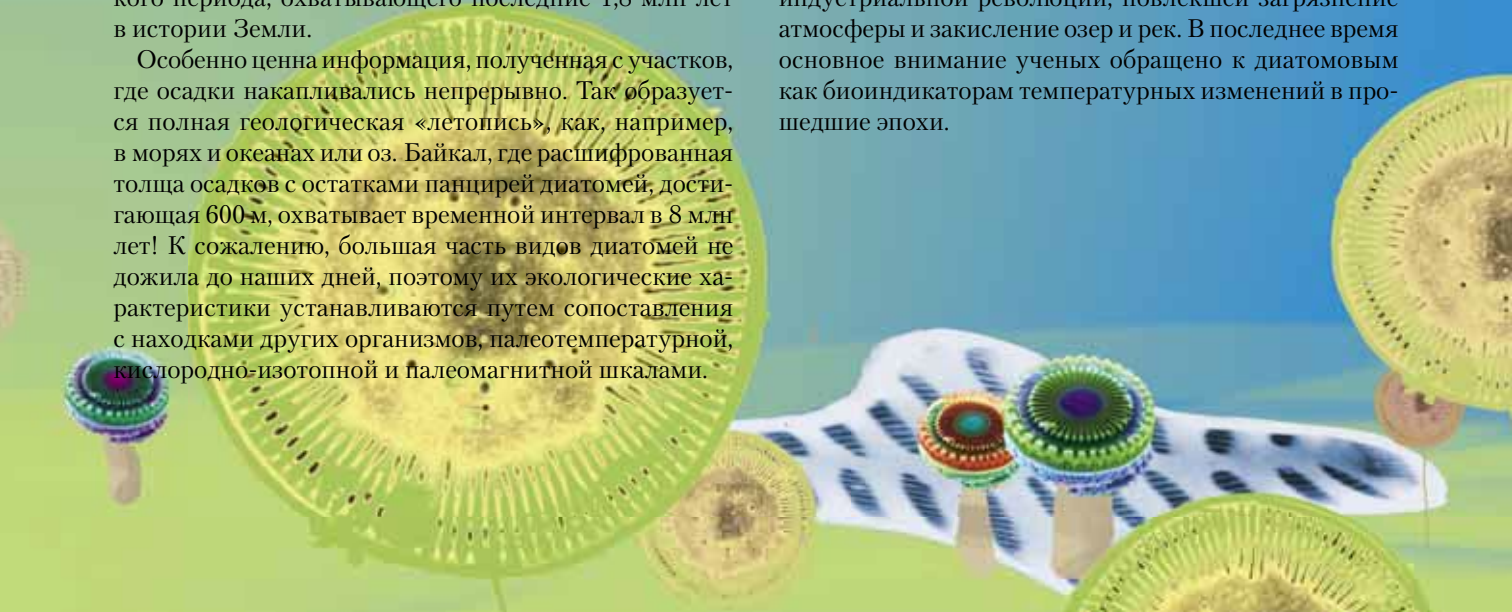
Особенно ценна информация, полученная с участков, где осадки накапливались непрерывно. Так образуется полная геологическая «летопись», как, например, в морях и океанах или оз. Байкал, где расшифрованная толща осадков с остатками панцирей диатомей, достигающая 600 м, охватывает временной интервал в 8 млн лет! К сожалению, большая часть видов диатомей не дожила до наших дней, поэтому их экологические характеристики устанавливаются путем сопоставления с находками других организмов, палеотемпературной, кислородно-изотопной и палеомагнитной шкалами.

Р. КРОУФОРД: Сегодня диатомеи имеют первостепенное значение в исследовании динамики природной среды в прошлом и настоящем: изменений климата, катаклизмов (вулканических извержений и цунами), антропогенного влияния...

Эти хронологии невозможно было бы расшифровывать, если бы клеточные стенки диатомей были похожи друг на друга, однако их морфологическое разнообразие, к счастью, огромно.

При исследовании донных осадков морфологический анализ необходим, поскольку разные виды диатомей предпочитают разные условия обитания. Проще говоря, легко различить образцы морского планктона и дождевой лужи, но изменения видового состава разных слоев осадков, вызванные, например, небольшими изменениями кислотности среды, может распознать только опытный взгляд.

Тем не менее биостратиграфы давно используют отложения диатомей для восстановления геологической истории водоемов. Наиболее впечатляющими выглядят реконструкции прошлого, связанные с началом индустриальной революции, повлекшей загрязнение атмосферы и закисление озер и рек. В последнее время основное внимание ученых обращено к диатомовым как биоиндикаторам температурных изменений в прошедшие эпохи.



Для кайнозоя Северотихоокеанского региона по материалам глубоководного бурения и данным наземных разрезов на Камчатке, Сахалине, Японии и Калифорнии по диатомеям разработаны четкие зональные шкалы, включающие пятнадцать зон средней продолжительностью около 1 млн лет

Диатомеи олигоцена и нижнего миоцена из разреза в северо-западной части Тихого океана. Световая микроскопия. (*По: Gladenkov, Barron, 1995)*

Геологический разрез кайнозоя на о. Сахалин.
Фото. А. Гладенкова

Диатомовый хронограф

А. Ю. ГЛАДЕНКОВ

Андрей Юрьевич ГЛАДЕНКОВ, д. г.-м. н., лаборатория биостратиграфии и палеогеографии океанов Геологического института РАН (Москва)

Лучшие результаты в расшифровке геологических событий с помощью диатомей получены при работе с морскими отложениями кайнозоя, возраст которых моложе 45 млн лет — именно к этому времени диатомовые «обжили» Мировой океан. Показательным примером служат исследования истории формирования Берингова пролива.

Напомним, что на протяжении около 100 млн лет Евразия и Северная Америка были соединены сухопутным Беринговым мостом, т. е. самая северная часть Тихого океана представляла собой гигантский морской залив. И образование пролива, связавшего арктический и тихоокеанский бассейны, значительно повлияло на климат и развитие сообществ во всем Северном полушарии.

Оценки возраста первого открытия пролива, сделанные на основе находок ископаемых моллюсков рода *Astarte*, варьировали в пределах от 3,5—4,4 млн лет, однако определить их точный возраст до последнего времени не удавалось. И вот недавно при изучении разреза Сэнди Ридж на п-ове Аляска нам удалось установить точное стратиграфическое положение остатков наиболее древних астарт, поскольку в образцах был впервые обнаружен микропланктон — древние морские диатомеи. Эти находки, позволившие точно датировать возраст пролива, «состарили» последний более чем на миллион лет: оказывается, Евразия и Северная Америка разделились 5,5—5,4 млн лет назад.

Д. П. СМОЛ, М. С. ДУГЛАС

Диатомеи в Арктике: идеальные свидетели

Джон П. СМОЛ, проф., Королевский Университет (Канада)

Мэрианн С. В. ДУГЛАС, проф., Университет Торонто (Канада)

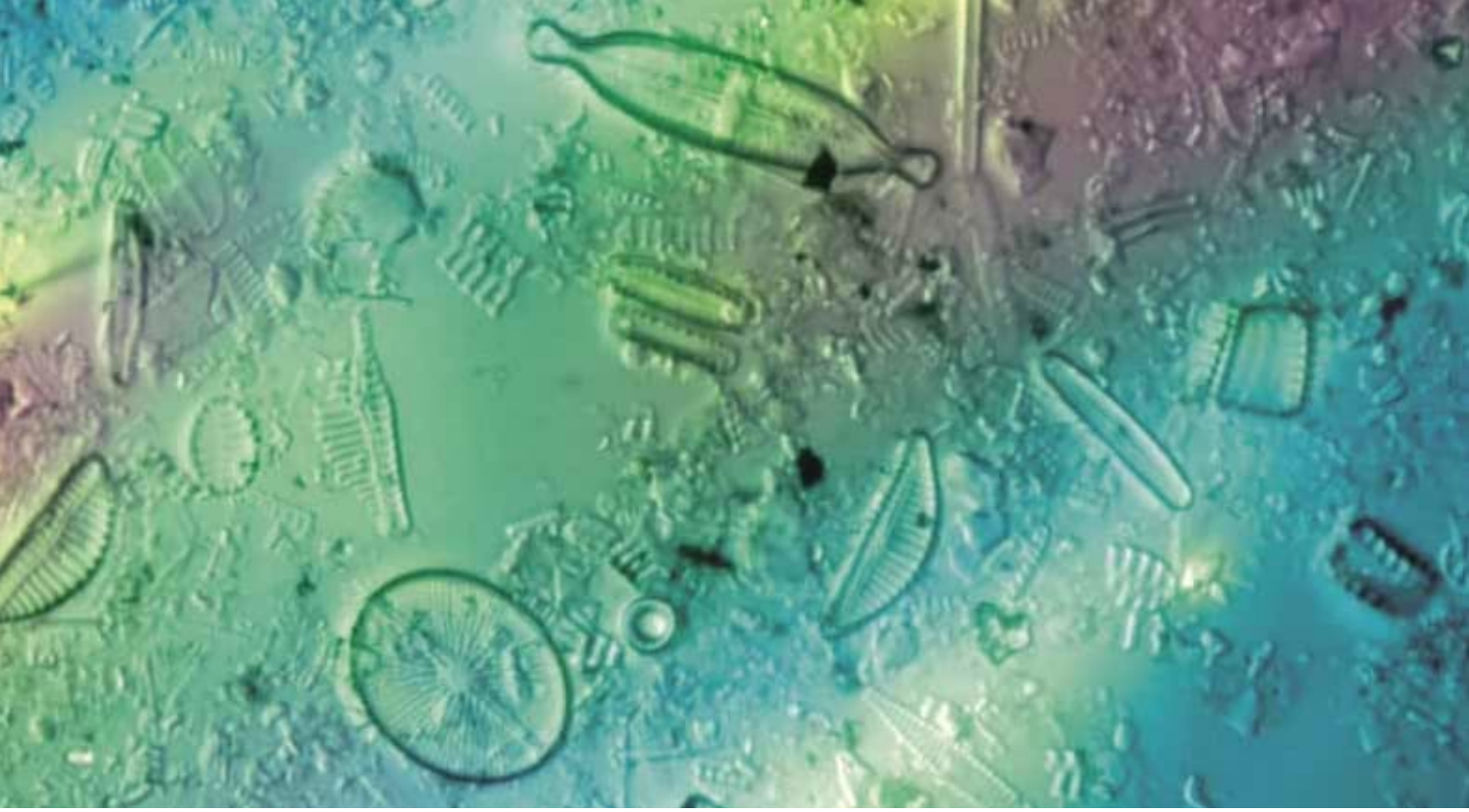
Экосистема Арктики особенно чувствительна к изменениям внешней среды, в том числе климата. Ведущую роль в его изменении играет снижение альбедо — способности земной поверхности отражать солнечные лучи, происходящее за счет уменьшения площади снеговых и ледовых покровов. Суша и воды в результате этого «подогреваются», и процесс потепления климата, в свою очередь, ускоряется — возникает положительная обратная связь. Потепление Арктики — серьезная, по-настоящему глобальная проблема.

Неудивительно, что не только ученые и политики, но и обычные люди заинтересованы в получении надежных данных об изменении климата в северных широтах. Но подобных долговременных наблюдений здесь крайне мало — например, на огромных просторах Канадской Арктики в течение последних 50 лет работало лишь несколько метеостанций.

Косвенными индикаторами изменений природной среды могут служить годовые кольца деревьев и наросты кораллов, прослойки в ледовых кернах и отложениях пещер... Но наиболее продуктивна в этом смысле *палеолимнология*, изучающая физические, химические и биологические индикаторы, захороненные в осадках озер и рек.

Анализ самых разных информационных «носителей» — от останков водных организмов до частиц почвы и пыльцевых зерен — может дать удивительно ясную летопись изменения природной среды.

Чаще всего изучают осадки озер и других спокойных акваторий, где осаждение происходит упорядоченно и осадок в дальнейшем не перемешивается. Отобранный керн датируют с помощью методов геохронологии: для изучения молодых осадков (возраста 100—150 лет) используют радиоактивные изотопы свинца и цезия, для более древних — радиоуглеродную методику.



Если говорить о биологической информации, то существующая в озере жизнь всегда оставляет следы в виде определенных объектов, таких как створки диатомовых водорослей или ископаемые пигменты, с помощью которых ученые расшифровывают широкий спектр показателей состояния природной среды. И диатомовые водоросли в этом смысле являются одними из наиболее идеальных и часто используемых носителей информации из прошлого.

Во многих озерах Арктики диатомеи выступают в качестве доминантов среди водорослей. В высоких широтах даже в «теплые годы» воды остаются достаточно холодными. Некоторые озера иногда круглый год остаются покрытыми льдом, по краю которого появляются лишь узкие проталины. В «теплые годы» лед, напротив, успевает за короткое лето растаять полностью.

Диатомеи чутко откликаются на все эти изменения. В случае мощных ледового и снежного покровов планктонные диатомеи, обитающие в открытых водах, подавляются, поэтому большая часть «жизни» концентрируется на мелководье, под проталинами. По мере таяния льда более конкурентоспособными становятся глубоководные сообщества водорослей.

Реконструкция ледовых режимов по составу диатомей — лишь один из многих подходов к расшифровке изменений климата. О последних можно судить также по происходившим в прошлом перемещениям границы лесов, поскольку хвойные деревья могут влиять на структуру озерных сообществ диатомей: вода, проходя через слои опавшей хвои, окрашивается органическими веществами, как при заваривании чая, в результате чего условия обитания водорослей меняются.

Помимо изменения освещенности методами палеолимнологии может быть выявлена динамика и других характеристик водоемов — изменения потока питательных веществ, трансформация мест обитания (например, появление и исчезновение мхов — субстратов, к которым прикрепляются водоросли) и т. п.

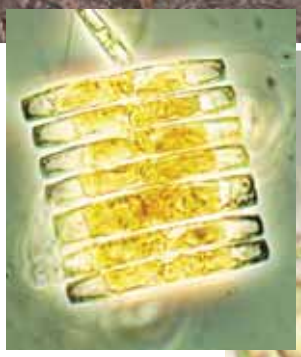
Палеолимнологические подходы могут быть использованы для расшифровки, помимо климатических, широкого спектра других изменений обстановки в Арктике. Например, нерка (арктический лосось) — важнейший компонент экосистем побережья Тихого океана — в своем жизненном цикле проходит два этапа. В пресноводных озерах она откладывает икру, здесь же в течение двух-трех лет подрастают мальки. Затем нерка «скатывается» в океан, где и нагуливает до 95 % своего веса. Возвращаясь обратно (с удивительной точностью!), она откладывает икру и умирает. В озерах, служащих одновременно питомниками и кладбищами, регулярно разлагаются миллионы закончивших размножение рыб, освобождая огромное количество питательных веществ. А диатомеи, кстати, являются прекрасными индикаторами концентрации биогенных элементов. Аналогичные подходы можно использовать для слежения за другими группами северных животных, например, за птицами-глупышами.

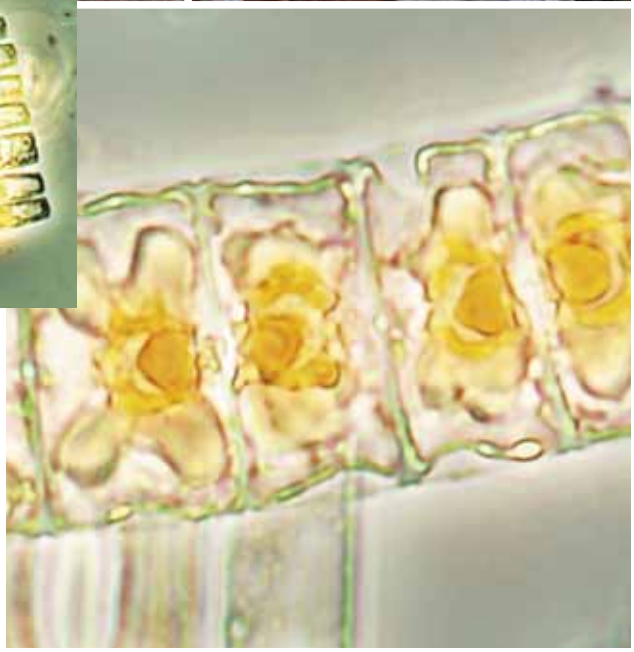
Таким образом, диатомовая летопись северных широт может быть интересна самым разным специалистам, включая историков, и даже рыбакам. Безусловно, точно такие же подходы можно применить в палеолимнологических исследованиях и в Южном полушарии, в Антарктике.

◀ Типичные пресноводные диатомеи, захороненные в осадке озера, расположенного в высоких широтах канадской Арктики

Китобои из Туле — предки инуитов, жившие в Арктике с 100 по 1600 г. н. э., — первыми стали охотиться на больших арктических китов. Зимой они жили в небольших поселениях в хижинах из китовых костей, укрытых шкурами, мхом и камнями, вблизи которых разделывали охотничью добычу, включая горбатых китов. Их внутренности служили специфическим удобрением для суши и озер, расположенных ниже зимовий. И диатомей можно использовать для того, чтобы уловить эхо событий, происходивших в зимовьях древних китобоев

Фото авторов





М. ПОЛЕН

(*продолжение, начало на с. 43*):
Большая часть микроводорослей сосредоточена в нижнем 5—10-ти сантиметровом слое полярного льда, благодаря чему он приобретает коричневато-золотистую окраску.

Лед предоставляет удобное местообитание для водорослей в виде сети крошечных карманов с рассолом и очень тонких каналов и капилляров, постоянно соединенных с подледной водой, через которые поступают питательные вещества. Клетки водорослей живут как бы в ледяной ловушке, плавая в соленой суспензии либо прикрепляясь к стенкам капилляров, и по сути представляют собой поставленное «с ног на голову» донное сообщество.

Рост водорослей обычно начинается в конце зимы — начале весны, когда увеличение освещенности запускает процесс деления клеток. Немногочисленные вначале, они достигают максимальной численности в мае. Упадок ледовых сообществ наступает по мере таяния льда. В конце концов водоросли высвобождаются в воду, где становятся пищей для водных травоядных, либо просто опускаются на дно моря.

Лед — сложная экосистема, поэтому многие факторы изменения окружающей среды отражаются на жизни ледовых сообществ. Величина ледового покрова за последние 25 лет уменьшилась примерно на 7 %, и ожидается, что его площадь и толщина будут значительно меняться в ближайшие 50 лет.

Глобальное потепление затронет не только животных и людей, обитающих на льду, но и столь важные для природных сообществ мельчайшие создания, населяющие сам лед!

Ледовые водоросли канадской Арктики представлены преимущественно пеннатными формами.
Фото М. Полена

Охотники за палеоцунами

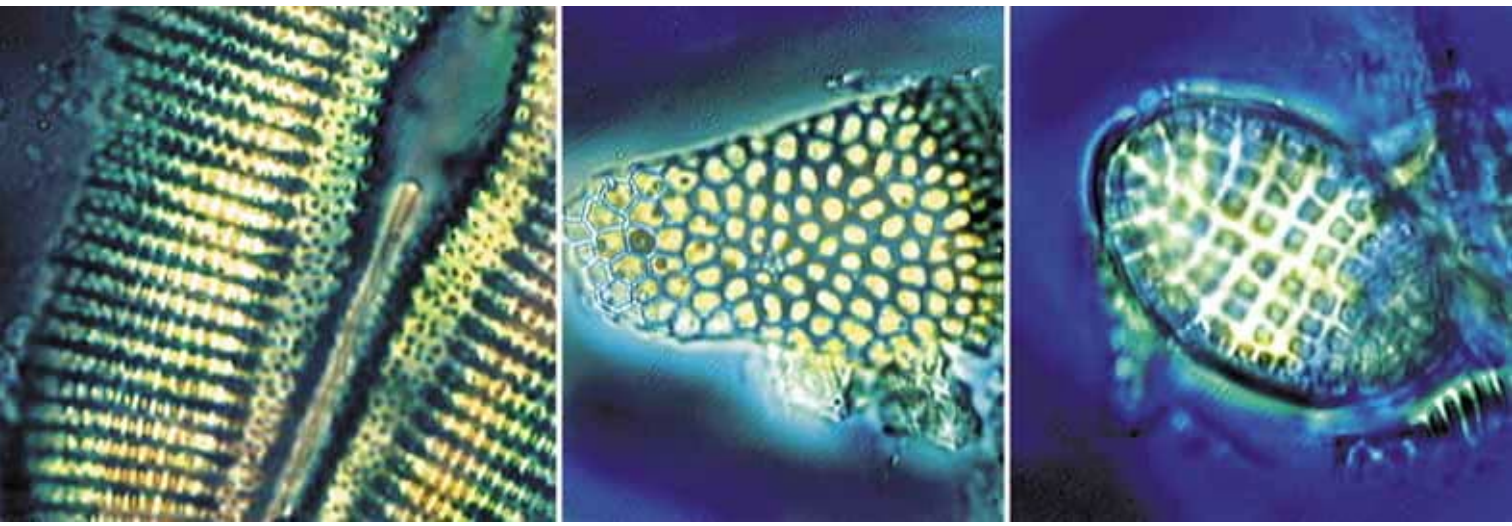
Т. А. ГРЕБЕННИКОВА

Татьяна Афанасьевна ГРЕБЕННИКОВА, к. г.-м. н., лаборатория палеогеографии Тихоокеанского института географии ДвО РАН (Владивосток)

Цунами — одно из наиболее грозных природных явлений, приносящее невосполнимые потери и огромный экологический и материальный ущерб. Прогнозировать подобные катастрофы крайне сложно. Тем не менее изучение следов цунами, происходивших в доисторическом прошлом, позволяет проследить частоту появления самых разрушительных из них, направление удара морской волны и дальность ее проникновения в глубь суши, установить степень влияния на естественный ход развития природных экосистем. Наиболее информативным методом для этих целей служит анализ диатомовой флоры.

Следы древних цунами лучше всего выявляются в торфяниках — настоящих природных «ловушках» для поступающего извне материала. Например, при изучении прослоев песка в торфяниках в центральной части о. Кунашир (Большая Курильская гряда) на расстоянии 1 км от берега было обнаружено шесть прослоев цунамигенного песка, содержащих наряду с пресноводными и большое количество морских диатомей, включая обитателей открытого океана. Причиной их появления были мощные морские наводнения, проникающие далеко в глубь суши, — последствия действия цунами.

Результаты анализа диатомового комплекса свидетельствуют, что цунами оказывали заметное влияние на некоторые экологические параметры среды — например, типичная для болотной системы кислотная среда становилась более щелочной. Удалось получить сведения и о конфигурации древней береговой линии. Исследования осадков палеоцунами на о. Зеленом (Малая Курильская гряда) с низким уплощенным рельефом показали, что во время наиболее сильных цунами волна почти полностью затапливала остров.



Морские диатомеи из отложений на о. Зеленый (Малые Курилы).
Фото Т. Гребенниковой

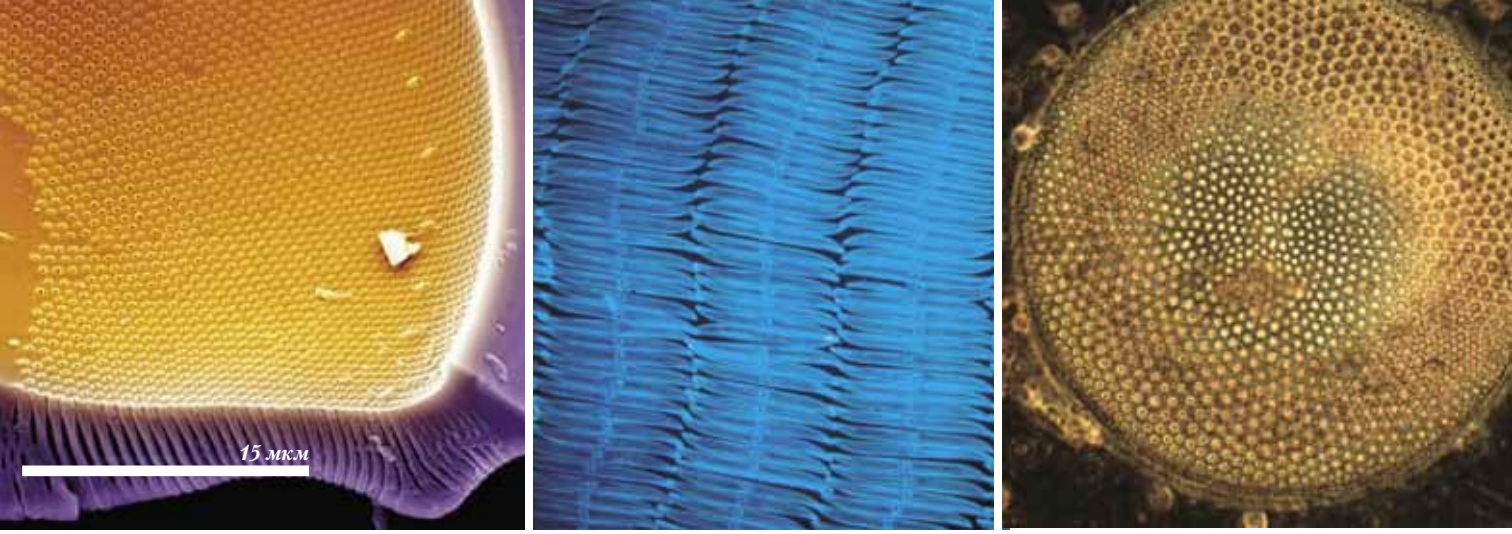
Следы цунами в береговых торфяниках представляют собой тонкие прослои морского песка, далеко уходящие в глубь суши за пределы зоны воздействия штормовых волн. *Фото Т. Гребенниковой*

В составе международной экспедиции диатомологи выезжали для обследования следов разрушительного цунами, обрушившегося 26 декабря 2004 г. на побережье Индийского океана. О. Симелу, Индонезия. *Фото Н. Разжигаевой*

Тихоокеанский берег о. Кунашир, наиболее подверженный воздействию цунами. *Фото А. Харламова*

КРЕМНИЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

МИНИ НАНОИНЖЕНЕРЫ

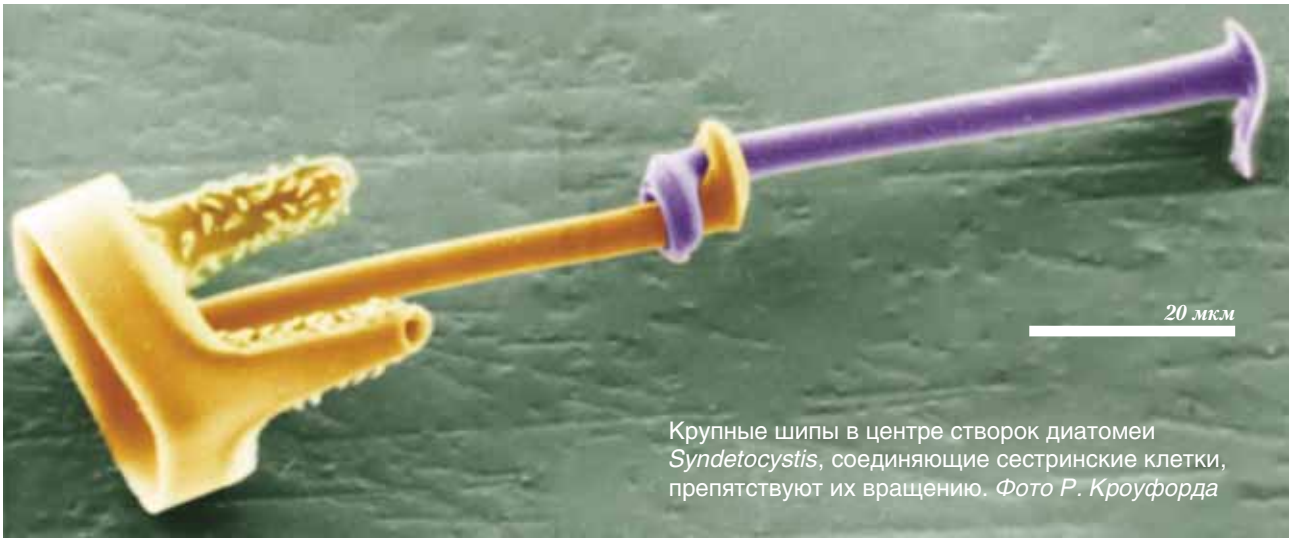


В верхнем ряду слева — детали края створки диатомеи *Hyalodiscus*. *Фото Р. Кроуфорда*. *В центре и справа* — примеры различного преломления света в кремниевом панцире двух видов диатомей *(подробнее на с. 55)*

Р. КРОУФОРД: Кремний — безошибочный выбор диатомей для фотосинтеза с точки зрения его доступности, прочности и прозрачности. При этом через клеточную стенку должен осуществляться транспорт в обе стороны растворенных газов и веществ. Этой проблеме долгое время не уделяли достаточного внимания — практически всю историю изучения диатомей ученых занимало лишь морфологическое разнообразие отверстий на створках, служащее основой их классификации. Однако многочисленные отверстия, видимые в световой микроскоп представляют собой мелкие ареолы со сложно организованными системами перегородок и пор, сквозь которые и происходит обмен между клеткой и средой.

В настоящее время диатомистов все больше увлекает и интригует тонкая организация клеточной стенки диатомей. Каким образом они с такой точностью строят и воспроизводят структуру панциря? Какие механизмы клеточного и молекулярного уровня задействованы в процессах синтеза и рождения новой створки, как происходит химическая организация кремниевых строительных блоков?

Макро- и микропроцессы морфогенеза диатомей привлекают сегодня особенное внимание в связи с возможностями, которые они открывают для нанотехнологий. Инженерия в микромасштабе — мощная индустрия, и умение диатомей искусно манипулировать с кремнием представляет несомненную ценность в эпоху высоких технологий.



Крупные шипы в центре створок диатомеи *Syndetocystis*, соединяющие сестринские клетки, препятствуют их вращению. *Фото Р. Кроуфорда*

Р.М. КРОУФОРД, И. ГИБШУБЕР

ГАРМОНИЯ КРАСОТЫ И

Быть «едиными» или быть «раздельными» — для биологических объектов не альтернатива, но один из фундаментальных принципов существования. Низшие одноклеточные организмы поддерживают физическую общность, формируя колонии, клетки высших организмов — ткани. Казалось бы, в пику этим приверженцам «общественного» образа жизни диатомовые водоросли, обучившиеся в ходе эволюции формировать твердую клеточную стенку, должны быть настоящими индивидуалистами. Однако это далеко не так. Правда, единственный путь сохранения единства, доступный для диатомовых, — оставаться после клеточного деления связанными друг с другом, формируя своеобразные цепочки. И интерес человека к механизмам, удерживающим вместе этих обитателей «стеклянных домиков», далеко не бескорыстен…

Ричард М. КРОУФОРД, д-р, Институт полярных и морских исследований им. А. Вегенера (Бремерхафен, Германия)

Илле ГИБШУБЕР, д-р, Институт общей физики, Венский технологический университет (Вена, Австрия)

То, что животные способны двигаться, а растения неподвижны, — общеизвестно. Однако те же самые растения, как сухопутные, так и водные, могут перемещаться своеобразным способом — с помощью пыльцы, семян или, в некоторых случаях, отдельными вегетативными частями родительского организма.

Обращаясь к жизни одноклеточной водоросли, заметим, что после каждого клеточного деления вновь образовавшиеся клетки-близнецы могут либо остаться соединенными, либо отправиться в разные стороны на поиски своей судьбы. В каждом случае есть свои плюсы и минусы. При благоприятном окружении дочерним клеткам выгодно не обособляться, а оставаться вместе в «родительском гнезде», прикрепленными к субстрату. Да и при переходе к половому размножению такая стратегия увеличивает вероятность встречи мужских и женских клеток. С другой стороны, в местообитаниях с бурным характером или бедных питательными веществами разделение клеток способствует расселению популяции и расширению участка обитания.

Нужно отметить, что среди диатомей мы можем встретить оба жизненных варианта, причем зачастую колониальные виды соседствуют с одноклеточными. Цепочки клеток могут прикрепляться к растениям, песчинкам, камням и скалам, или даже свободно «парить» в воде. Но во всех случаях клетки диатомей должны противостоять различного рода сильным воздействиям со стороны внешней среды. Как же они это делают?

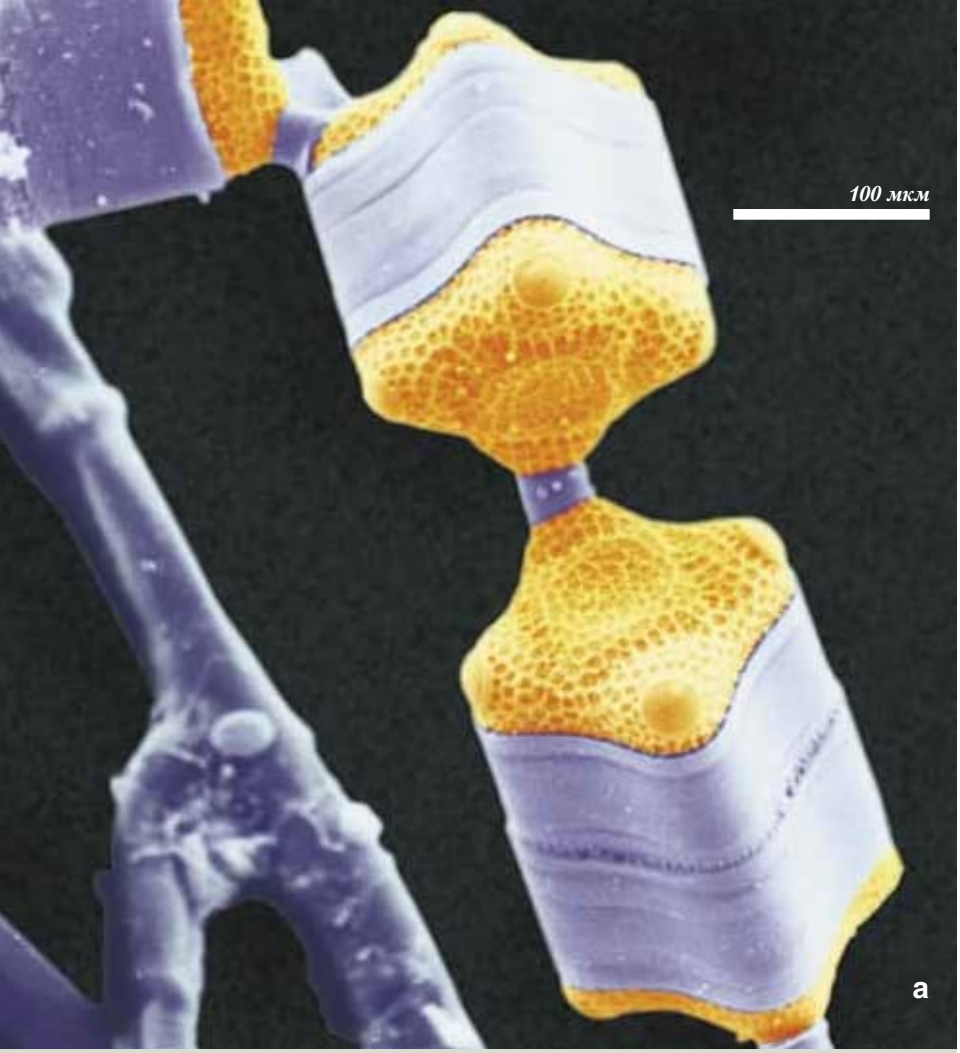
ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ

После каждого клеточного деления диатомей вновь образовавшиеся клетки могут остаться соединенными

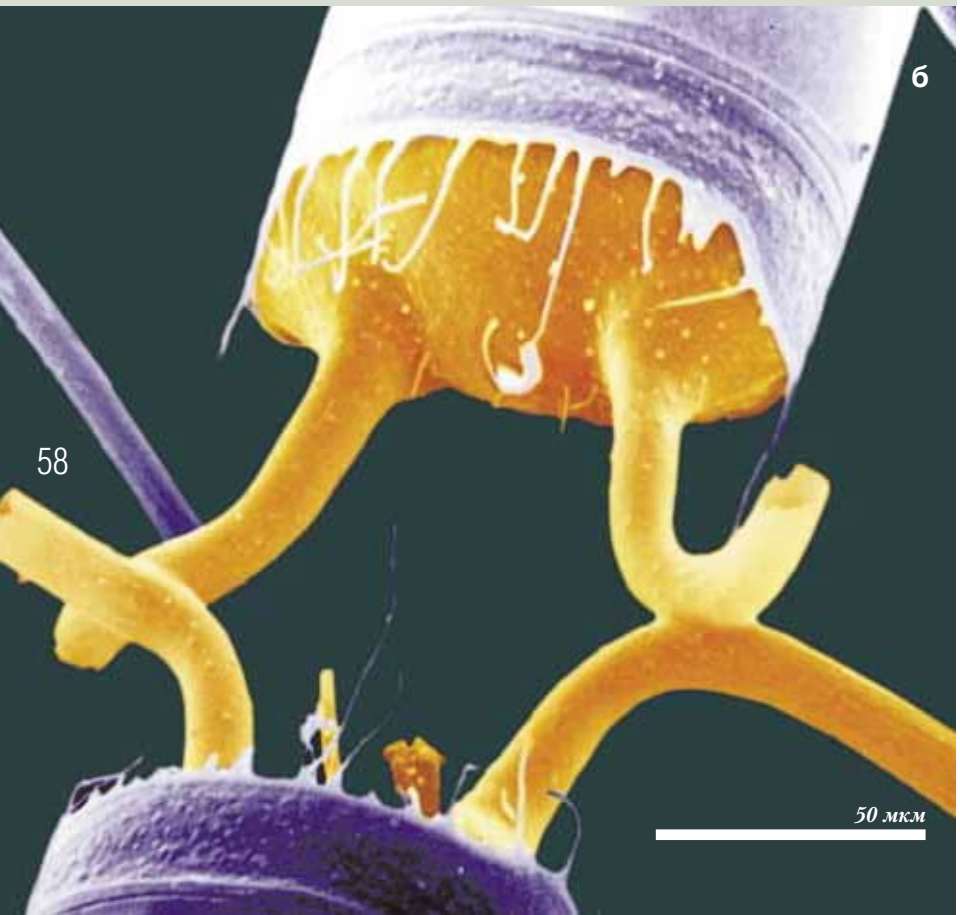
ТРИБОЛОГИЯ (от греч. *tribos* — трение) — раздел инженерии, занимающийся поверхностями, двигающимися относительно друг друга (подшипники, шестеренки и т. п.); их устройством, взаимодействием (трением, адгезией), смазкой, износом... — это одновременно и наука, и технология, и практика. В последние годы прочные позиции завоевывают микро- и нанотрибология, имеющие дело с функциональными элементами размером от 100 мкм до десятков нанометров. И это неудивительно — понимание феноменов трения в этом масштабе необходимо для создания новых продуктов бурно развивающихся современных технологий (кремниевые технологии, производство наноэлектромеханических систем и т. п.).

Цель биотрибологии — сбор информации о процессах взаимодействия между элементами биологических систем, а также приложение этих знаний к разработке технологических продуктов, близких к природным. Примеров на эту тему в биологии можно привести множество: движущиеся суставы и суставной хрящ, моргающее веко и глазное яблоко, матка и плод, соединение перьев у птиц, спинной плавник у рыб, липкие лапки насекомых… Эта новая междисциплинарная отрасль исследований сочетает методы и теорию физики, химии, механики и биологии.

Биомикро- и нанотрибология возникли в ответ на серьезные нужды технологии, в том числе продолжающуюся миниатюризацию техники. Биологические системы преуспевают в микро- и наномасштабе, а потому их стратегии можно использовать при создании новых инженерных устройств. Например, твердые компоненты диатомей, движущиеся относительно друг друга и испытывающие на себе действия разных сил, представляют особый интерес для одного из направлений в разработке микросистем



У колониальных диатомовых водорослей существуют разные способы соединения клеток между собой.
а — клетки *Amphitetras*, соединенные по углам подушечками из особого клейкого вещества;
б — клетки *Chaetoceros* с соединенными выростами панциря



Один из самых распространенных способ соединения клеток диатомовых — с помощью специальных соединительных шипов, подходящих друг к другу как ключ к замку.
в — пары соединенных сестринских клеток *Cymatoseira*;
г — пары соединенных сестринских клеток *Aulacoseira*

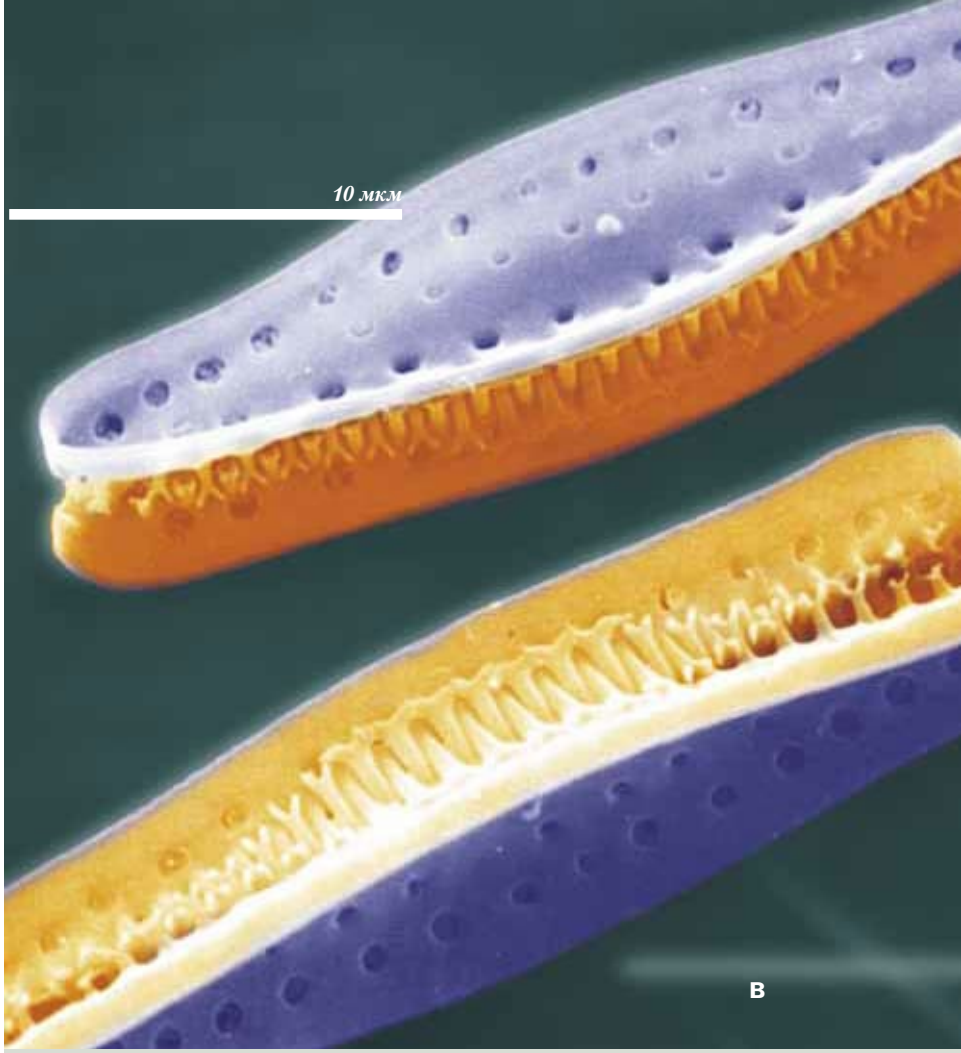
«Создавая любое из своих творений... природа связывала воедино гармонию красоты с гармонией целесообразности – придавала ему ту единственную форму, которая идеальна с точки зрения инженера» (М. Туполев).

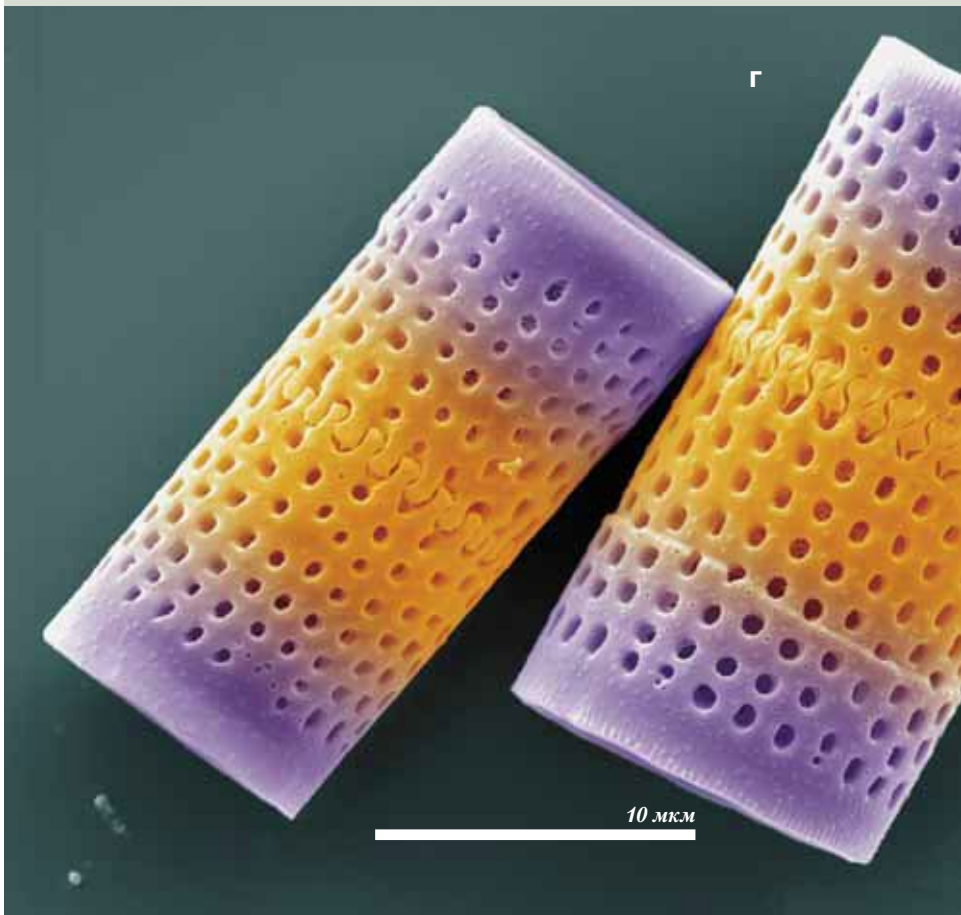
Как ключ к замку

У диатомей можно выделить три способа соединения клеток между собой. Клетки могут соединяться друг с другом особым клейким материалом, поступающим через трубочки в клеточной стенке. У небольшого числа родов кремнистые структуры сестринских клеток сплавлены. Но наиболее часто клетки соединяются между собой с помощью специальных шипов различных размеров и форм, подходящих друг к другу как ключ к замку. Эти структуры образуются еще во время формирования клеточных стенок дочерних клеток.

Было замечено, что конструкция соединительных шипов зачастую сложнее, чем этого требует устройство, служащее лишь для удержания клеток вместе. Это подтолкнуло нас к изучению основных сил, действующих на клетки в цепочке, — растяжения, сжатия и вращения. Несложно представить, что находящиеся в турбулентной среде — например, в зоне прибоя песчаного берега — клетки цепочки будут испытывать суммарное действие всех перечисленных сил, хотя в отношении силы вращения это не так очевидно.

Для изучения действия последней силы мы исследовали несколько колониеобразующих видов и пришли к заключению, что многим диатомеям приходилось иметь дело с силой вращения на самых ранних стадиях эволюции. По крайней мере, у многих ископаемых видов возраста примерно 30 млн лет обнаружены сложные структуры, которые могли не только удерживать две створки вместе, но и препятствовать их вращению. В этом смысле исключительным примером может служить род *Ellerbeckia*.

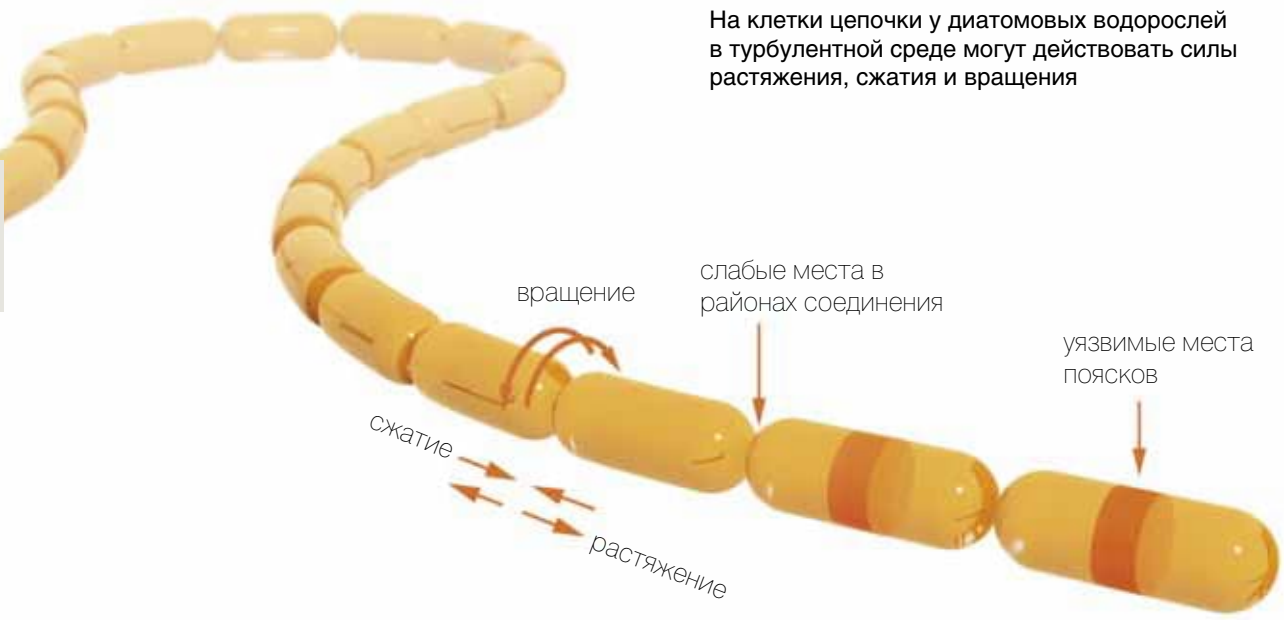




20 мкм

Сестринские створки диатомеи *Briggera* с массивными соединительными структурами на каждом конце

На клетки цепочки у диатомовых водорослей в турбулентной среде могут действовать силы растяжения, сжатия и вращения



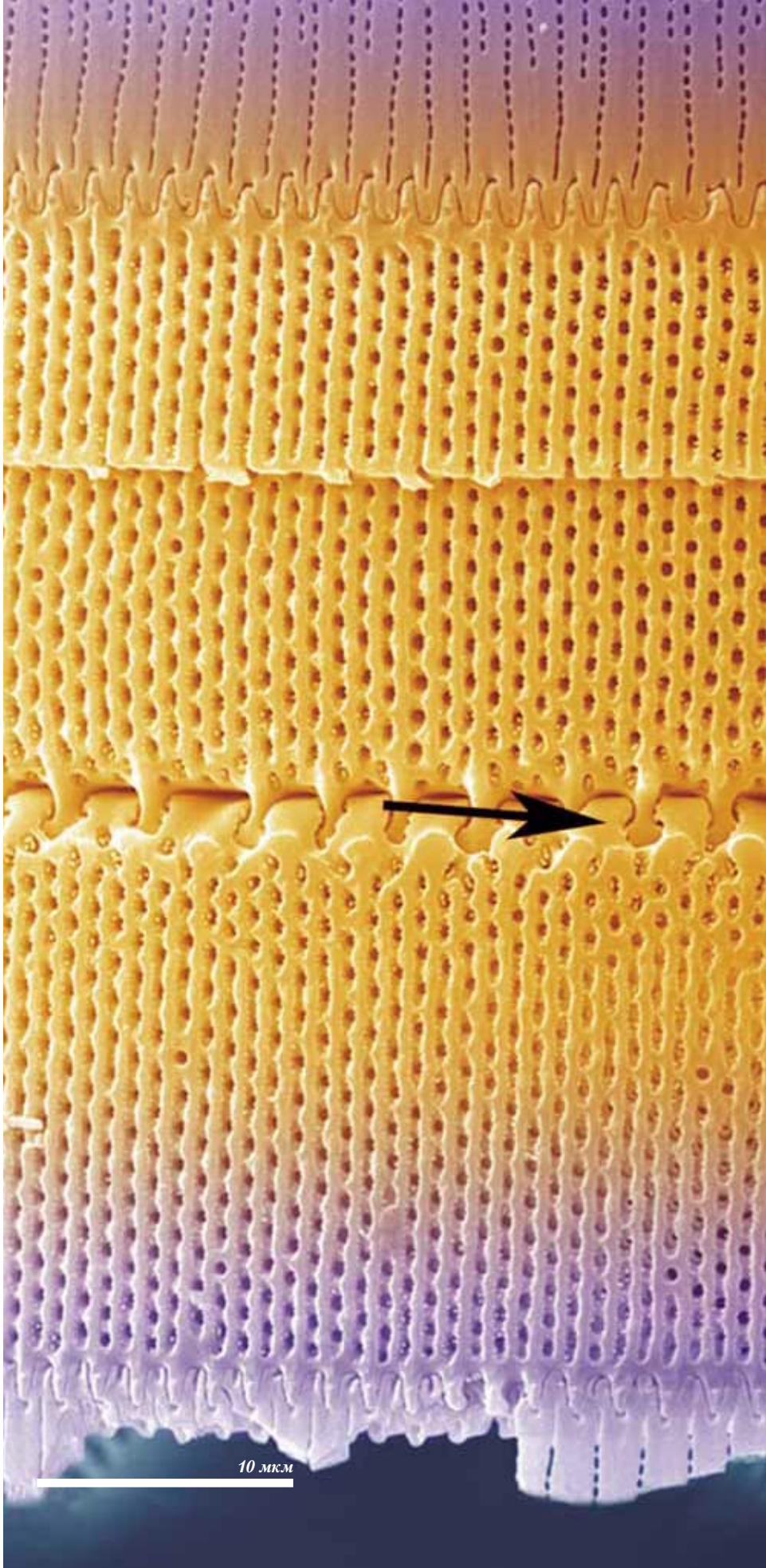
Инженерные решения Ellerbeckia

Древний род *Ellerbeckia* замечателен не только крайне тесным соединением сестринских створок, но и очень долгой эволюционной историей наряду с очень ранним обособлением от других диатомовых.

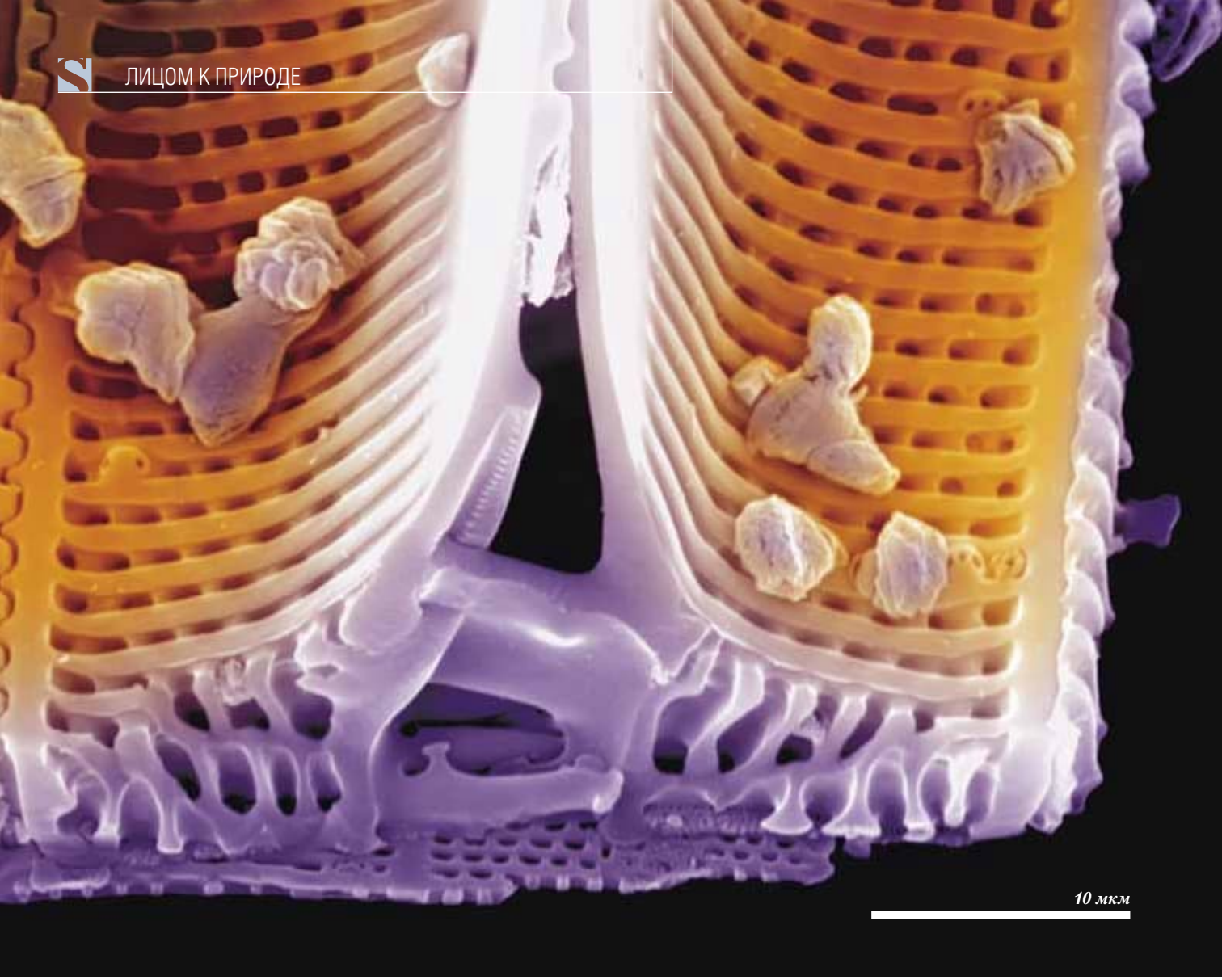
Клеточная стенка у этих диатомовых грубая, а лицевая часть створки загнута на боках под прямым углом. На створке располагаются шипы, соединяющие сестринские клетки, которые прочно замыкаются друг на друга. В середине лицевой части створки имеется еще один элемент соединительной структуры, общий для всех видов рода. Он представляет собой ребра, плотно вставленные в углубления другой створки. При наличии таких прочных соединительных структур двум клеткам практически невозможно ни повернуться, ни отодвинуться друг от друга. Но при этом возникает другая проблема.

Слабым звеном цепи, наиболее подверженным воздействию различных сил, становится соединение между створками и поясковыми ободками. И здесь *Ellerbeckia* демонстрирует уникальную среди всех прочих диатомей конструкцию. В отличие от большинства родов, в особенности от современных подвижных одноклеточных диатомей, у *Ellerbeckia* все без исключения части кремнистой оболочки плотно соединены и подогнаны друг к другу подобно костяшкам двух сжатых кулаков.

Результат такого прочного соединения в обоих потенциально уязви-



Сложные соединительные структуры сестринских створок у древнего рода *Ellerbeckia*



Детали соединения сестринских створок у диатомеи *Ellerbeckia*.
(*Дополнительные иллюстрации соединения частей кремнистых панцирей у этого вида — на с. 32*)

мых местах может быть двояким: либо колония станет жесткой, как стержень (что увеличивает вероятность ее разрушения при больших нагрузках), либо часть приложенной к колонии энергии внешних воздействий должна рассеиваться через небольшие, но многочисленные и тесные контакты структурных элементов. Судя по тому, что нам не попадались цепочки водорослей со сломанными соединительными структурами, вся эта система соединений функционирует как единое целое по второму сценарию.

Почему именно у этого рода мы находим признаки, более не встречающиеся у других разнообразных форм диатомей? И почему другим колониеобразующим видам, у которых отсутствуют подобные соединения, удается избежать разрушения под действием тех же самых сил?

Вероятно, ответ на этот вопрос лежит в самой истории древнего рода, сформировавшегося в мелководных бурных морях далекого прошлого. Тот факт, что представители других родов прекрасно живут рядом с *Ellerbeckia* и другими реликтами, добавляет таинственности, но и подтверждает исключительное разнообразие диатомей и их стратегий выживания. И в этом смысле диатомовые являются настоящей «золотой жилой» для нанотрибологии, которой суждено внести весомый вклад в технологическое завтра человечества.

В публикации использованы фотографии Р. Кроуфорда

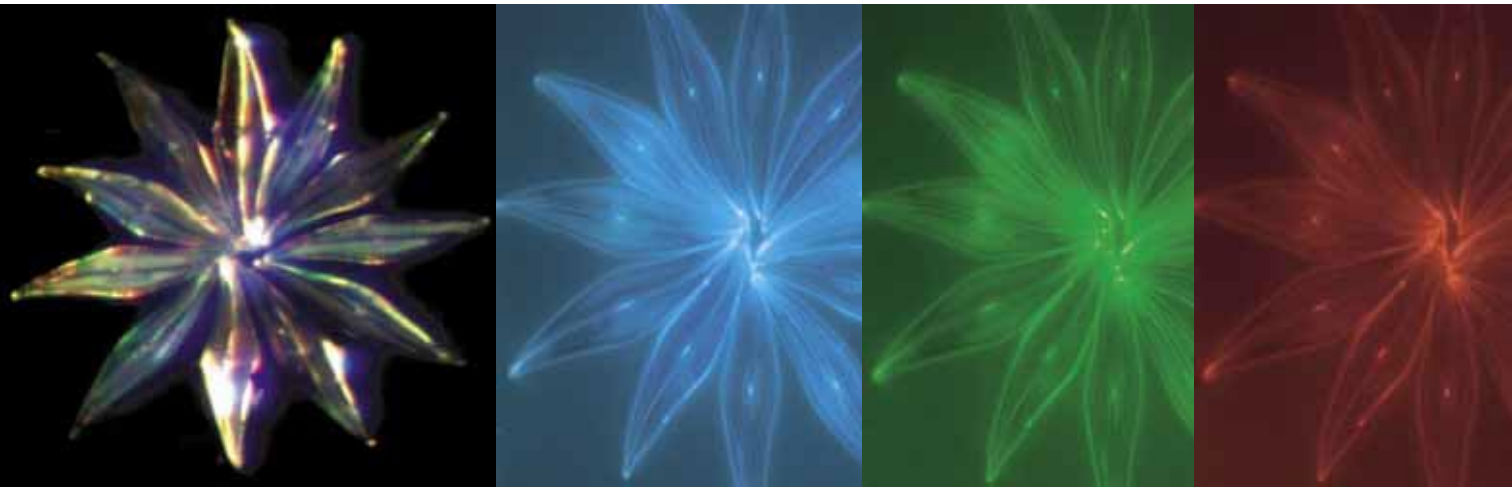
Строим из кремния

Кимберли ТАМАТРАКОЛЬН, д-р,
отдел изучения биологии
морей Института океанографии
им. Скриппса, Калифорнийский
университет (Сан-Диего, США)

Марк ХИЛЬДЕБРАНД, д-р,
отдел изучения биологии
морей Института океанографии
им. Скриппса, Калифорнийский
университет (Сан-Диего, США)

К растворимым формам кремния относятся кремниевая кислота $Si(OH)_4$ и силикаты $Si(OH)$. Полимеризованный кремний в разных структурных формах называют кремнеземом

Для строительства своих домиков диатомовые водоросли используют растворенный в воде кремний (в виде кремниевой кислоты) и, контролируя его полимеризацию, синтезируют створки панциря, создавая изысканные орнаменты микро- и нанометрового масштаба. Проводя аналогию между формированием панциря диатомей и строительством дома, отметим необходимость не только специального оборудования для создания разнообразных структурных элементов, но и исходных материалов, поступающих в точном соответствии с надобностью на том или ином этапе строительства. У диатомей этот непростой процесс обеспечивается специальными клеточными транспортными белками.

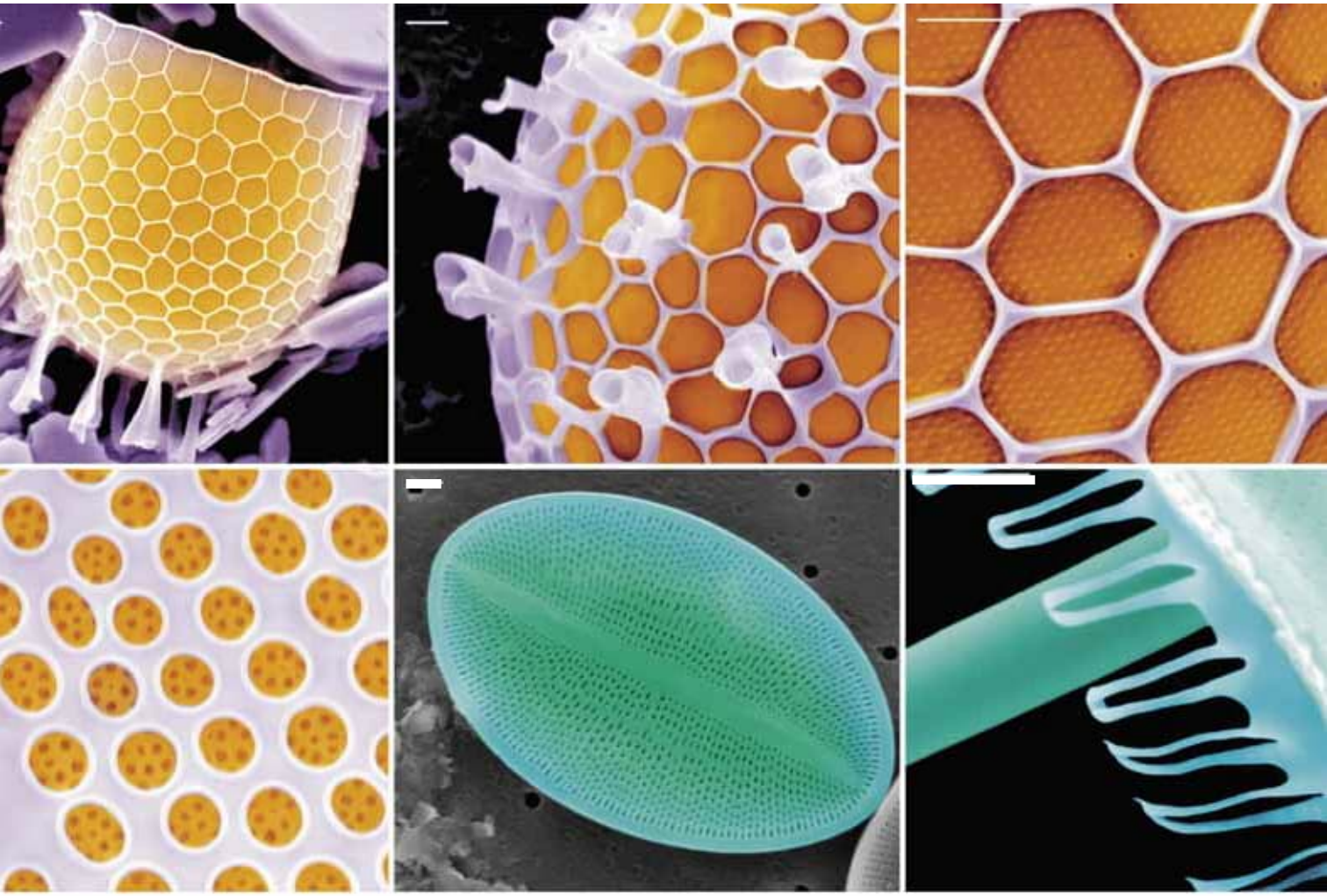


Особое расположение мелких деталей на створках у некоторых видов диатомей может усиливать взаимодействие их «стеклянного» панциря со светом. Первое фото слева — пример преломления света в панцире диатомеи; другие фотографии получены с помощью разных цветных фильтров. *Световая микроскопия*

Основной формой кремния в океане является кремниевая кислота (97 %); остальное приходится на долю силикатов. Поскольку диатомовым водорослям, чья численность в океане очень велика, кремний жизненно необходим, именно они влияют на его концентрацию в морской воде. Согласно литературным данным, до появления диатомей и других кремнистых организмов вода в мировом океане была просто насыщена кремнием (1,7—2,5 мм), сегодня же его концентрация упала до 70 мкм и ниже, а в поверхностных водах — до 1 мкм. Концентрация же кремниевой кислоты внутри диатомовой клетки лежит в диапазоне 19—350 мМ. Получается, что внутриклеточная концентрация кремниевой кислоты в тысячи раз выше внеклеточной!

Эти данные поднимают две основные проблемы. Во-первых, диатомеи должны каким-то образом забирать кремниевую кислоту из среды против очень «крутого» градиента концентраций — все равно как подвозить стройматериалы на грузовике через ворота, расположенные на высоком крутом холме.

Вторая проблема заключается в том, что при концентрациях, превышающих 2 мМ, кремниевая кислота начинает самопроизвольно полимеризовываться. Подобный процесс, идущий не в «том» месте, губителен для клетки — все равно как бетонную смесь выгрузить не на стройплощадке, а в соседнем садике. Однако, поскольку в диатомовой клетке самопроизвольная полимеризация кремния повсеместно не наблюдается, должен существовать какой-то механизм сохранения



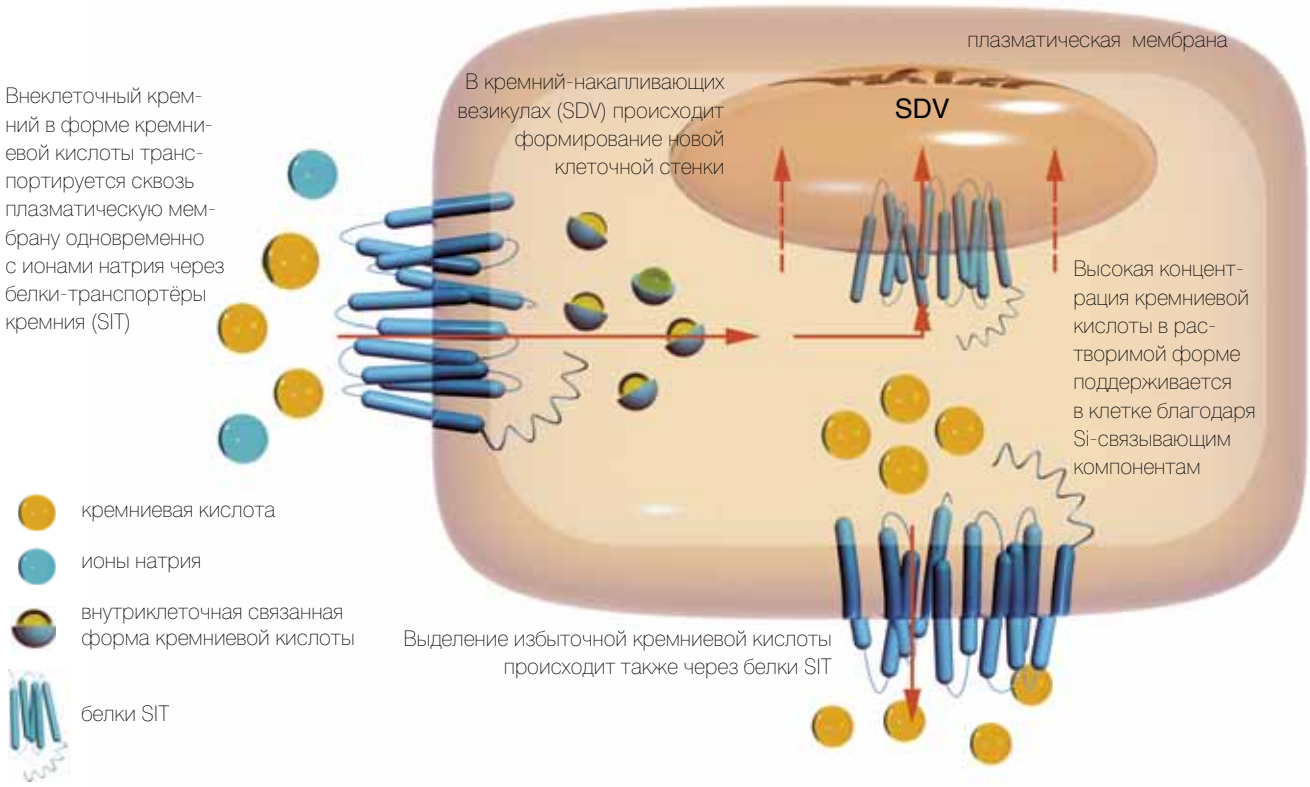
Такими видятся кремниевые панцири диатомей в сканирующий электронный микроскоп. *Масштаб: 2 мкм*

В публикации использованы фото авторов

сверхнасыщенного раствора кремниевой кислоты. Предположительно, он заключается в связывании кремниевой кислоты с органическими молекулами или белками.

Распознают, связывают и транспортируют кремниевую кислоту из окружающей среды специальные белки, называемые транспортерами кремния (SIT). Они пронизывают мембрану, формируя особый канал для проведения кремния через непроницаемый для него липидный слой. В исследованиях на морских диатомеях показано, что для поглощения кремния из среды требуется присутствие ионов натрия во внеклеточном пространстве. Поскольку высокая концентрация натрия в океане благоприятствует его попаданию в клетку по градиенту концентрации, то белки SIT могут использовать энергию, выделяющуюся при проникновении натрия, для одновременного переноса кремния. То есть SIT являются, по-видимому, натрий/кремний симпортерами.

Гены, кодирующие SIT, были впервые обнаружены у морской диатомеи *Cylindrotheca fusiformis* — пять отдельных генов, отличающихся уровнем и режимом экспрессии в ходе фомирования клеткой дочерних створок. В недавно расшифрованном геноме центрической диатомеи *Thalassiosira pseudonana* обнаружены три белка SIT. Можно предположить, что у диатомей много генов SIT для того, чтобы иметь возможность жить при разных концентрациях кремния, поскольку сродство и способность к транспортировке кремния у разных белков различная.



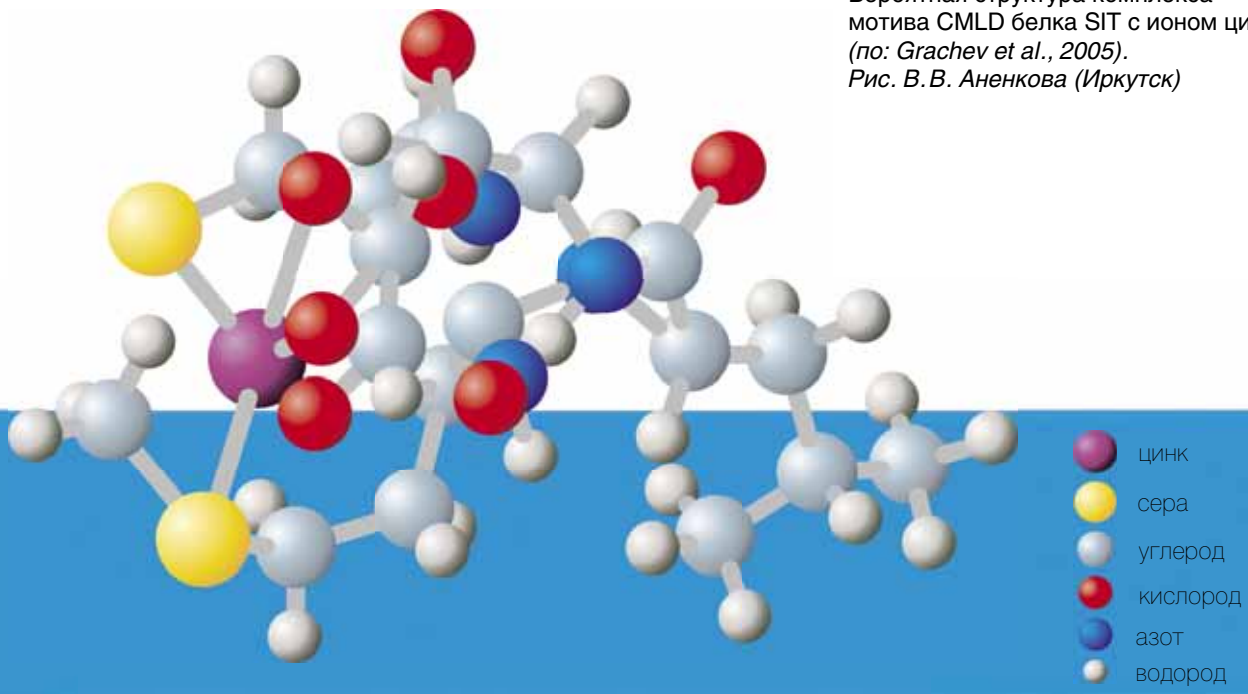
Попав в клетку, кремниевая кислота транспортируется в специализированные везикулы (SDV), депонирующие кремний. Внутри них в слегка подкисленной среде находятся полипептиды или длинноцепочечные полиамины, которые полимеризуют кремниевую кислоту, превращая ее в створку новой клетки. Когда новая створка внутри везикулы полностью сформируется, она выводится из клетки наружу

SIT оказались первыми белками, для которых была доказана способность напрямую и специфично взаимодействовать с кремниевой кислотой. К настоящему времени обнаружено несколько других белков, взаимодействующих с кремнием, тем не менее SIT до сих пор остаются единственными белками, взаимодействующими с кремниевой кислотой без ее полимеризации. Уникальность аминокислотных последовательностей SIT

позволяет говорить о новом семействе белков-транспортеров. Это делает их особенно привлекательными для ученых, но затрудняет исследование деталей их функционирования, поскольку аналоги, необходимые для моделирования, отсутствуют. Для объяснения взаимодействия белков SIT с кремниевой кислотой предложено два возможных механизма. Обе эти модели базируются на сравнениях последовательностей аминокислот в белках и на достаточно ограниченном объеме экспериментальных данных. Предлагаемые механизмы действия белков SIT различаются, но сейчас у ученых есть возможность проверить их в лабораторных экспериментах.

С помощью современных молекулярно-биологических методов можно направленно изменить ключевые аминокислотные остатки в белках, что позволит в прямом эксперименте установить их роль в транспорте кремния. Во многих изученных видах диатомей присутствует несколько копий генов, кодирующих эти белки, которые образуют семейство генов *sit*. Важным инструментом для дальнейшего изучения SIT может стать перенос отдельных генов семейства в другой организм, не являющийся диатомовой водорослью.

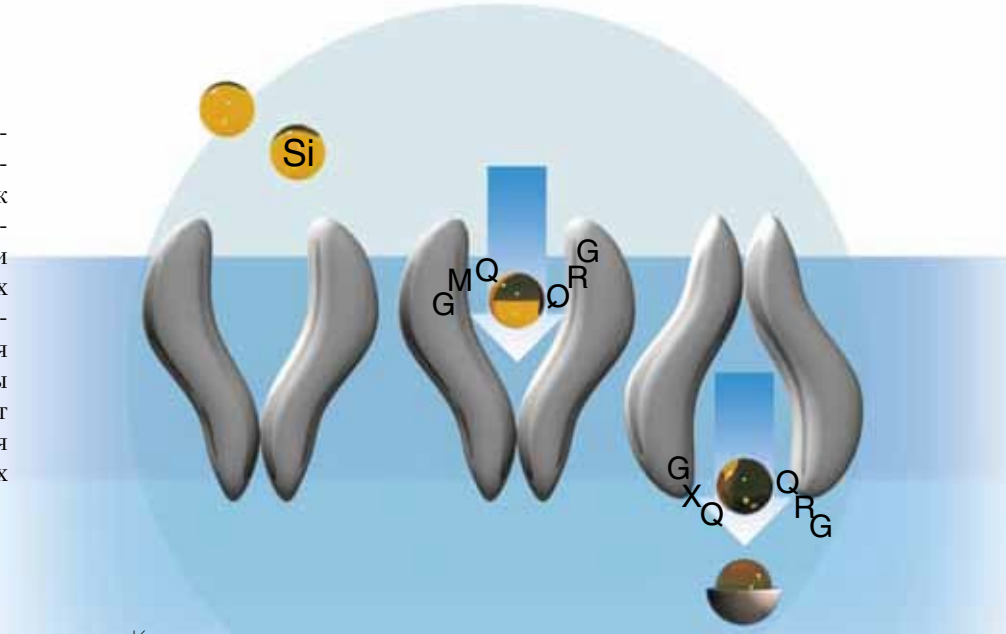
Нужно отметить, что белки SIT, играющие такую существенную роль в метаболизме кремния диатомей, могут быть использованы как отличная модель для понимания механизма взаимодействия живых систем с этим элементом. Кремний важен практически для всех форм жизни, в том числе для



Вероятная структура комплекса мотива CMLD белка SIT с ионом цинка *(по: Grachev et al., 2005). Рис. В.В. Аненкова (Иркутск)*

Предложено два альтернативных механизма взаимодействия белков-транспортеров кремния (SIT) с кремниевой кислотой.
Согласно первой модели кремниевая кислота связывается с ионом цинка, находящимся в активном центре мотива CMLD белка SIT. Этот мотив найден не только у большинства диатомей, но и у гораздо более древних хризофитовых (золотистых) водорослей (Лихошвай и др., 2006).
Вторая модель взаимодействия белков SIT с кремниевой кислотой основана на изменении конформации самого белка-транспортера. При сравнении 29 последовательностей белков SIT из 12 видов диатомей в четырех разных районах белковой молекулы идентифицирован консервативный мотив GXQ, предположительно отвечающий за связывание кремниевой кислоты с помощью водородных связей (Thamatrakoln et al., 2006)

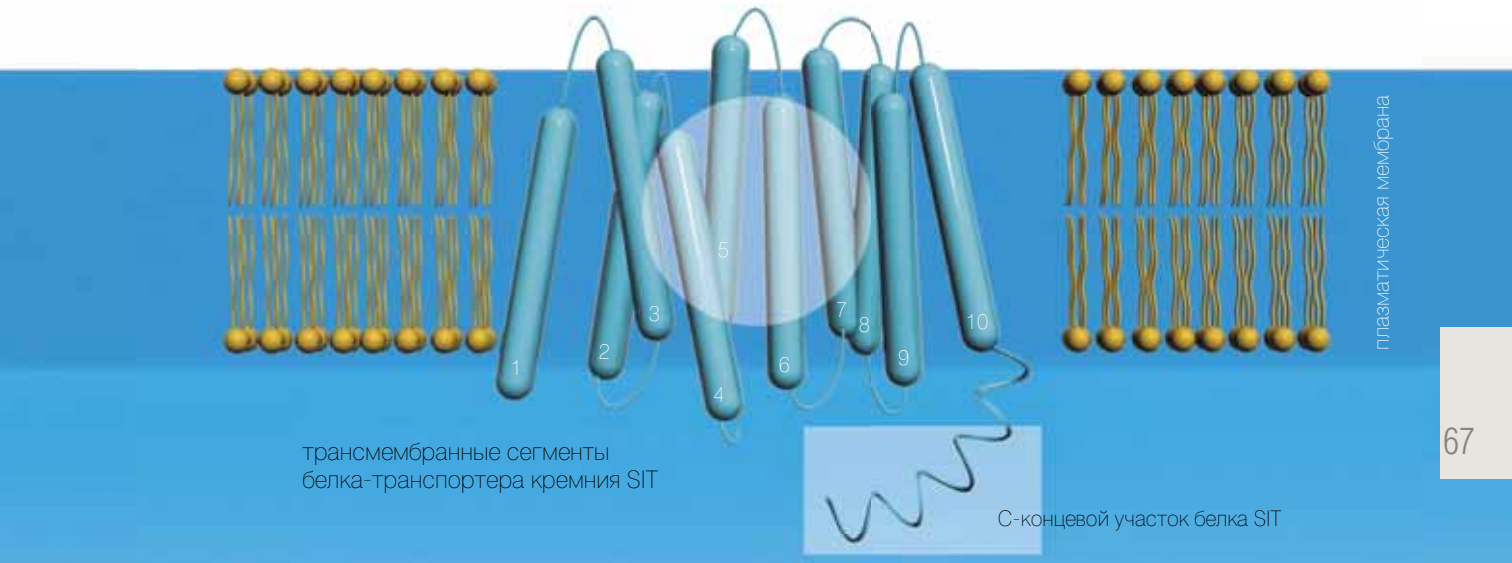
высших растений, которым он обеспечивает жесткость стебля, высокую урожайность и устойчивость к болезням, и для позвоночных, у которых участвует в формировании костей, хрящей, соединительных тканей. Детальное изучение механизмов распознавания, связывания и транспорта кремниевой кислоты у диатомовых водорослей может пролить свет на механизмы участия этого элемента в жизненно важных процессах живых существ.



Кремниевая кислота связывается с глутаминами (Q) мотивов GXQ, расположенных в направленном во внешнюю среду фрагменте белка SIT — в гидрофильной петле между 7-м и 8-м трансмембранными сегментами

Изменение формы белка позволяет глутаминам из внутриклеточной гидрофильной петли между 2-м и 3-м сегментами связать кремниевую кислоту, тем самым продвигая ее внутрь клетки

Стадии транспорта кремниевой кислоты через мембрану клетки с помощью мотива GXQ белка-транспортера кремния (SIT) *(по: Thamatrakoln et al., 2006)*



Белки-транспортеры кремния SIT у диатомовых состоят из десяти пронизывающих плазматическую мембрану сегментов, соединенных гидрофильными петлями. У пеннатных диатомовых *Cylindrotheca fusiformis* и *Nitzschia alba* (у них последовательности SIT полностью расшифрованы) внутриклеточный С-концевой участок формирует особый «суперскрученный» мотив.
Известно, что такие закрученные аминокислотные мотивы участвуют в белок-белковых взаимодействиях. У центрических диатомей *Thalassiosira pseudonana* и *Skeletonema costatum* таких мотивов нет

ДЛЯ НАУКИ И ПРАКТИКИ

Диатомеи и человек

Один из часто задаваемых вопросов: «Есть ли от диатомей какая-нибудь практическая польза?» Сегодня мы можем указать на новые области их применения, однако в виде ископаемых осадков диатомеи давно широко использовались людьми в их обычной жизни и хозяйственной деятельности.

Огромные залежи диатомовых пород найдены на Урале (Россия), на Барбадосе, в Омару (Новая Зеландия) и других регионах. Из многочисленных месторождений самые знаменитые — Ломпок в Калифорнии, где при добыче диатомита сравняли с землей целые горы. Диатомит различается качеством (чистотой) и видовым составом диатомей: морские или пресноводные, створки крупные или мелкие, целые или разрушенные и т. д.

Считается, что и большинство из известных месторождений нефти образовалось при быстром захоронении диатомей и других микроводорослей во время их массового «цветения». Ведь водоросли в качестве запасного вещества содержат масло, которое после их захоронения и по мере накопления осадков трансформируется в нефть

Диатомовые породы обладают ценными характеристиками: большой пористостью, гигроскопичностью, малой теплопроводностью, высокой температурой плавления и т. д. Эти качества определили их использование в самых разных отраслях промышленности.

Структура панциря диатомеи *Arachnoidiscus* с почти идеальной радиальной симметрией была использована при разработке оптимального обода автомобильного колеса. *Фото Р. Кроуфорда*

Наша экскурсия по необъятному миру диатомовых водорослей закончилась. Те, для кого знакомство с ним было первым, могли убедиться в богатстве наших знаний об «овсяных животных», открытых чуть более 300 лет назад. И все же закончить наше «погружение» в глубины микромира хочется словами Х. Г. Эренберга: «Я заканчиваю… чувствуя, что мне не удалось достигнуть дна при описании устройства этих организмов. Извинением может служить лишь то, что на эти исследования я потратил много времени и энергии. Пусть молодые горящие глаза дальше изучают природу и пытаются узнать то, что она скрывает, — не без причин — в темноте и в малости размеров» (1830)

Как строительный материал диатомовые породы применялись еще при сооружении сводов и арок римских построек, при возведении Софийского собора в Константинополе. В наше время из них делают легкие огнеупорные тепло- и звукоизоляционные кирпичи и плиты. Сегодня в России в г. Ульяновске работает комбинат, производящий на основе диатомита теплоизоляционную продукцию для предприятий черной и цветной металлургии, энергетики и строительства: кирпичи, пенодиатомитовую крошку и т. д.

Диатомит часто используют в качестве тонкого абразива (в ювелирном деле, стоматологии, в средствах для полировки автомобилей, в зубной пасте и т. п.), в качестве фильтров в фармакологии, виноделии и пивоварении, при очистке сахарного сиропа, масел, воды... В качестве кремнеземной добавки диатомит входит в состав жидкого стекла, штукатурки, цемента; как инертный наполнитель — в резину, асфальт, краски, в качестве вмещающей основы — в таблетки, порошки и т. д. Однако ископаемые стенки диатомей добавляют не только в такие «мирные» продукты, как стиральные порошки и косметику: А. Нобель использовал диатомит в качестве стабилизатора при производстве динамита, чтобы обеспечить устойчивость взрывающемуся при ударе нитроглицерину.

Известно применение диатомовых пород в медицине и курортном лечении. Диатомит — отличный заменитель перевязочных и дезинфицирующих средств в хирургии (что использовалось в России во время Великой Отечественной войны), при лечении обширных ожогов, дерматозов, экзем, даже костно-суставного туберкулеза. Диатомовые грязи благотворно влияют на кожные нервные окончания.

Живые диатомеи также играют важную роль в глобальной экономике, поскольку используются для производства кормов и получения ценных биохимических продуктов.

Еще одно необычное практическое применение диатомей — в качестве «свидетелей» в криминалистике, когда в деле фигурирует природный водоем. Благодаря строгой приуроченности к определенным местообитаниям, диатомеи, обнаруженные на жертве, могут указать на само место преступления.

Что касается современных технологий, то они могут многое позаимствовать из «архитектурных» достижений диатомовых. Диатомеи представляют собой неисчерпаемый материал для подражания при создании «дырчатых» конструкций, не только прочных, но и легких. Известны примеры создания сооружений по принципу панциря диатомеи — так, эти пропорции, созданные самой природой, были использованы при строительстве опоры одного из берлинских театров на открытом воздухе. Удивительная точность диатомей при создании их кремниевого панциря представляет огромный интерес для нанотехнологий. Но это уже дело завтрашнего дня...

Acetabularia

Еще на заре цитологии, когда Левенгук изобрел микроскоп, именно сложные одноклеточные организмы стали важнейшим предметом фундаментальной науки. Эренберг открыл прекрасный мир диатомей. Дарвин, только прикоснувшись к этому миру, сделал масштабные обобщения. Огромная, обаятельная ацетабулярия позволила Хеммерлингу в ясной форме поставить вопрос о ядерно-цитоплазматических отношениях.

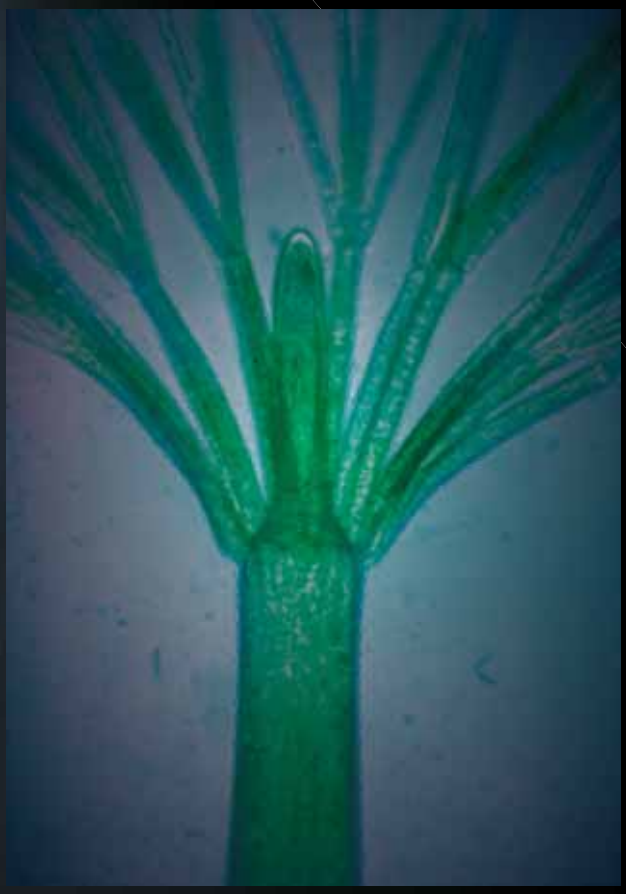
Не знаю, что заставило химика Льва Степановича Сандахчеева обратиться к этой клетке. Возможно, он усомнился в центральной парадигме новой биологии: после открытия в 1953 г. Уотсоном и Криком двойной спирали ДНК ни у кого не осталось сомнений, что управляет клеткой.

Но как же ацетабулярия синтезирует свой зонтик после удаления корешка и спрятанного в нем ядра? Тридцать семь лет тому назад, в 1969 году Сандахчеев начал пионерные исследования судьбы ДНК на уровне одной клетки, обогнав свое время. Позднее он занялся другим — вирусами, создал центр «Вектор». В июне 2006 года его не стало.

Фронт мировой науки продвинулся, нет сомнения, что ацетабулярия скоро станет центром притяжения молекулярной цитологии.

М. А. Грачев

Л. С. Сандахчеев



Ацетабулярия (Acetabularia), зеленая водоросль, распространенная в субтропических морях. Она состоит из ножки (длиной обычно около 5 см) и прикрепленного к ней зонтика. Ацетабулярия представляет собой одну единственную гигантскую клетку с одним ядром в корешке

Редакция благодарит Ольгу Игоревну Андриевскую, Ларису Павловну Наумову и Анатолия Васильевича Пикалова за любезно предоставленные материалы из личных архивов и архива НПО «Вектор»

В. А. ИВАНИСЕНКО, Н. А. КОЛЧАНОВ

ЩИТ ВИРУСА ГРИППА

ИОННЫЙ

Пожалуй, невозможно найти человека, который хотя бы один раз в жизни не болел гриппом. Большинство же из нас поневоле «общается» с этим инфекционным агентом многократно. Об этом свидетельствует и огромное число лекарств, призванных облегчить безобидный только на первый взгляд недуг. Увы, грипп относится к тому ряду болезней, о которых говорят, что ими болеют без лечения 7 дней, с лечением — неделю.

Что же обеспечивает вирусам гриппа такую феноменальную стойкость к лекарственным средствам и атакам нашей иммунной системы? Ответ на этот вопрос, возможно, лежит в прямом смысле на поверхности — на поверхности самого гриппозного вириона…

Геном вируса гриппа, как известно, способен мутировать исключительно высокими темпами благодаря случайным «ошибкам» при тиражировании своей наследственной информации. Частота нуклеотидных замен в его наследственном материале в сотни тысяч раз выше, чем в геноме человека.

Именно эта особенность вируса лежит в основе эффективного механизма, защищающего его от иммунной системы человека, поскольку приводит к появлению таких штаммов, с которыми не могут связываться антитела, ранее наработанные в организме в ответ на инфекцию или вакцинацию. Мутантный штамм поэтому активно размножается до тех пор, пока в организме не будут выработаны новые специфичные антитела.

Молекулярные механизмы, обеспечивающие проникновение вируса внутрь клетки-мишени, до сих пор остаются предметом многих научных исследований. Главная цель последних — помочь в разработке лекарственных препаратов, способных предотвратить инфицирование клетки вирусом. Остановить болезнь на начальной стадии крайне важно — это означает не дать вирусной частице создать армию своих клонов, готовых к заражению других здоровых клеток.

В настоящее время в связи с возможностью новой пандемии гриппа, причиной которой может стать мутированный штамм так называемого птичьего гриппа, исследования вируса гриппа типа А (к нему относится большинство штаммов гриппа млекопитающих и птиц) приобрели еще большую актуальность. Создание новых эффективных средств профилактики и лечения этого заболевания требует глубокого понимания сложных механизмов межмолекулярных взаимодействий, процессов регуляции работы генов как вируса, так и организма хозяина.

Владимир Александрович ИВАНИСЕНКО,
кандидат биологических наук,
руководитель группы компьютерной протеомики и молекулярного дизайна Института цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск)

Николай Александрович КОЛЧАНОВ,
доктор биологических наук.,
член-корреспондент РАН,
зав. лабораторией теоретической генетики, зам. директора Института цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск)

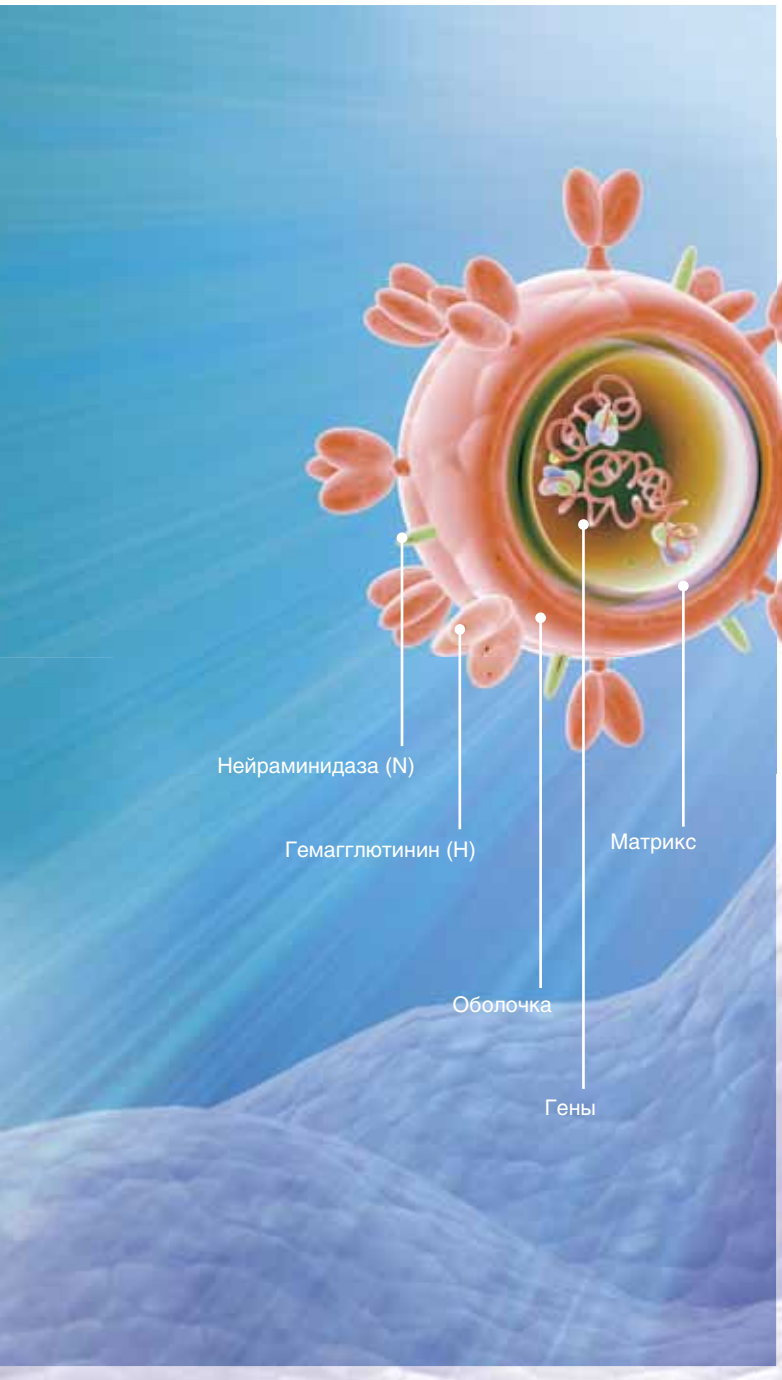
Не только для широкого круга читателей, но и для многих специалистов необычным и малоизвестным подходом в этой области являются методы компьютерного моделирования, позволяющие реконструировать закономерности молекулярной эволюции и проводить своего рода виртуальные «эксперименты» как с отдельно взятыми молекулами, так и с молекулярно-генетическими системами. Благодаря этим методам можно выявить перспективные молекулярные мишени для создания лекарственных препаратов нового поколения против различных вирусных и бактериальных инфекций.

В лаборатории теоретической генетики ИЦиГ СО РАН компьютерные методы и подходы в эволюционной биологии и протеомики (науки о белках) активно развиваются в течение последних 15 лет. Одним из важнейших объектов исследований в настоящее время стал вирус гриппа А, точнее — *гемагглютинин*, один из его поверхностных белков.

Гемагглютинин — «абордажный крюк» вируса

Прежде чем перейти непосредственно к результатам компьютерного моделирования, необходимо ближе познакомиться со строением и «образом жизни» гриппозного вириона, особенно с его структурно-функциональными белковыми структурами.

Генетический материал вируса защищен оболочкой из особого бел-



В центре вириона находится наследственный материал вируса — молекулы РНК и ряд белков, необходимых ему на первых стадиях жизни в клетке хозяина. Поверхностные белки — гемагглютинин и нейраминидаза — отвечают за способность вирусной частицы проникать в клетку. Они же являются своеобразными «маячками» для защитных антител, вырабатываемых иммунной системой инфицированного организма

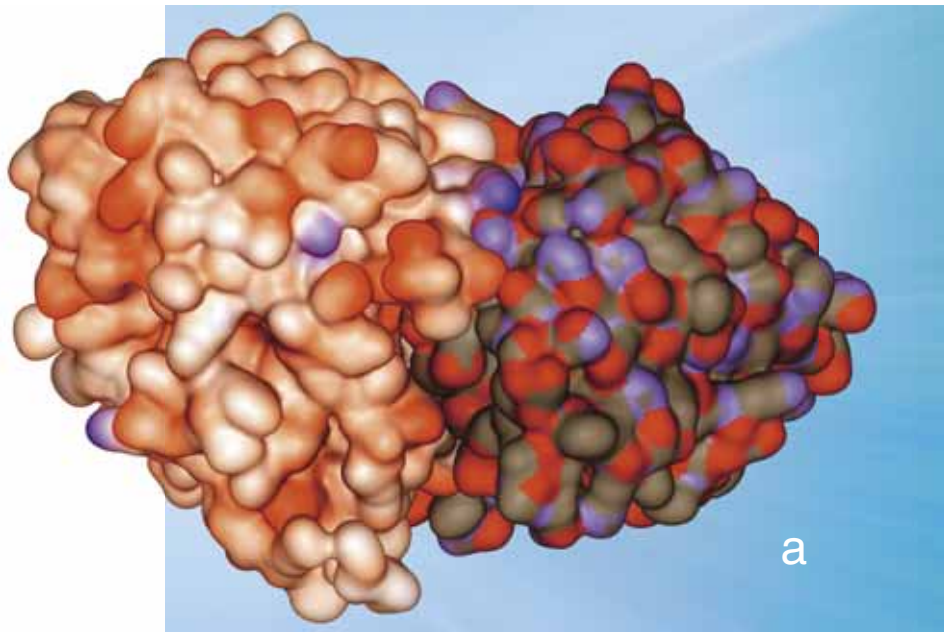
ка, вокруг которой располагается мембрана из липидов (жироподобных веществ). В ней удерживаются молекулы трех белков: *гемагглютинина*, *нейраминидазы* и *белка M2*, формирующего особые *ионные каналы*. При помощи гемагглютинина вирус прикрепляется к клеточной мембране, а нейраминидаза ее разрушает, открывая вирусу путь внутрь клетки. Затем внутри вириона-захватчика благодаря ионным каналам изменяется кислотность среды (pH), чем создаются условия для освобождения генетического материала из вирусной капсулы.

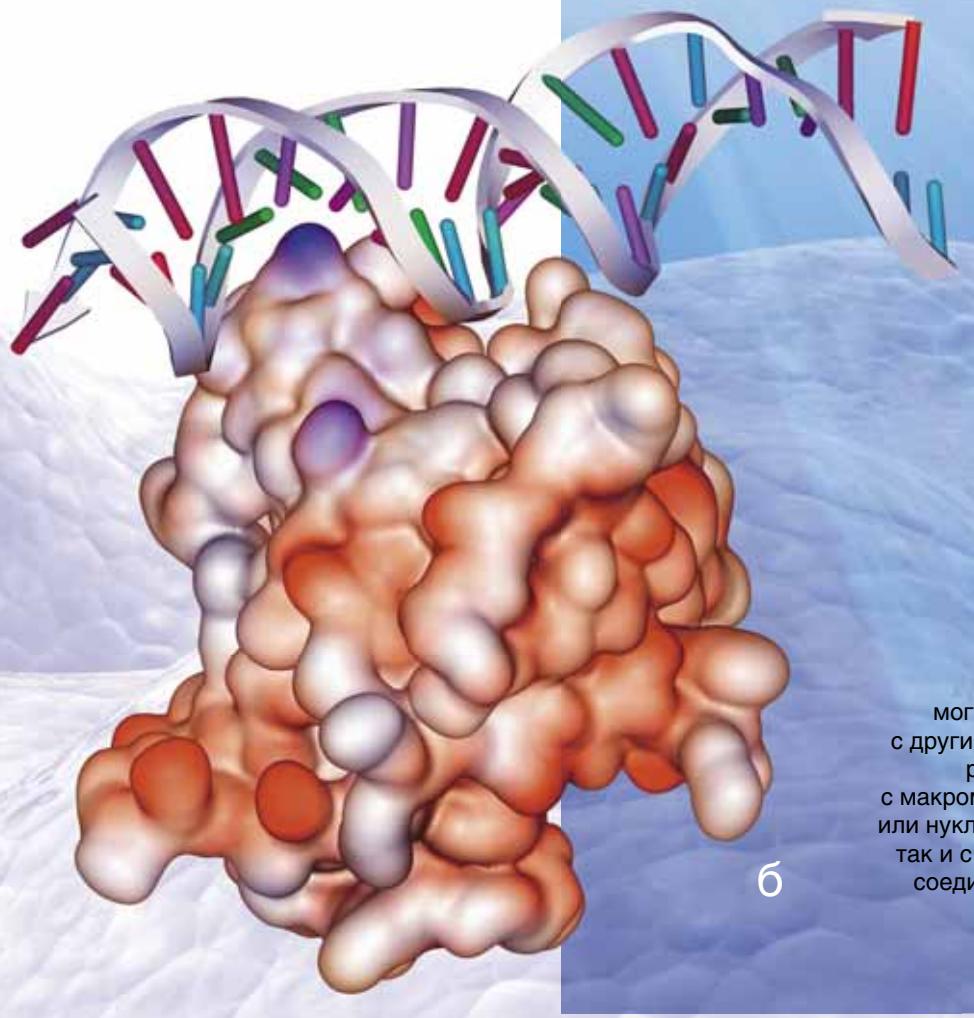
Таким образом, гемагглютинин играет одну из важнейших ролей при инфицировании вирусом клетки-мишени. На поверхности вирусной оболочки он присутствует в виде *тримеров*, т. е. комплексов из трех молекул. Каждая молекула, в свою очередь, состоит из двух субъединиц: одна обеспечивает первичный контакт с клеткой, вторая отвечает за слияние с клеточной мембраной. Процесс слияния также далеко не прост и сопровождается значительными перестройками самой молекулы гемагглютинина, в результате которых из внутренней части глобулы белка высвобождается «спрятанный» там особый пептид слияния.

Для инфицированного организма поверхностные белки вируса, включая гемагглютинин, представляют объект, требующий пристального внимания, поскольку являются *антигенами* — веществами, по которым иммунная система распознает инфекционного интервента. В вирусных белках можно выделить так называемые *антигенные детерминанты* — участки, с которыми предпочтительно связываются антитела, специфические защитные белки иммунной системы. Мутации, вызывающие структурные изменения в подобных местах, т. е. меняющие форму и расположение антигенных детерминант, как раз и приводят к образованию новых вирусных

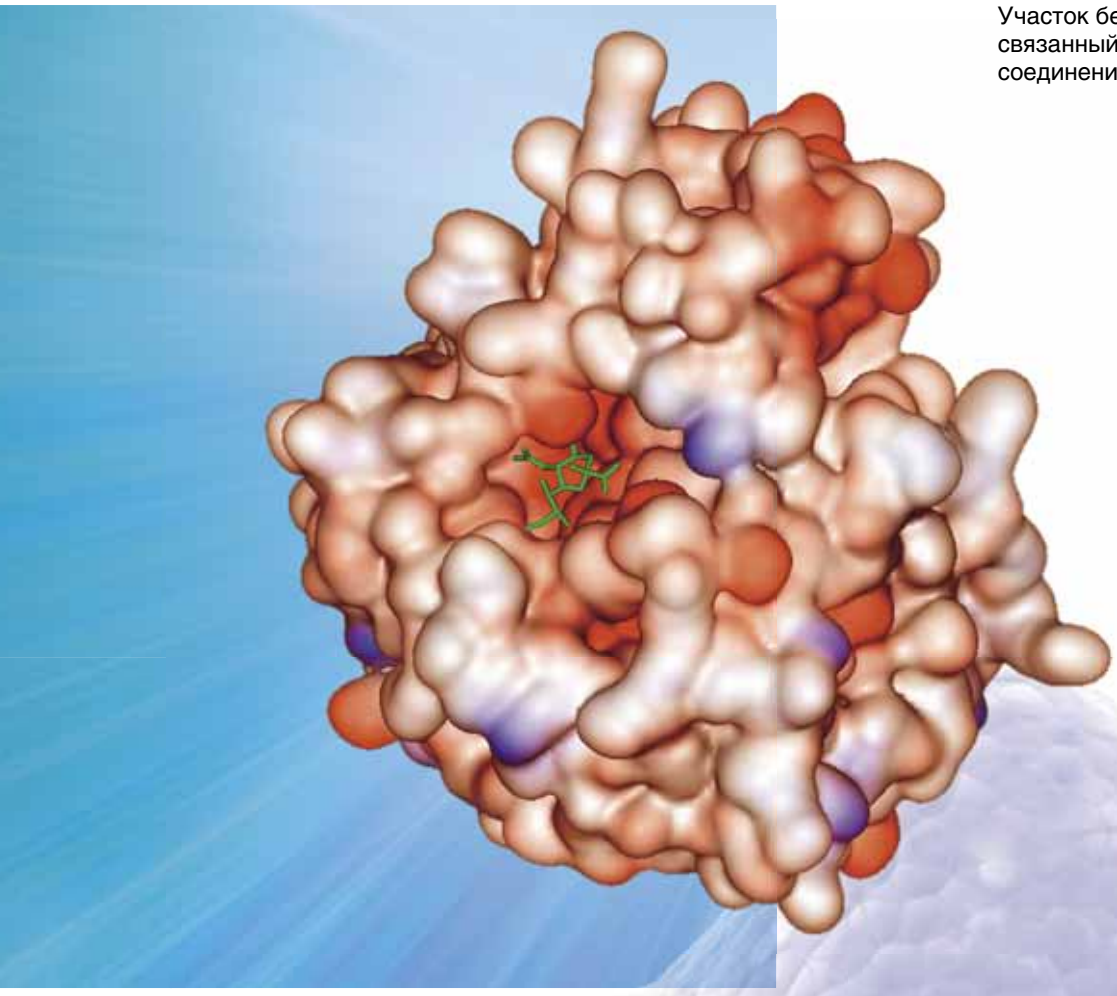
штаммов. Такие вирусы становятся практически «невидимыми» для антител, уже циркулирующих в крови зараженного организма, что делает его безоружным перед нашествием.

Мы предположили, что в ряду мутаций, защищающих вирусные белки от действия антител, помимо структурных могут существовать и другие. Речь идет о том, что в местах антигенных детерминант в результате мутаций появляются участки, с которыми могут связываться *лиганды* – молекулы или ионы, способные образовывать с белком комплексные соединения. В результате антитела инфицированного организма не могут взаимодействовать с подобными хорошо «защищенным» вирусными антиге-





Белковые молекулы могут взаимодействовать с другими молекулами самой разной природы — как с макромолекулами (белки (а) или нуклеиновые кислоты (б)), так и с низкомолекулярными соединениями и ионами, — образуя комплексные соединения



Участок белковой молекулы, связанный с низкомолекулярным соединением

нами. Проверка этой гипотезы была осуществлена с применением разработанных в нашей лаборатории компьютерных методов молекулярного моделирования.

Что увидел компьютер

В принципе белковые молекулы могут взаимодействовать с другими молекулами самой разной природы: с макромолекулами, в числе которых могут быть белки или нуклеиновые кислоты, носители генетической информации; с низкомолекулярными соединениями; а также с различными ионами. И в этом смысле белки вирусов ничем не отличаются от белков других живых организмов, в том числе человека.

Подобные универсальные взаимодействия лежат в основе метаболических путей, транспортных молекулярных потоков, путей передачи сигналов... На поверхности белков находятся специальные места «посадки» молекул-лигандов — *функциональные сайты,* — которые своей уникальной структурой и обеспечивают специфическое связывание с этими молекулами.

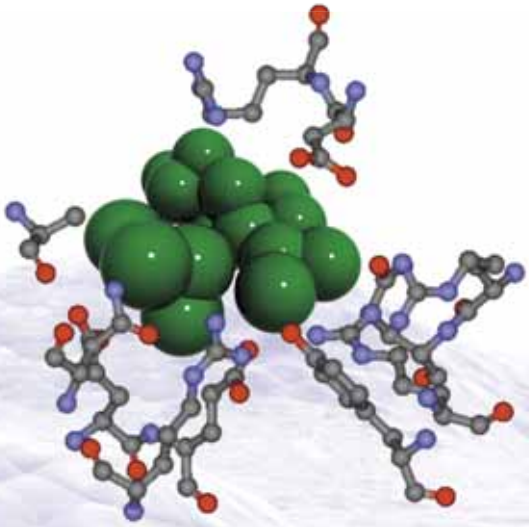
А теперь давайте вернемся к нашему «герою» — гемагглютинину — и посмотрим результаты компьютерного анализа. Прежде всего отметим, что поверхность гемагглютинина в отличие от других белков в высокой степени обогащена местами посадки различных ионов. Более того — на ней присутствует большое число потенциальных мест такой посадки, которые могут превратиться в «действующие» сайты связывания уже в результате одиночной мутации, т. е. замены всего лишь одной пары нуклеотидов!

Возможно, именно эти свойства гемагглютинина позволяют вирусу гриппа с легкостью ускользать от нашей иммунной системы, обеспечивая его высокую эпидемичность. Аргументом в пользу этого соображения является тот факт, что выявленные участки связывания ионов практически перекрываются с участками расположения антигенных детерминант.

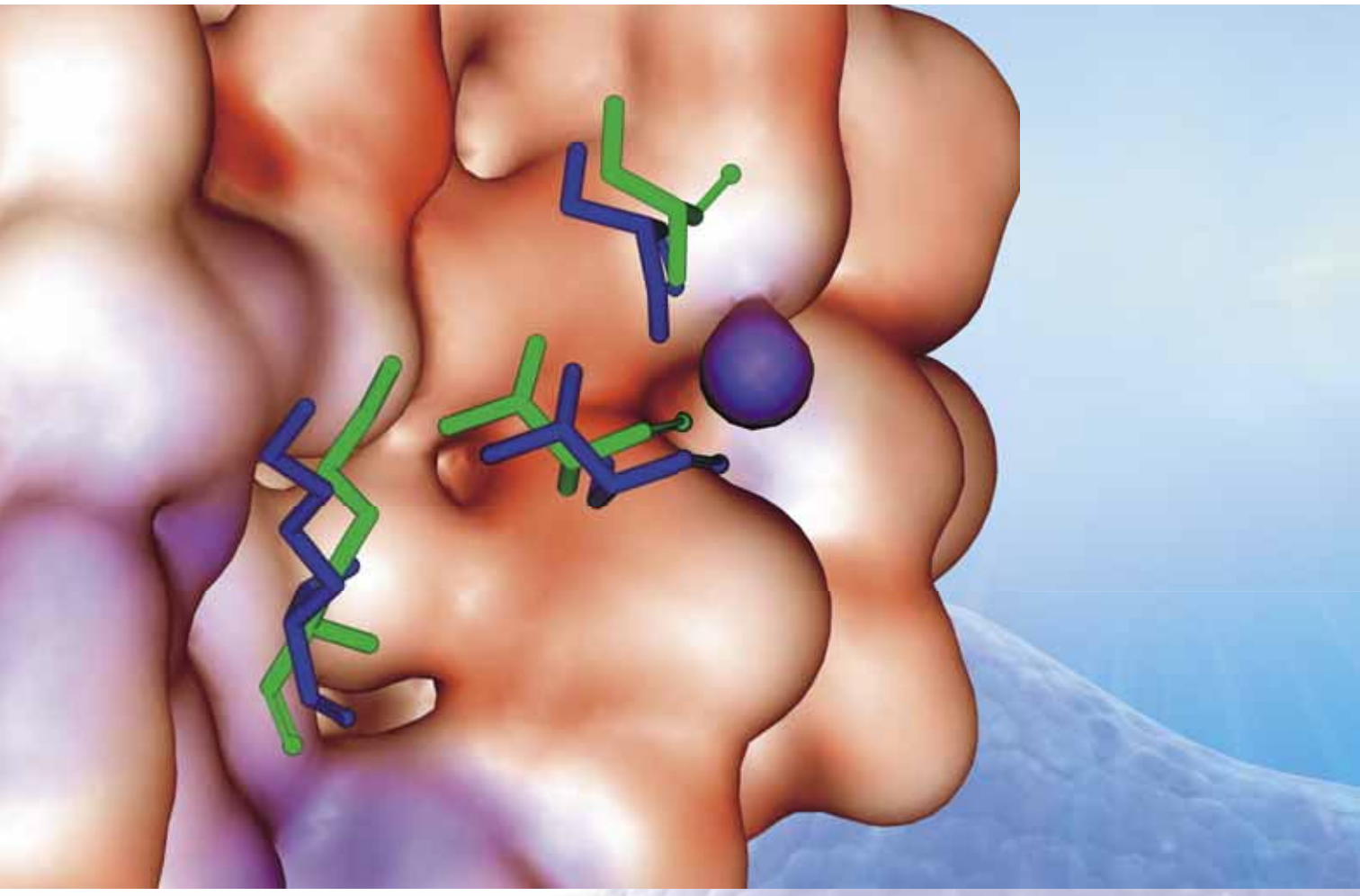
Как известно, антитела, выработанные в результате иммунного ответа на инфекцию, связываются с

Группа компьютерной протеомики и молекулярного дизайна: слева направо — к. ф.-м. н. Э. С. Фомин, аспиранты Е. Э. Аман, П. С. Деменков, С. С. Пинтус

В лаборатории теоретической генетики ИЦиГ СО РАН создана база данных (PDBSite), содержащая информацию о пространственных структурах более чем 30 тыс. различных функциональных участков (сайтов) белков, включая каталитические центры ферментов, сайты взаимодействий белок–белок, белок–ДНК/РНК, белок–лекарственные препараты и т. д. В базе в удобном для поиска и использования виде хранятся данные о физико-химических, структурных и эволюционных характеристиках этих сайтов, полученные с помощью компьютерного анализа экспериментально расшифрованных комплексов. Эти сведения успешно используются для распознавания функциональных сайтов в пространственных структурах малоизученных белков путем определения их структурного сходства с известными. Например, в результате анализа структуры гемагглютинина — поверхностного белка вируса гриппа — выяснилось, что один из его участков схож с сайтом связывания сульфат-иона (SO_4), что свидетельствует о потенциальной способности этого белка связываться в этом участке с сульфат-ионом



Пример «экстрагированного» из белка сайта связывания белка с низкомолекулярным лигандом, информация о котором заносится в базу данных PDBSite



Распознавание сайта связывания иона SO_4 в пространственной структуре гемагглютинина, поверхностного белка вируса гриппа А, выполненное программой PDBSiteScan

антигенными детерминантами, что приводит к нейтрализации вирусных частиц и их дальнейшему разрушению под действием иммунной системы. Очевидно, что связывание иона с антигенной детерминантой будет препятствовать образованию устойчивого комплекса антиген–антитело, в результате чего вирус будет «щитом» отгорожен от воздействия иммунной системы.

Подтверждением нашей гипотезы «ионного щита» вируса гриппа стала еще одна особенность, которую удалось обнаружить у гемагглютинина: предполагаемые сайты связывания ионов на его молекуле совпадают с уже известными участками, отвечающими за адаптивную молекулярную эволюцию этого белка.

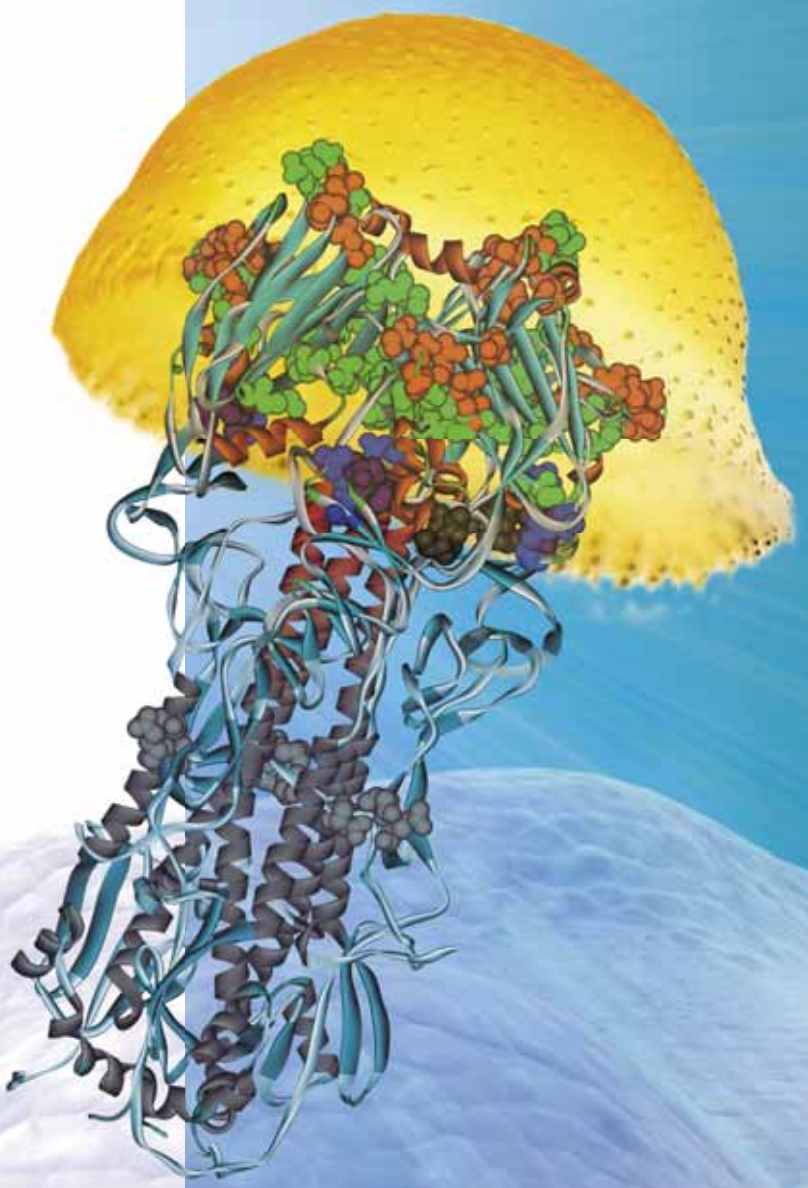
Адаптивными обычно считаются такие мутации, которые повышают приспособленность несущего их организма. И действительно, мутации, повреждающие антигенные детерминанты, являются для вируса гриппа адаптивными. Одним из основных механизмов адаптивной эволюции поверхностного белка вируса гриппа, очевидно, как раз и является возникновение сайтов связывания ионов в этих важнейших для воспроизводства и выживания вируса участках.

Результаты исследования недвусмысленно свидетельствуют, что новое поколение вакцин для нейтрализации вируса гриппа должно конструироваться с учетом возможного связывания ионов с поверхностным вирусным белком — крайне простого и эффективного механизма защиты вируса, основанного на

результатах одиночных мутационных событий. Нельзя не учитывать и другие возможные последствия формирования «ионного щита»: например, заряженные частицы на поверхности вируса могут облегчать его слияние с клеточной мембраной и проникновение в клетку.

Высказанные нами предположения, позволившие сформировать новый взгляд на проблему механизмов защиты вирусов от атаки иммунной системы организма-хозяина, а также обнаружить новых молекулярных участников, задействованных в процессе проникновения вируса внутрь клетки, безусловно, требуют дальнейшего анализа и экспериментальной проверки.

Однако то, что ионы могут быть важными факторами, регулирующими жизненный цикл вируса гриппа, уже не вызывает сомнения. Как и то, что исследования подобных молекулярных механизмов будут содействовать открытию новых фармакологических мишеней и созданию эффективных вакцин и лекарственных препаратов.



В пространственной структуре поверхностного белка вируса гриппа обнаружено множество сайтов связывания различных ионов (а также потенциальных мест такой посадки), благодаря чему вокруг вируса может формироваться своеобразный ионный щит, защищающий его от атак иммунной системы

В.В. ВЛАСОВ

ЧТО ДЕЛАТЬ?

Россия перед возможной пандемией

Василий Викторович ВЛАСОВ, доктор медицинских наук, профессор, специалист-эпидемиолог. Директор Российского отделения Кокрановского сотрудничества (Москва) — международной организации исследователей, поставивших своей целью отыскивать и обобщать результаты клинических испытаний всех лечебных вмешательств (www.cochrane.org)

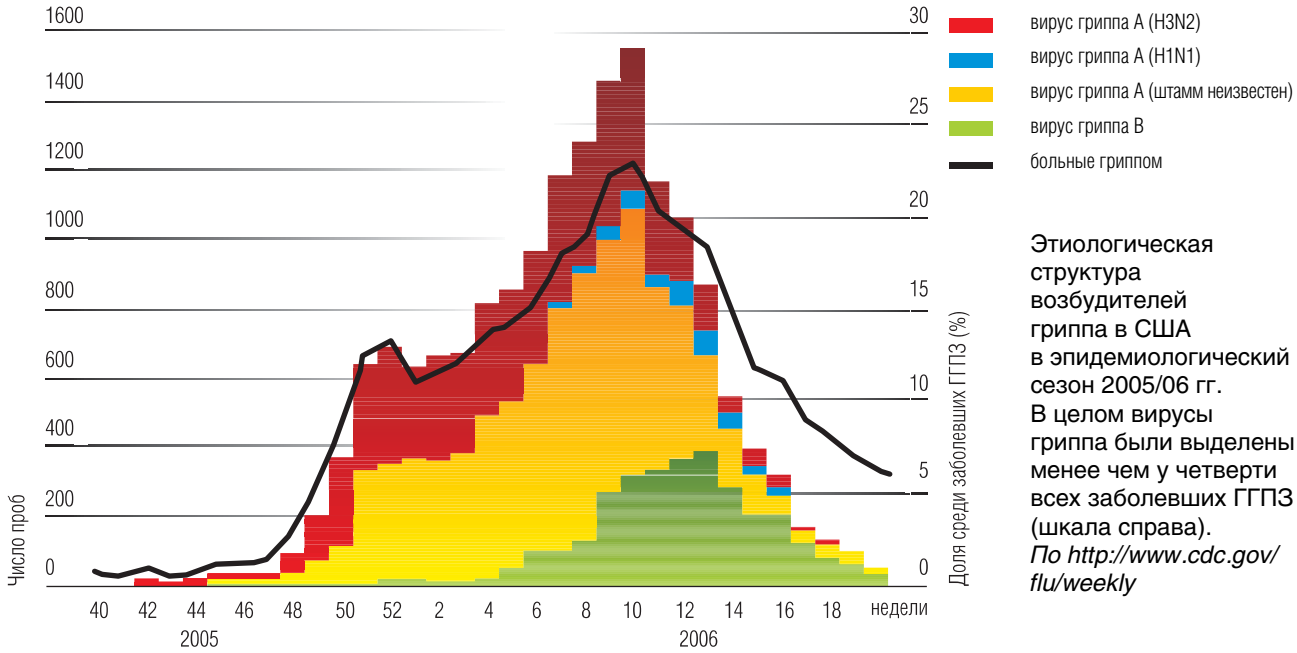
В мае этого года Всемирная организация здравоохранения, по поручению ООН руководящая подготовкой к возможной пандемии гриппа, объявила о возникновении в Индонезии опасной ситуации, когда случаи заболевания «птичьим гриппом» были зафиксированы внутри одной семьи. Этот факт вызвал резонные опасения, что вирус гриппа обзавелся способностью передаваться от человека к человеку, а не только от птицы к человеку, как было ранее. Все компетентные в этом вопросе люди замерли в ожидании сообщений о новых случаях заражения. И тут в дело вмешался совсем уж непредвиденный случай — землетрясение. Ситуация сложилась критическая: связь нарушена, информация не поступает... Кто знает — может быть, вслед за гибелью тысяч людей от стихийного бедствия на страну надвигается не менее смертоносная эпидемия? К счастью, в этот раз природа оказалась к людям не настолько жестокой. Тем не менее грипп попрежнему продолжает спорадически передаваться от птиц к людям, число заболевших во всем мире продолжает медленно, но неуклонно расти... В Индонезии на 4 июля этого года подтверждено 52 случая заболевания «птичьим гриппом», 40 из которых закончились смертью инфицированных.

Боремся с ГГПЗ... Безуспешно...

Поскольку грипп и так называемые *гриппоподобные заболевания* (ГГПЗ) поражают человека чаще других болезней, у пациентов и врачей существует иллюзия, что эти болезни можно успешно предотвращать и лечить. Она поддерживается присутствием на рынке сотен продуктов, рекламируемых как профилактические и лечебные. Но насколько велик эффект от применения этих средств?

Например, какова эффективность вакцинации против ГГПЗ — средства, признаваемого сегодня наиболее действенным? Оказывается, что в годы, когда массовая заболеваемость отсутствует, вакцинация практически не уменьшает вероятность «подцепить» простудное заболевание. У взрослых людей эта вероятность снижается менее чем на 10%, т.е. на величину, которая современными методами выявляется с трудом. Причина проста: в эти годы заболевания вызываются разными возбудителями, поэтому вакцина, направленная только против двух-трех из них, в большинстве случаев не работает. По понятным причинам преобладающие в конкретном сезоне возбудители становятся известны слишком поздно...

Иногда можно встретить и другие сведения: снижение заболеваемости в результате вакцинации на 50 и даже 80%. Такие цифры, как ни странно, соответствуют истине, однако они получаются, если при расчете учитывать не всех заболевших, а переболевших конкретным видом гриппа. Например, будем считать, что среди каждых 100 больных ГГПЗ гриппом определенного типа в среднем болеют десять человек. При 50%-й защите вакциной



Этиологическая структура возбудителей гриппа в США в эпидемиологический сезон 2005/06 гг. В целом вирусы гриппа были выделены менее чем у четверти всех заболевших ГГПЗ (шкала справа). *По http://www.cdc.gov/flu/weekly*

заболеют лишь пятеро, однако на 100 пациентов это и составит всего 5%. Подобные цифры представляют интерес не столько для пациентов, сколько для ученых, поскольку дают возможность предсказать эффект вакцинации при эпидемии.

Нужно отметить, что у людей, проживающих в домах для престарелых, эффективность вакцинации несколько выше — до 25%, поскольку возбудители инфекции там более однородны. Важно еще и то, что при вакцинации снижается частота осложнений, о которой будет говориться ниже. Однако вцелом мы вынуждены разочаровать людей трудоспособного возраста, которых привлекает возможность если и не заболеть зимой, то хотя бы быстро поправиться благодаря вакцинации: у привитых заболевания ГГПЗ протекают короче на ускользающе малую величину — в среднем на 0,4 дня.

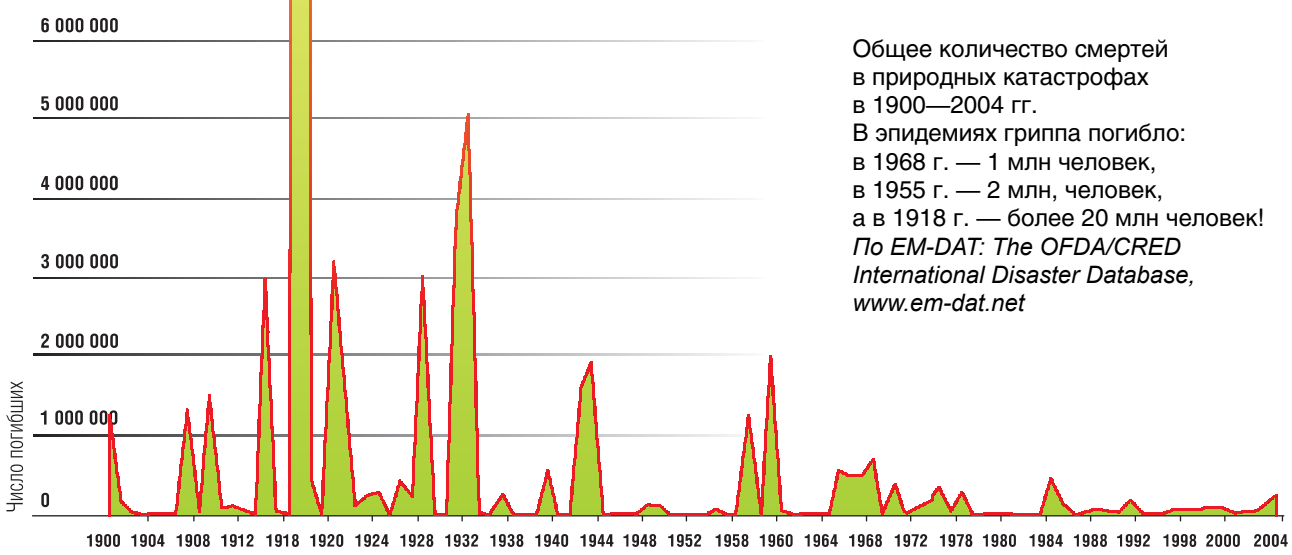
С препаратами для химиотерапии гриппа ситуация не лучше. Наиболее известные и распространенные средства — адамантаны (римантадин, амантадин) – помогают от гриппа типа А, к которому относятся более 90% циркулирующих вирусов (подробнее про классификацию вирусов гриппа см.: *Наука из первых рук*, 2006, № 3(9)). Новые препараты, к которым относятся занамивир и оселтамивир (содержащие так называемые ИН — *ингибиторы нейраминидаз*ы, поверхностного белка вируса), — от гриппа А и В. Но насколько они помогают? Если начать принимать эти средства в первые 48 часов от появления симптомов, длительность симптоматического периода укорачивается всего на один день. При этом побочные эффекты таковы, что каждый третий прерывает лечение.

Беда в том, что даже эти слабые, немногочисленные специфические средства быстро утрачивают эффективность. В 2003—2004 гг. примерно 10% всех известных штаммов вируса гриппа А были устойчивы к адамантанам. По данным же исследования 2005–2006 гг., подобная устойчивость обнаружена у девяти из десяти циркулирующих в США штаммов! С ИН-препаратами ситуация несколько лучше: в тех же США устойчивость к ним встречается редко, но и стоят они в 100 раз дороже. В январе этого года там рекомендовано прекратить использование адамантанов, а ИН применять только в особых случаях.

На российском рынке присутствует еще масса лекарств для лечения гриппа вроде арбидола, афлубина, грипферона, имунофана и т.п. Поскольку они, как правило, разрешены к использованию в медицинских целях без проведения специальных «слепых» рандомизированных контролируемых испытаний (РКИ), эффект от их применения неизвестен. Народные симптоматические средства вроде горячего питья с медом, малиновым вареньем, отвары трав действительно могут уменьшить отек слизистых и временно улучшить самочувствие. Однако в прямом смысле их нельзя отнести к средствам специфического лечения. Про некоторые подобные средства — вроде известного еще из Ветхого Завета насыщенного куриного бульона — мы знаем столько же, сколько и наши праотцы: научных исследований эффективности лечения ими не проводилось.

37 лет без пандемии

Несмотря на то что ГГПЗ проходят обычно самопроизвольно, без лечения, у части заболевших возникают осложнения. Прежде всего



Общее количество смертей в природных катастрофах в 1900—2004 гг.
В эпидемиях гриппа погибло:
в 1968 г. — 1 млн человек,
в 1955 г. — 2 млн, человек,
а в 1918 г. — более 20 млн человек!
По EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database, www.em-dat.net

Картины гениального австрийского художника-модерниста Эгона Шиле, умершего в 28 лет от испанки вслед за своей беременной женой, словно несут на себе отпечаток будущего трагического конца мастера

Современные варианты вируса гриппа птиц передаются людям при тесном контакте с больной птицей, вызывая у них тяжелое заболевание. Пока вирус не способен передаваться от человека к человеку. Возникнет ли у него эта способность, или будущую эпидемию вызовет другой вирус — неизвестно. Можно лишь предполагать, что раньше или позже это должно случиться

пневмонии, протекающие не обязательно тяжело, но ввиду большого числа больных «снимающие» немалый смертельный «урожай» (доля погибших от числа заболевших составляет 0,04 %). Это немного при прогнозировании исхода отдельного случая, но впечатляет в мировом масштабе. Поскольку обычно ГГПЗ заболевают около 20 % жителей планеты (1,2 млрд) в год, то в целом от осложнений в мире ежегодно умирает более 500 тыс. человек!

В эпидемиях гриппа погибает еще больше. При исследованиях захороненных в вечной мерзлоте тел людей, погибших от «испанки» в 1918 г., удалось достаточно надежно установить, что эпидемию вызвал один из штаммов вируса гриппа типа А. В ту эпидемию погибло более 20 млн человек при предполагаемой летальности 2—3 %. Если подобная эпидемия повторится, то погибнет около 70 млн человек, причем огромное число людей заболеет в очень короткий срок — в течение нескольких месяцев, а поскольку медицинские работники находятся в наиболее интенсивном контакте с больными, они и пострадают более других. Система здравоохранения будет не только перегружена, но и ослаблена.

Насколько оправданы подобные прогнозы? Как известно, интервалы между пандемиями гриппа в XX в. составляли от 10 до 42 лет. Последний длится уже 37 лет — за это время родилось почти два поколения. Поэтому даже если новый пандемичный вирус будет очень похож на предыдущий, все равно к нему будет иметь высокую восприимчивость большая часть населения планеты.

Три года назад человечество уже испугалось, когда были обнаружены случаи «атипичной» пневмонии, распространяющейся из Индокитая. Было установлено, что болезнь, названная *тяжелым острым респираторным синдромом* (ТОРС, или SARS), вызывается вирусом и протекает тяжело, с летальностью около 10 %. Однако через какое-то время благодаря принятым мерам по ограничению передвижения и изоляции контактных лиц распространение ТОРС угасло. Правда, некоторые врачи отрицают клиническую реальность этого тяжелого заболевания, считая его простым порождением прогресса в лабораторной диагностике. Действительно, этиологическая структура пневмоний пестра, а протекают они нередко тяжело. Например, только в США каждый год госпитализируется с осложнениями после гриппа около 200 тыс. человек, а умирает от них (преимущественно от пневмоний) 36 тыс. заболевших.

Привычные нам марлевые повязки — ненадежная защита от будущего пандемичного вируса

Удар ТОРС обратил внимание человечества на его неготовность к новой пандемии гриппа — в известном смысле оно столь же беззащитно, как и в 1918 г. Безусловно, сейчас есть система наблюдения за вирусами, пробы тканей ежедневно доставляются в лаборатории Америки и Европы. Компьютерные системы следят за результатами анализов, в течение минут делая их достоянием всех включенных в мировую сеть специалистов. При появлении нового вируса производители вакцин немедленно приступают к разработке соответствующей вакцины. Радужную картину портит одно — система эта недостаточно быстра по сравнению с возможной скоростью распространения эпидемии. Период от выявления первых больных до идентификации вируса равен 8—12 дням. За это время вирус может распространиться так широко, что его нельзя будет остановить. И совсем не обязательно, что мутантный штамм вируса возникнет только в одном месте или из того штамма «птичьего гриппа» (H5N1), к которому сегодня привлечено всеобщее внимание.

К сожалению, вакцины против гриппа создают лишь несколько крупных производителей — более 95 % производств находится в пяти странах. Вот почему система очень уязвима. Кроме того, такая вакцина при существующих условиях появится не ранее, чем через полгода, причем в количестве, катастрофически недостаточном для вакцинации населения даже самих стран-производителей.

Стратегическая подготовка

Итак, за полгода вирус может захватить весь мир и снять свой печальный урожай. Мировая экономика пострадает, финансы переместятся в безопасные зоны, проблемы бедных стран, которые больше всех пострадают от вируса, усугубятся... Закрытие границ больно ударит по экономике всех государств, не исключая Россию. Возникает сакраментальный вопрос: что делать? Правительства многих стран взялись за стратегическую подготовку к вероятной пандемии тяжелого гриппа, возникновение которой видится многим как естественное продолжение нынешней эпидемии птичьей инфекции.

До возникновения последней эпидемии международная ветеринарная организация не рекомендовала прививать домашнюю птицу от гриппа, поскольку предполагается, что это может ускорить мутацию вируса. Теперь есть лишь предостережение тем странам, которые проводят или планируют вакцинацию. Поскольку заражение людей от птиц приводит к тяжелым последствиям, а уничтожение огромного поголовья птицы и ограничения на ее транспортировку и продажу приводят к огромным убыткам, ряд стран решились на вакцинацию в надежде на то, что если прервать передачу вируса у домашних птиц, то в дикой природе он исчезнет сам. Из всех возможных исходов очевиден лишь один — огромные расходы на вакцинацию. Добавим, что пока эффективность вакцинации доказана только для кур, для прочих же пернатых вакцины или нет, или она малоэффективна.

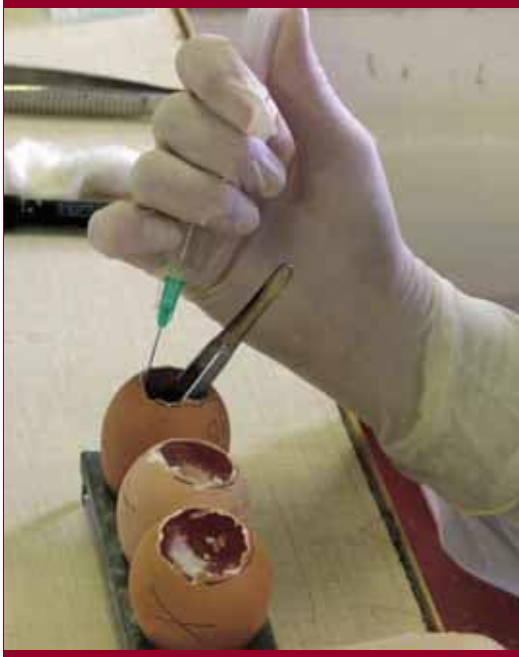
Естественно, в ситуации ажиотажа «оживляются» мошенники: подозрительными вакцинами торгуют не только в русской деревне — в США более тысячи сотрудников одной крупной компании были привиты от гриппа... дистиллированной водой! Неуправляемый страх может привести и к худшему. При координации специализированных организаций ООН была разработана стратегия, состоящая в раннем выявлении инфекции, оперативной передаче информации и сдерживании распространения инфекции, пока вакцина не будет наработана в нужном количестве.

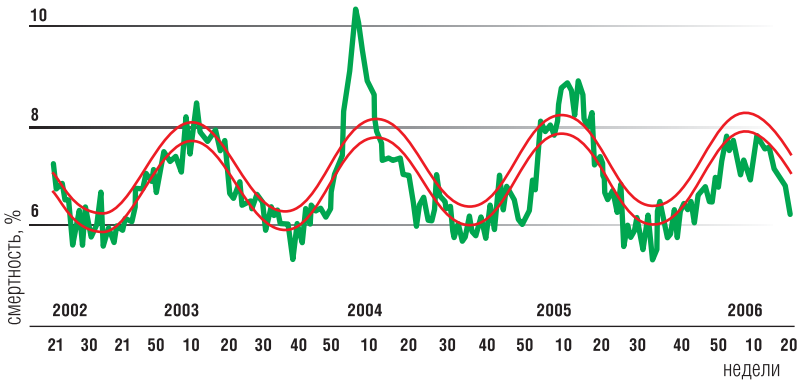
Производители вакцин срочно разрабатывают и представляют к одобрению в США и Европе новую технологию, которая будет «быстрее» по сравнению с обычной. Крупные европейские и американские производители создали объединение, к которому присоединяются многие малые производители и с которым начали активно сотрудничать правительства. К сожалению, этого нельзя сказать о российском правительстве или о российских производителях, которые ни количественно, ни качественно не обеспечивают потребности страны даже в обычных условиях (вспомним об эпидемии «русского гриппа», вызванной нашей противогриппозной вакциной в не столь давние годы). Это внушает серьезные опасения, поскольку от обеспеченности вакциной будет зависеть жизнь миллионов российских граждан. Решение проблемы вакцинации от гриппа в рамках стратегической подготовки к пандемии нельзя отдавать на волю рынка, как и ограничиваться поддержкой производителей небольшими грантами.

Нет сомнений, что полностью локализовать новую инфекцию на ограниченной территории не удастся. Все организации, в последние годы занимающиеся стратегической подготовкой к пандемии, предполагают, что можно будет лишь замедлить распространение инфекции путем изоляции больных дома. Чтобы минимизировать смертность, заболевших предполагается изолировать вместе с семьями. Все они по почте должны будут получить антивирусные средства и принимать их как профилактические. Для этой цели создаются стратегические запасы необходимых препаратов, разрабатывается тактика их длительного сохранения с расфасовкой по мере возникновения потребности.

Многие страны по этим вопросам активно сотрудничают со специально созданной организацией производителей противовирусных препаратов. Поскольку не приходится надеяться, что в «час Х» времени будет достаточно для наработки нужного количества своими силами, производители лицензируют производство препа-

Россия нужна миру для подготовки к пандемии так же, как мир нужен России. Ни у одной страны или отдельной организации не хватит средств для того, чтобы успешно противостоять этой угрозе





Доля умерших от гриппа и пневмонии среди всех смертельных исходов в 122 городах США. Нижняя кривая — средняя многолетняя величина; верхняя — «эпидемический порог», при превышении которого признается эпидемия.
Как видно из графика, в сезон 2005/06 гг. эпидемии не возникло. На этот раз человечеству повезло...
По http://www.cdc.gov/flu/weekly

ратов, создают цепи производств, повышающие производительность процесса на международном уровне. К сожалению, Россия не участвует и в этом важном деле, несмотря на то что ВОЗ распространила всю необходимую информации о плане готовности к пандемии гриппа, в том числе на русском языке*. Правда, последние события — вынесение Россией в документы встречи «большой восьмерки» отдельных мероприятий по подготовке к пандемии — дает некоторые основания надеяться на позитивные изменения в будущем.

Сколько в России аппаратов ИВЛ?

По косвенным данным, российское правительство готовится к закупкам противовирусных препаратов. Между тем в стране практически нет соответствующего производства: отечественные производители предлагают расфасованные на наших фабриках китайский римантадин и другие подобные малоэффективные средства. Однако даже если правительство проведет тендеры на закупку ИН-препаратов, более эффективных против гриппа, это не будет выходом из ситуации. Дело в том, что, хотя ИН-препараты и сокращают симптоматический период и снижают частоту осложнений, они не уменьшают заразности больного. Более того: в случаях заболевания гриппом штамма H5N1 в Азии была зафиксирована высокая устойчивость к ИН. Какова будет устойчивость будущего пандемичного вируса, не знает никто.

В соответствии со стратегией сдерживания пандемии рассматриваются все возможные действия. В ряде стран идет подготовка к использованию гражданами и медицинскими работниками лицевых масок — не привычных для нас марлевых повязок, эффективность которых низка, а специальных масок N95, чья эффективность для защиты от респираторной инфекции на основании лабораторных испытаний предполагается высокой, хотя никогда и не испытывалась в «полевых» условиях. В странах Европы уже складированы миллиарды таких масок для защиты медицинских работников и граждан в условиях пандемии. В России они тоже есть на рынке, но большинство врачей, медсестер и фармацевтов их даже не видели.

Создаются резервные изолированные инфекционные койки, обеспеченные аппаратами искусственной вентиляции легких (ИВЛ). В одном только Сингапуре для этих целей уже подготовлено 1400 коек. А как вы думаете, сколько у нас в больницах аппаратов ИВЛ помимо тех, что ежедневно задействованы при наркозах и интенсивной терапии? Между тем отсутствие резервных аппаратов ИВЛ означает смерть для 5—10 % больных, которые будут госпитализированы с тяжелым гриппом в период пандемии.

Подготовка к пандемии требует и стратегического планирования работы медицинских служб. Так, в результате недавно проведенного в США исследования было установлено, что при возникновении угрозы пандемии около половины работников служб здравоохранения не выйдут на работу. И не только потому, что больницы представляют собой места с самой высокой вероятностью заразиться, но и из-за закрытия детских дошкольных и школьных учебных заведений. А если учесть, что больничные работники будут заболевать и, увы, умирать чаще других, нужно готовиться к настоящей организационной катастрофе в здравоохранении. Нужны не только детально проработанные планы, но и настоящие полномасштабные учения с участием медицинских работников, в первую очередь нацеленные на отработку взаимодействия всех структур на муниципальном, региональном и национальном уровнях.

К сожалению, в России до последнего времени основной акцент ставится на предупреждении распространения гриппа птиц, но эти, безусловно, необходимые действия никак не заменяют подготовку к пандемии, которую может вызвать иной, измененный вирус. Однако на совещании экспертов всего мира по вопросу о перспективе использования производственных мощностей, специализирующихся на вакцине

для животных в целях производства вакцины для людей, которое прошло в Женеве в апреле 2006 г., русских представителей не было. Как, кстати, и на всех других совещаниях по подготовке к пандемии.

Правительством России в марте 2006 г. рассматривался вопрос «Об участии РФ в усилиях мирового сообщества, направленных на борьбу с гриппом, включая грипп птицы». Руководителем правительственного штаба по борьбе с «птичьим гриппом» был назначен вице-премьер Д. Медведев. Это вселяло надежды на то, что правительство перейдет к стратегической подготовке страны, и в первую очередь ее системы здравоохранения, к возможной пандемии, подготовка каждого медицинского работника, руководителя области и муниципалитета.

Однако прошли месяцы, но ситуация в России практически не изменилась. Хотя сейчас как никогда очевидно, что пара противочумных костюмов не смогут защитить персонал лечебного учреждения и его пациентов — требуется государственная программа, предусматривающая участие всех граждан. Нельзя полагаться на русское «авось». В то время как лидер большинства в Конгрессе США назвал подготовку к пандемии гриппа «Манхэттенским проектом XX века» (аналогично проекту создания первой атомной бомбы, к которому были привлечены беспрецедентно огромные интеллектуальные, материальные и промышленные ресурсы), наша страна, выражаясь образно, опять планирует «мобилизацию гужевых повозок и почтовых голубей у населения» (так обстояло дело перед Второй мировой войной!). Похоже, история ничему нас не научила...

Литература

1. *Jefferson T., Smith S., Demicheli V., Harnden A., Rivetti A., Di PC. Assessment of the efficacy and effectiveness of influenza vaccines in healthy children: systematic review. Lancet 2005; 365(9461):773-780.*

2. *Jefferson T., Rivetti D., Rivetti A., Rudin M., Di PC, Demicheli V. Efficacy and effectiveness of influenza vaccines in elderly people: a systematic review. Lancet 2005; 366(9492):1165-1174.*

3. *Jefferson T., Smith S., Demicheli V., Harnden A., Rivetti A. Safety of influenza vaccines in children. Lancet 2005; 366(9488):803-804.*

4. *Jefferson T., Demicheli V., Rivetti D., Jones M., Di PC, Rivetti A. Antivirals for influenza in healthy adults: systematic review. Lancet 2006; 367(9507):303-313.*

5. *Bright R.A., Shay D.K., Shu B., Cox N.J., Klimov A.I. Adamantane resistance among influenza A viruses isolated early during the 2005-2006 influenza season in the United States. JAMA 2006; 295(8):891-894.*

* http://www.euro.who.int/document/E88206.pdf

Сотрудница отдела зоонозных инфекций и гриппа ФГУН ГНЦ Вирусологии и биотехнологии «Вектор» (Новосибирск) демонстрирует защитный костюм. *Фото А. Шестопалова*

НОВАЯ ВАКЦИНА: *победа* ФОРМЫ НАД СОДЕРЖАНИЕМ

Не все так плохо в «датском королевстве»: пандемии пока нет, а ученые продолжают работать

В новосибирском Институте химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН, где в последние годы активно ведется разработка препаратов для медицины, разработан и апробирован новый подход к созданию вакцин против РНК-содержащих вирусов. В основе метода лежит расщепление наследственного материала (РНК) вирусных частиц без повреждения их поверхностных структур.

РНК-расщепляющие соединения, или, как их еще называют, искусственные рибонуклеазы, первоначально были синтезированы* с целью использовать их непосредственно как противовирусные агенты. Оказалось, что искусственные рибонуклеазы действительно эффективно подавляют размножение вируса гриппа в клеточной культуре, но при этом обладают высокой токсичностью для тканей. Тогда и родилась идея опробовать эти соединения, разрушающие геном вируса, для получения неинфекционных вирусных частиц, которые станут основой эффективных противовирусных вакцин.**

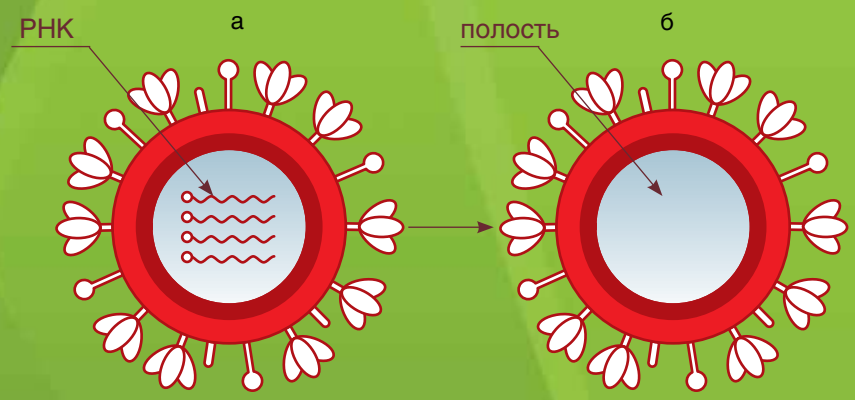
Уже первые опыты на животных показали, что созданная с использование такого подхода противогриппозная вакцина нетоксична и обладает более сильным защитным действием по сравнению с традиционной. Новый метод инактивации вирусных частиц с помощью искусственных рибонуклеаз может быть также использован для получения профилактических вакцин для защиты от других многочисленных РНК-содержащих вирусов.

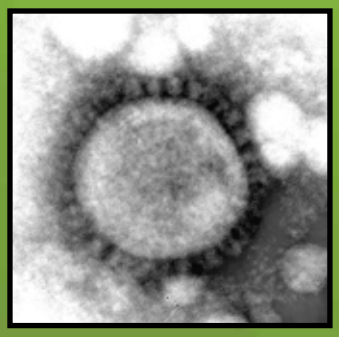
* Лаборатория органического синтеза (рук. д. х. н. В. Н. Сильников)

** Лаборатория биохимии нуклеиновых кислот (рук. д. б. н. М. А. Зенкова)

Новая вакцина более эффективно защитила лабораторных мышей при заражении их вирусом гриппа

Новосибирскими учеными разработан новый метод получения эффективных и безопасных вакцин против РНК-содержащих вирусов, в том числе вируса гриппа





После обработки искусственной рибонуклеазой нативная вирусная частица (а) теряет свое «содержимое», сохраняя поверхностную оболочку (б). Полученная «пустышка» безвредна для организма, но благодаря сохранившимся на ней поверхностным антигенам вызывает адекватный ответ со стороны иммунной системы в виде образования защитных антител

Электронная микроскопия. Фото д.б.н. Е.И. Рябчиковой и к.б.н. И.В. Виноградова (ИХБФМ СО РАН)

СОСЕДИ ЛЕСНЫЕ НЕНЦЫ

М.И. Гардамшина, Н.А. Чеботаева, Е.В. Калитенко, Г.П. Саврасова
Лесные ненцы.
Новосибирск: ИНФОЛИО, 2006, 288 с.: ил.
ISBN 5-89590-086-0

ТРАДИЦИОННАЯ МЕДИЦИНА

Мы продолжаем публикацию фрагментов из книги «Лесные ненцы» (в этом выпуске — материалы Н.А. Чеботаевой и М.И. Гардамшиной), созданной в результате реализации многолетнего уникального проекта по изучению и сохранению материальной и духовной культуры одного из самых малочисленных народов Севера, проживающего на юге Ямало-Ненецкого автономного округа. У читателя есть редкая возможность познакомиться с народной медициной этой малоизученной этнографической группы — важнейшей частью исконной культуры, сохранившейся до наших дней. Предыдущая публикация (НАУКА из первых рук, 2006, № 2(8)) посвящена укладу жизни, традициям питания и воспитания детей

лесные ненцы

ненцы

Шаман-целитель Геннадий Петрович Колоколец из фактории Харампур излечивал людей, «высасывая» болезнь из тела человека. Лесной ненец Ади Дёхалевич Пяк рассказывает: «Камлал Колоколец в темном чуме (без огня). Выпив настойку из мухомора, взяв колотушку и бубен в руки, начал тихо петь. Внезапно он прекратил песню и, взяв меня сзади, поставил на носки своих ног. Я почувствовал, как лезвие ножа ходит по моей груди. Когда я понял, что нож отступил, шаман свалился на постель. От страха я закричал во весь голос: «Помогите!» Мужики открыли полог чума. Перед нами предстал бившийся в судорогах шаман. Помощники подхватили и подняли его, подпрыгивая и кружась по солнцу с криками: «Хов, хов, хов!». После этого шаман взял мою голову двумя руками и вытянул ртом из темечка мою болезнь. Я почувствовал легкость в груди»

Утро на Стойбище Воен-то. Костюм, бубен и колотушка шамана

Народная медицина является частью традиционной культуры лесных ненцев и существует как область знаний, связанных с их религиозными и космогоническими представлениями о мире, в основе которых лежит одна из ранних форм религии — анимизм, одухотворение живой и неживой природы.

Главный бог лесных ненцев — Нум, бог неба, создавший лес, зверей и людей. Он наблюдает за своими созданиями, но сам земными делами не занимается. Для этого есть помощники — духи, хозяева земли, рек, озер, ветра и огня. Здоровье каждого человека в недавнем прошлом связывалось с отношением к людям пантеона земных духов. Духи олицетворяют для лесных ненцев две противоположные силы — добро и зло. Болезни, ранения и травмы, по их представлениям, являются порождением сил зла, следствием вмешательства духов природы или же магического воздействия злой воли другого человека. Нарушение табу, обрядов и ритуалов всегда считалось одной из главных причин, позволявших злым духам проникать в тело человека и вмешиваться в его жизнь. Ненцы были уверены, что наказывать болезнями могли не только духи Нижнего мира, но и личные покровители, семейные духи, любые сверхъестественные существа, населяющие Средний и Верхний миры.

Лечение заболеваний, возникновение которых можно объяснить видимой причиной (травма, обморожение, ожог), чаще всего было рациональным. Но при большинстве внутренних и психических заболеваний, причины которых лесным ненцам были непонятны, обращались за помощью к служителям культа, шаманам, выполнявшим наряду с другими функциями и роль врачевателей, отпугивающих приносящих болезни духов. Сеанс камлания* происходил обычно вечером, в полутьме у разведенного очага под звуки бубна и продолжался в течение нескольких часов. Камлание, как правило, сопровождалось вхождением шамана в состояние транса. Очень часто для этой цели шаманы использовали мухоморы, которые сушили на солнце, мелко крошили, а затем размешивали в воде и проглатывали. Чтобы усилить действие мухоморов, кусочки сушеных грибов жевали вместе с табаком, запивая небольшим количеством воды. Для помощи больным шаманы применяли различные средства, при этом основным условием лечения являлось воздействие на психику больного и установление полного доверия к целителю. Для этого использовались ритуальные маски (из дерева, бересты, сукна, металла) и световые эффекты. Ритмичные удары в бубен, заклинания, пение, одурманивающий аромат сжигаемого багульника или чаги должны были помочь отвратить от больного преднамеренные козни злых духов.

**Камлание — обряд, который совершает шаман*

Как правило, шаманы в своей практике использовали знания физиологии и анатомии человека, лекарственные средства различной природы и приемы врачевания: прижигания, массаж, психотерапию. При этом главным терапевтическим фактором являлось гипнотическое внушение, применяемое шаманами в различных формах, способствовавшее мобилизации защитных сил организма больного, укрепляющее его веру в выздоровление.

При легких недомоганиях присутствие шамана не требовалось, и злое начало (болезнь) могло быть изгнано из тела человека другими средствами, например жертвоприношениями в святилищах. В случае болезни часто прибегали и к помощи *дян, ката* («бабушка земли») — куклам-идолам, которые и сейчас есть у ненецких женщин: они считаются покровительницами женщин, деторождения и материнства, им поклоняются и бережно хранят. У лесных ненцев бытовало поверье, что без *дян, ката* роды могут окончиться трагедией. Во время родов роженица держала куклу на животе, обеими руками сжимая ее при болях и прося об облегчении. Когда начинались сильные схватки, рожавшая женщина вставала на четвереньки, а та, которая принимала роды, брала в руки *дян, ката* и прикладывала к спине роженицы. Такую куклу клали тяжелобольному в изголовье. По тому, легкой или тяжелой казалась *дян, ката*, предсказывали выздоровление либо смерть.

Рождение и смерть человека, смена времен года, все виды хозяйственной деятельности сопровождались у лесных ненцев выполнением специальных обрядов. Для этого шаман выбирал специальное место, считавшееся священным: возле камня необычной формы, на вершине сопки или на берегу озера. К священным местам также причислялись места «вспучивания» почвы, образующиеся под влиянием геологических процессов. Посещать священные места без надобности категорически запрещалось.

По рассказам лесной ненки Г. И. Сергеевой, однажды в детстве они с братом забрались на священную сопку, хотя знали, что этого делать нельзя. Вечером самочувствие детей резко ухудшилось. Мать, узнав, что дети побывали на священной сопке, быстро позвала шамана. Он совершил обряд и велел привести оленя для жертвоприношения. Наутро детям стало лучше.

Для проведения обряда очищения от скверны и окуривания чума используют кусочки шкуры с передней лапки выдры

Особая роль в излечении от болезней отводилась собаке. Отношение к собаке у лесных ненцев двоякое: с одной стороны, она оберегает человека от злых духов, служит хорошим пастухом для оленей, с другой — сама является порождением бога Нижнего мира — Нга. По преданиям, у собак есть дух-хозяин, который обитает в лесу и против которого шаманы бессильны. Этот дух может приносить болезнь, от которой у человека пропадают силы, он худеет и умирает. Часто для излечения от болезней те лесные ненцы, у которых не было оленей, приносили в жертву собаку, отправляя ее в Нижний мир в качестве откупа от болезней. Нос жертвенного оленя или собаки прикладывали к больному месту. Для избавления от болезни (например, цинги) полозья нарт или двери чума смазывали кровью жертвенной собаки или оленя. Если дух цинги приходил во сне, нужно было громко крикнуть: «Цинга, ты меня убиваешь!», затем немедленно надрезать ухо собаки или оленя и кровью намазать себе лицо, чтобы предотвратить появление болезни в будущем.

Лесные ненцы выводили бородавки с помощью... Луны. По описанию А. В. Головнева, для этого в самом конце июля, когда от луны останется лишь последняя «царапина», нужно было намазать их утиной кровью, выйти на улицу, вытянуть руки к луне и сказать: «Лунный Старик, возьми эти кусочки мяса себе...». П. С. Алиуллина вспоминает, как в детстве бабушка учила ее выводить бородавку на руке: нужно было вытянуть руку к убывающей луне из-под полога чума и спросить: «Луна, кто из вас быстрее исчезнет?». Об этом нельзя было никому рассказывать. Девочка так и сделала, а через месяц обратила внимание, что бородавка исчезла

Много преданий у ненцев связано и с растительным миром. Они верят, что местом своего пребывания духи часто избирают определенные — священные — деревья. По убеждению ненцев, они помогают людям, особенно в исцелении от болезней. На ветви таких деревьев в знак признательности вешались лоскуты яркой ткани и черепа жертвенных животных, стволы деревьев обматывались платками, материей, шкурами и т. д. Ненцы были уверены: тот, кто осмелится срубить священное дерево, навлечет на себя гнев духов, что сулит всевозможные несчастья и даже смерть.

Источником рациональных средств лечения лесным ненцам служила дикая природа: растения, животные, минералы, причем многие проверенные веками рецепты и способы лечения и профилактики заболеваний широко используются и в настоящее время. Лечение детей с использованием традиционных методов практически не отличается от лечения взрослых, но в соответствии с возрастом лекарственные средства дают в меньших дозах.

Зеленая аптека

В традиционном лечении очень широко применялись (и применяются) дикорастущие растения в виде отваров, настоек и порошков. Их используют не только для приема внутрь, но и для наружного применения — растираний, примочек, полосканий, ванн, присыпок. Из распаренных в кипятке растений делают компрессы. Смешивая растительное сырье с животным жиром, получают мази. Самое почитаемое дерево у ненцев — береза. Из березовой древесины изготавливают предметы быта, березовые дрова согревают чум, издавна известны целебные свойства березового сока и настоя почек, которые пьют в качестве общеукрепляющего средства при простудных заболеваниях. В лечении многих заболеваний лесные ненцы используют чагу — гриб из семейства трутовиковых, образующийся в виде нароста на стволе берез. В прежние времена, когда не было привозного чая, ненцы делали из нее отвар, обладающий, по их мнению, многими целебными свойствами. Чага считалась и прекрасным средством от зубной боли, для чего ее высушивали на огне, смешивали с табаком и водой, а затем клали за губу и держали во рту до тех пор, пока боль не утихала. Так же ее употребляли для подавления чувства голода при длительной перекочевке.

У некоторых родов лесных ненцев священными считаются хвойные деревья — символ бессмертия и долголетия; по поверьям, они обладают магическими свойствами. К таким деревьям относится лиственница, из которой в прежние времена вырезали культовые скульптуры. Из хвои лиственницы ненцы готовили противоцинготный настой, при воспалении легких — настой из шишек, а для лечения гнойных ран и абсцессов — настои хвои и коры. Для лечения ран использовали и лиственничную смолу, для чего ее сначала разогревали над огнем, а затем, теплую и мягкую, прикладывали к ране и не убирали до тех пор, пока она сама не отпадала от затянувшейся поверхности. Иногда к лиственничной смоле добавляли медвежий жир. Гнойные раны лечились также мазью со смолой ели, для чего последнюю смешивали в равных пропорциях с жиром окуня или щуки и варили. При ранениях для обезболивания и остановки кровотечения лесные ненцы пользовались и другим средством. В ступке толкли табак, смешивали его с равным количеством пепла, полученного при сжигании табака, а затем добавляли воду в таком количестве, чтобы порошок оставался рассыпчатым. Получившуюся смесь накладывали на раны и прижимали березовой стружкой. Популярным народным лекарственным средством при многих заболеваниях служит багульник — вечнозеленый кустарник с сильным дурманящим запахом. В прошлом при эпидемиях лесные ненцы окуривали стойбища и жилища

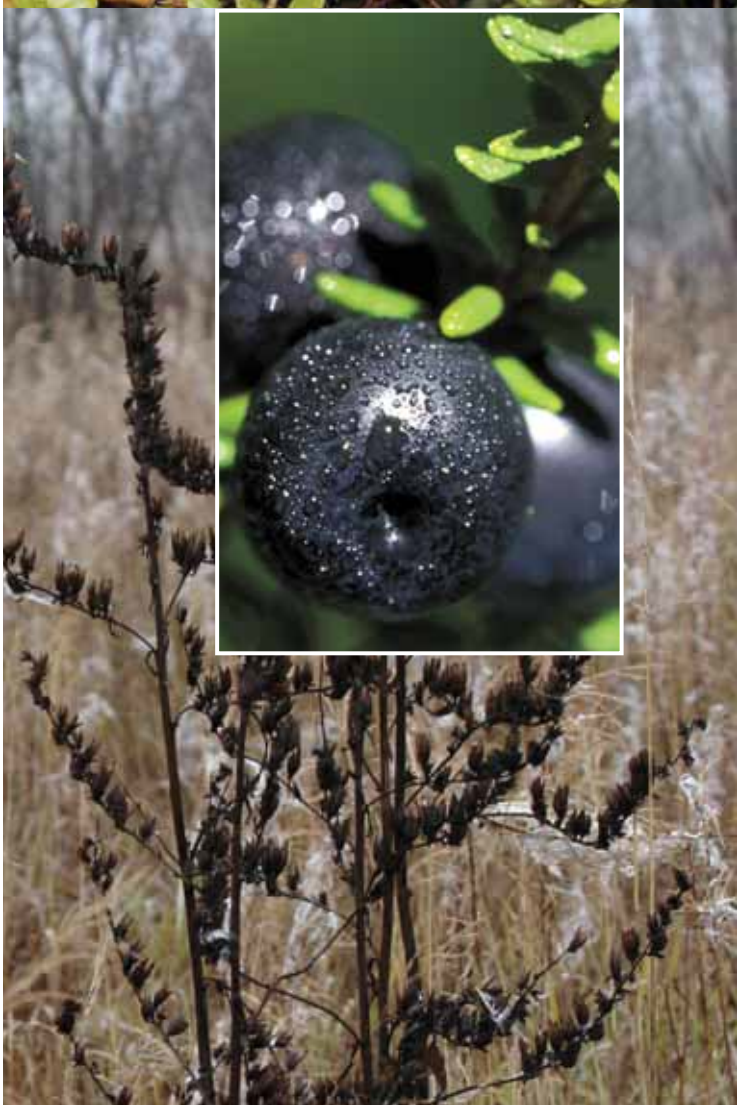
Мухомор
Вожак оленьего стада

В традиционном лечении лесные ненцы широко используют дикорастущие растения для приема как внутрь в виде отваров, настоек, порошков, так и для наружного применения — растираний, примочек, полосканий, ванн, присыпок, компрессов и мазей

дымом этого растения. Свежие или сухие ветки и сейчас используют в чумах, чтобы отпугивать мошек, комаров и других насекомых, в отваре купают новорожденных. Не менее популярное лекарственное сырье — чемерица, очень ядовитое растение. Из небольшого количества корня лесные ненцы делают отвар, очищающий кишечник от глистов, листья прикладывают к ранам в качестве антисептического и кровоостанавливающего средства. При чесотке применяется смесь из листьев багульника, корней чемерицы и оленьего жира.Чтобы избежать цинги, лесные ненцы в качестве свежей зелени ели ложечную траву, несмотря на ее горький вкус. В народной медицине сок из этого растения до сих пор считается хорошим средством для «очищения крови». Используют и обычный олений корм — ягель, который в виде компресса прикладывают к больным суставам, а также к спине и груди при простуде. Для компрессов лесные ненцы собирают и мухоморы, которые затем настаивают на водке.

После появления русских поселенцев лесные ненцы переняли у них некоторые способы траволечения, в том числе ягодными дикоросами. Ягоды черники и черемухи стали использовать при расстройствах желудка, отвар листьев голубики — как отхаркивающее, отвар листьев брусники и морошки — как мочегонное. Ягоды морошки, широко распространенной в тундре, ели в качестве общеукрепляющего, мочегонного и потогонного средства, а также для уменьшения головных болей. Коренными северянами всегда ценилась и шикша — стелющийся вечнозеленый кустарник с черными сладковатыми плодами, порой ее даже предпочитали другим ягодам, возможно потому, что она совершенно не содержит кислоты. В народной медицине лесных ненцев ее ягоды употребляются при заболеваниях желудка, как мочегонное и кровоочищающее средство, настоем побегов лечат боли в суставах.

Обычно настои из трав лесные ненцы готовят только летом. Сбор и высушивание лекарственных растений впрок не практикуется. Исключением является лишь заготовка кедровых орехов — ценного пищевого продукта, обладающего большим количеством полезных веществ. Технология приготовления лекарственных средств несложна: точная дозировка сырья обычно отсутствует, не используются сложные сочетания трав, специальная посуда для приготовления и хранения лекарств также не требуется.



Ель, брусника, черника, чага, кедровые шишки, морошка

Багульник, чемерица, голубика, шикша

«Когда кто-то из родственников болеет, всегда зовут бабушку. Она залечит болячку медвежьей желчью, ожог — медвежьим салом. Рану она промывает настоем ягеля. Если рана загноилась, у нее раствор багульника припасен. А если фурункул вскочил, бабушка прикладывает лепешку из внутреннего оленьего сала со смолой лиственницы. И все проходит. Подстрелит отец глухаря — бабушка желудок его высушит и истолчет. Это — лекарство для желудка» (М. С. и О. Б. Приходько, «Хомани»)

Муравьиные «бани»

Начало использования средств животного происхождения в качестве лекарственного сырья у ненцев совпало с развитием и совершенствованием оружия и приемов охоты. Например, свежее мясо оленей или кровь только что убитых животных, которые лесные ненцы употребляют без термической обработки, оказались прекрасным противоцинготным средством из-за большого содержания в них аскорбиновой кислоты и других витаминов. В качестве лекарственных средств нашли применение также внутренние органы животных, жир, желчь.

Гусиный, медвежий и рыбий жир применяется при обморожениях и ожогах. Жир растапливают и хранят в прохладном месте. Ценится жир диких гусей, черной утки, которым залечивают раны, различные кожные заболевания (чесотку и лишаи), внутренний жир щуки. Рыбий жир применяют с профилактической целью: им мажут открытые участки лица при длительных переездах на оленьих упряжках или снегоходах, чтобы избежать обморожения. Для лечения обморожений и ожогов используют мази: жиры смешивают со смолой хвойных деревьев. В качестве перевязочного материала ранее применялись тонкие волокна, нащипанные из березовой коры.

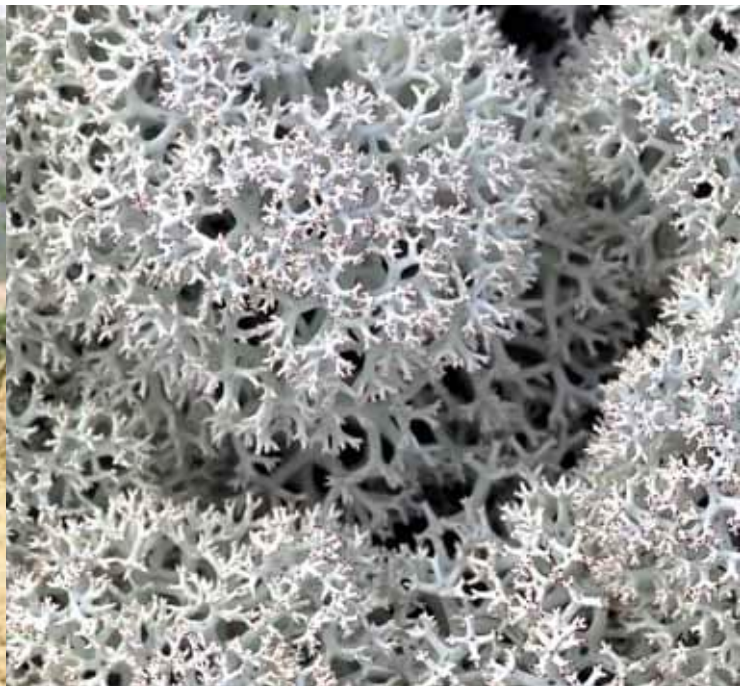
Медвежий жир считается лучшим средством от простудных заболеваний, а медвежья желчь — универсальным средством от многих других заболеваний. Порошок, соскобленный с вареных медвежьих костей или приготовленный из высушенных щучьих челюс-

Лиственница
Муравейник
Олени с молодыми рогами
Олени на пастбище. *Стойбище Хадутей*
Ягель

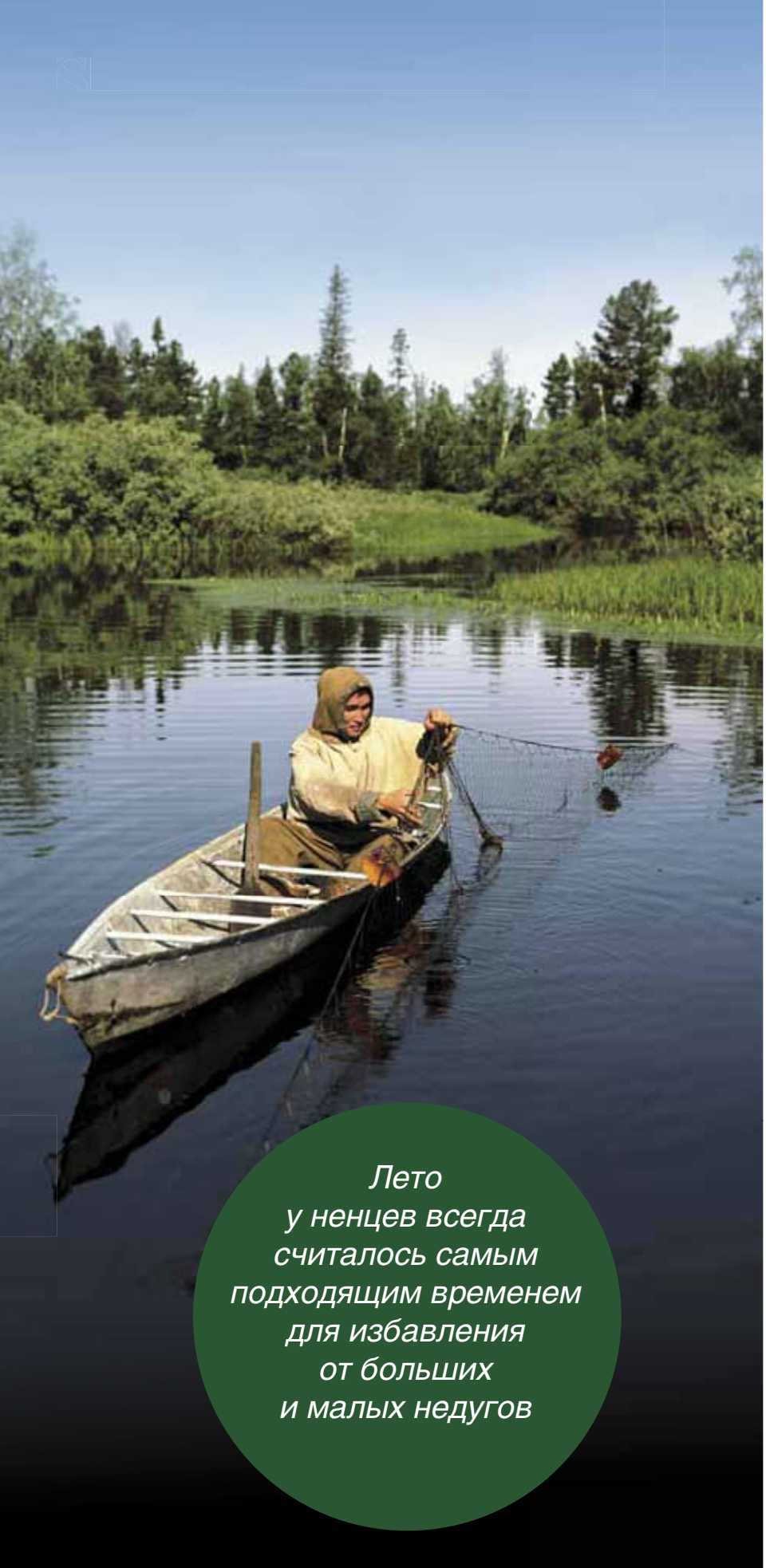
тей, признается целительным для кровоточащих и гноящихся ран. При ушной болезни закладывают в ухо тампоны, скрученные из ниток фабричного производства, пропитанные песцовым или медвежьим жиром.

Настойки из свежей медвежьей или оленьей желчи применяют в качестве растираний при ломоте в суставах и мышечных болях, пьют их небольшими дозами при кашле, одышке, болях в желудке, коликах, сердечных приступах, желтухе. Для профилактики различных заболеваний рекомендуют употреблять щучью желчь по одной капле в день. При длительном воспалении век их края смазывают желчью медведя или птиц, используя в качестве кисточки утиное перо.

Лесные ненцы широко пользуются лечебными средствами, получаемыми от оленей, в первую очередь пантами — молодыми растущими рогами оленей, наполненными кровью и покрытыми сверху небольшим плотным волосом, напоминающим бархат. Панты обжигают над костром, соскабливают острым ножом остатки волоса и употребляют в пищу мягкую хрящевую верхушку. Киселем, сваренным из оленьих рогов, ненцы поят больных истощением и малокровием, отвары употребляют для лечения пролежней и других вялотекущих инфицированных повреждений кожи. Особенно полезными считаются панты для детей, как средство, способное укреплять костные ткани. Важными лекарственными средствами являлись у лесных ненцев и другие части оленьей туши. При простуде, сильном кашле, заболеваниях печени пили растопленный костный мозг из оленьих ног; головной мозг оленя употребляли при головокружениях. При язвенной болезни использовался наполненный ягелем желудок оленя, забитого после утреннего выпаса на ягельных пастбищах. Желудок клался под раскаленную печь на железный лист, по мере обжаривания его поверхности запеченная часть снималась и употреблялась внутрь в качестве лекарства. Для лечения ушной боли применялся растопленный костный мозг оленя наряду с грудным молоком и теплым рыбьим жиром. До появления современных перевязочных материалов большие раны, сопровождавшиеся обильными кровотечениями, перевязывались свежеизвлеченным оленьим легким — этот прием напоминает применение гемостатической губки в современной медицине.



Занятия охотой способствовали изучению повадок диких животных, в том числе их способности к инстинктивному самолечению. Например, раненый медведь старается набросать на рану снег или прислониться к глыбе льда; чтобы избавиться от кишечных паразитов, птицы и животные поедают мухомор и чемерицу; пользуются для лечения «муравьиными банями». Лечебные средства из лесных муравьев нашли широкое применение и в народной медицине лесных ненцев. При болях в суставах больные конечности погружают на 10–15 минут в муравейник. Из муравьев, настоянных на спирте, приготовляют мазь для растирания суставов и обработки краев загноившихся ран. С этой же целью собирают «муравьиное масло» — тягучую жидкость желтоватого цвета, появляющуюся на муравейниках ранней весной. Встречается оно довольно редко и очень ценится.



Лето у ненцев всегда считалось самым подходящим временем для избавления от больших и малых недугов

Металл, камень, огонь...

С лечебной целью ненцы производят прижигание, иглоукалывание и надавливание точек на поверхности тела. Сначала иглоукалывание делали при помощи костяных игл, позднее стали использовать обыкновенные швейные иглы. Рассказывают, что иглоукалывание раньше применяли, если ребенок рождался с асфиксией. Иголкой производили быстрые поверхностные уколы в кончики пальцев рук до появления крови. Если эффекта не наступало, то делали уколы в кончики пальцев ног или в центр подошвенной поверхности стопы. Иногда использовали точки, расположенные на носу, губах, кончике языка.

При лечении артритов наряду с прижиганием делали иглоукалывание несколькими иглами одновременно, для чего их связывали в пучок или забивали в кусочек дерева так, чтобы острые концы выступали над поверхностью на 3—5 мм. Кожу над больным местом предварительно натирали пеплом чаги, а затем ударяли по ней этим своеобразным игольчатым штампом. На коже появлялись капельки крови, а пепел проникал под кожу. У больных, лечившихся таким способом, навсегда остаются несмываемые пятна татуировок.

Одним из самых архаичных способов лечения является прижигание. При прямом прижигании определенные точки на коже раздражают комочком тлеющей чаги с последующим ожогом и образованием пузыря. По рассказам лесных ненцев, такие точки прежде знали практически все, особенно старики. Процесс прижигания протекает следующим образом: сначала щепочкой или спичкой нащупывают болевую точку на теле, накладывают на нее

Проверка рыболовных снастей

Женщина разделывает рыбу. *Стойбище Воен-то*

кусочек бумаги с заранее вырезанным небольшим отверстием, чтобы не обжечь тело вокруг выбранного места. Для лечения брали небольшое количество чаги, размером со спичечную головку, поджигали на кончике ножа, а затем прикладывали к выбранной точке. Сухая чага легко воспламеняется, равномерно тлеет, выделяя при этом большое количество тепла. Длится прижигание обычно две-три минуты. Чтобы чага тлела, над ней слегка машут ножом, не позволяя погаснуть. Считается, что если точка выбрана правильно, то горящая чага должна отскочить с легким треском от образовавшегося пузыря. Затем бумагу убирают. Процесс повторяют до тех пор, пока чага не перестанет отскакивать. Тогда пепел прижимают кончиком ножа и оставляют. Кожа перед прижиганием не обрабатывалась, а после образования ожога повязка не накладывалась. Лесная ненка Светлана Пяк рассказывала, что в детстве у нее сильно болела рука. С помощью чаги в двух местах в области запястья ей сделали прижигание. С тех пор рука не болела, но следы от ожогов сохранились.

При головных болях делали прижигание в области шеи, при заболевании почек – в области поясницы. Для подавления мучительного кашля прижигали точки на тыльной поверхности кисти между основными фалангами безымянного пальца и мизинца, а также над ключицами. Однако прижигание не применялось при кровохаркании, болях в сердце и при беременности.

Для оказания неотложной помощи при обморочных состояниях используют еще один древний способ — надавливание кончиков пальцев рук или ног пострадавшего.

При простуде или болезнях суставов лесные ненцы прикладывали к груди, спине, суставам компрессы из прокаленного песка, насыпанного в мешочек. При

желудочно-кишечных расстройствах пили размешанный в воде порох. Для остановки кровотечения использовали белемниты — окаменевшие ракушки, которые скоблили ножом или напильником и засыпали в ранку. Этот же порошок использовался в качестве антисептического средства при болях в горле.

При переломах лесные ненцы пользовались медью: считалось, что она способствует срастанию костей. Кусочек меди скоблили наждаком, разводили полученный порошок в воде и принимали внутрь. Согласно народным поверьям, при заболеваниях суставов кистей рук следовало надеть на палец медное кольцо. По его цвету определяли, наступило выздоровление или нет: если внутренняя поверхность кольца светлела, то считалось, что больной скоро пойдет на поправку.

Народная гигиена

К важнейшему разделу традиционной медицины следует отнести народную гигиену и методы профилактики заболеваний. Так, лесные ненцы надевают традиционную меховую одежду, сшитую мехом внутрь, прямо на голое тело. Благодаря особенностям кроя тепло концентрируется внутри и греет область спины, груди, плеч, а за счет вырезов для головы и прорезей для рук регулируется тепловой режим внутри одежды.

Мех оленя, из которого сшита одежда лесных ненцев, обладает особыми гигиеническими свойствами: при контакте с кожей он хорошо впитывает влагу, во время движения мех постоянно массирует кожу, способствуя кровообращению. Волос оленя внутри полый, благодаря чему мех надежно держит тепло: даже грудных детей ненцы заворачивают в оленьи шкуры.

В тундре у малышей никогда не бывает опрелостей. Лесная ненка Светлана Пяк рассказывала, что когда к ней в гости из тундры в поселок приехала сестра, вырастившая десять детей, то очень удивилась, увидев опрелости у ее ребенка, завернутого в пеленки фабричного производства, — раньше жительнице стойбища такого видеть не приходилось. Для колыбели ненки используют труху из полусгнившего ствола березы, хорошо впитывающую влагу. Перепревшая труха не только обладает гигроскопичностью, но и выделяет тепло, поэтому ребенку в люльке не холодно даже в сильный мороз. Этот веками проверенный способ содержания ребенка в колыбели очень практичен в суровых климатических условиях севера.

Труху из сгнившего ствола березы также используют в качестве гигиенического порошка. Ее насыпают в кисы* и рукавички, так как она хорошо впитывает пот. Кроме того, для гигиенических целей используют порошок или отвар из чаги, а также березовые стружки, заготавливаемые обычно в конце февраля.

**Кисы — зимняя меховая обувь коренных жителей Севера.*

На охоту с верным другом — собакой

Сборы на охоту. *Стойбище Нибы-яха*

Стружка березовая

Шкура взрослого оленя

Игра в оленя.
Стойбище Рычи-яха

Зимняя мужская одежда «малица»

Просушка оленьих шкур в чуме.
Стойбище Воен-то

В статье использваны фотографии А. Мариничева (в том числе предметов из фонда Губкинского музея освоения Севера), а также фоторафии, полученные в процессе «самодокументирования» лесных ненцев

«Благодаря своей жесткости и трубчатости, он [мех] нашим предкам и нам заменил баню, освободив человека от ее строительства в суровых климатических условиях. Правда, об этих качествах и достоинствах оленьего меха никто из наших предков не сказал нашим дедам и нам. Да и наука молчала. Поэтому мы не догадывались о том, что невысокий волосок на оленьей шкуре освобождает наше тело, как в бане, от всех нечистот. И лишь со временем мне стал понятен механизм очищения нашего тела с помощью одежд из оленьих шкур: каждая ворсинка вбирает в себя из пор все потовые отложения и под их тяжестью обламывается. Поэтому у наших предков выработалась привычка не носить одежды из разных тканей. Кроме всего сказанного, олений мех может оказывать и психотерапевтическое воздействие на нервную систему...» [Сусой, 1994, с. 124]

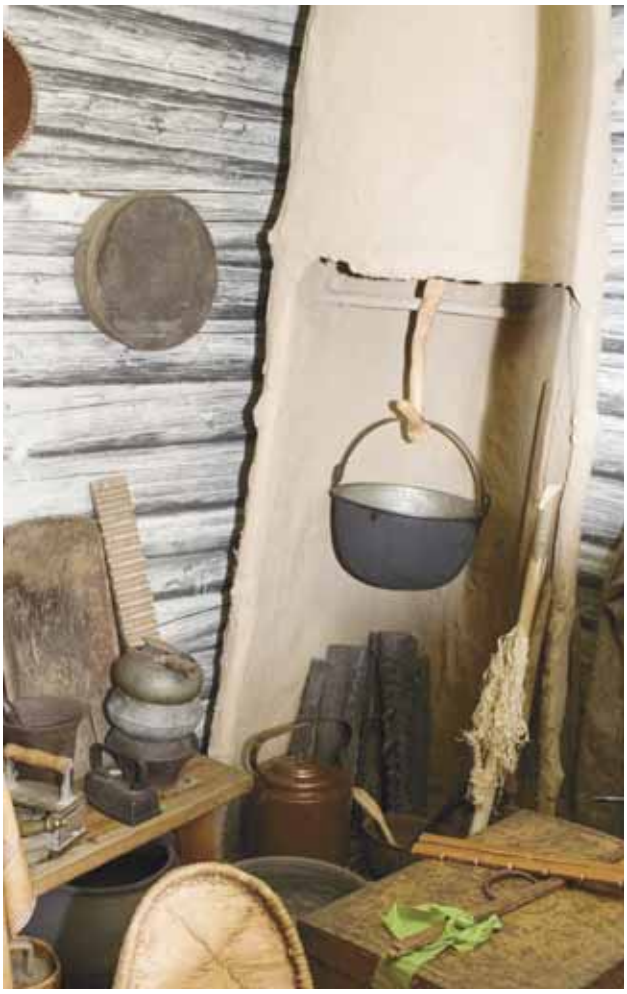
ДУХИ за музейной занавеской

Этнографический музей пос. Шеркалы

При слове «музей» в сознании обычно возникают большие залы с натертыми до блеска полами, обязательные тапочки на входе и холодный блеск ярко освещенных стендов и витрин. Тем разительней контраст — небольшое помещение, воссоздающее интерьер хантыйского дома, а находящиеся в открытой экспозиции экспонаты создают «эффект присутствия», реального проникновения в полузабытую, а для многих и вовсе незнакомую культуру...

Шеркалы — национальное село на севере Октябрьского района Ханты-Мансийского автономного округа, расположенное на высоком яру над Обью — разменяло уже пятое столетие своей истории. Даже по прежним меркам небольшое (меньше полутора тысяч жителей), оно способно удивить путешественника и белоснежной церковью — памятником архитектуры начала прошлого века, и современным Домом культуры, и археологическим памятником — древним Шеркальским городищем, и старинным деревянным особняком купцов Новицких…
И неожиданно (а может быть, и вполне естественно) — этнографическим музеем, расположенным в обычной бревенчатой избе. Последний факт, кстати, часто удивляет экскурсантов: их привычный вопрос — «а где же хантыйский чум?». Однако археологические раскопки показывают, что срубные постройки изредка встречались в поселениях Нижнего и Среднего Приобья начиная с раннего железного века. Кроме того, в числе обитателей Шеркальского городища были рыболовы, которые не имели домашних оленей и, соответственно, нужды передвигаться за стадами в поисках пищи или пастбищ, почему могли вести оседлый образ жизни

Публикация на основе редакционных материалов, собранных в путешествии по «следам» Второй Камчатской экспедиции (1733—1743 гг.).
Редакция благодарит Государственный музей Природы и Человека (г. Ханты-Мансийск), его директора Л.В. Степанову и других организаторов симпозиума «Три столетия академических исследований Югры: от Миллера до Штейница» (сентябрь 2005 г.) за предоставленную возможность повторить один из маршрутов Великой Северной экспедиции.



За двадцать три года своего существования Шеркальский музей из школьной комнаты краеведения вырос в один из культурных центров села, выйдя за рамки простой выставки. Почти тысяча экспонатов в экспозиции, более тысячи посетителей ежегодно... Это лишь цифры, за которыми стоит многое — и кропотливая работа по сбору, описанию и размещению экспонатов, и уход за ними, и проведение наиболее значимых обрядовых праздников.

Во дворе музея посетителей встречают бревенчатый амбар на высоких резных столбиках и глиняная печь для хлеба. Судя по золе и следам сажи, последняя — не просто экспонат, в ней до сих пор пекут хлеб... Месторасположение печи не случайно: для всех хантов характерно деление дома на мужскую и женскую половины; область, прилегающая к входу — как изнутри, так и снаружи дома, — традиционно считается женской. Естественно, что и «рабочее место» женщины — на ее территории. И делает хлебную печь тоже сама женщина.

Чувал — некое подобие камина, а точнее — полузакрытый глиняный очаг, с обязательным выходом на улицу (по-черному чувал не топился). Давая много тепла и света, он служил прежде всего для обогрева дома, а также для приготовления пищи. На открытом огне можно было и жарить, и варить, и сушить одежду; это и жилище Най-анки (Огня-матери), одного из почитаемых хантами духов. Очень важно было следить за тем, чтобы огонь не «умер»: считалось, что в противном случае семью ожидают несчастья. Подобное отношение к огню можно встретить, пожалуй, у любого народа — неважно, на севере или на юге

Многие музейные экспонаты до сих пор вполне работоспособны — начиная от печки для выпечки хлеба и заканчивая старинным кремниевым ружьем

Когда у хантов появилась железная посуда, она стоила очень дорого — обозы рыбы, связки пушнины... Тем не менее ее приобретали. Но все же большая часть посуды — разнообразных размеров и форм сосуды, туески, шкатулки — была из бересты, удобного и доступного материала

Сколько их вышло из-под рук Народного мастера России Агафьи Александровны Волдиной — сейчас не знает никто. Техника нанесения рисунка скоблением, используемая ею, во многих местах уже утеряна… А жаль, — ведь такие орнаменты на бересте, нанесенные, кстати, без предварительного рисунка, практически вечны

Она же строит и *чувал* — некое подобие камина, а точнее — полузакрытый глиняный очаг, который можно увидеть в правом углу музея.

Здесь же — на женской половине — берестяная кухонная утварь, теплая не то чтобы на ощупь, а даже на взгляд. Береза традиционно считается у северных народов священным деревом, а изделия из бересты играют важную роль в обиходе аборигенов Севера. Рисунок на бересте, заложенный в нем смысл и технология его выполнения — отдельная тема. При всей кажущейся простоте орнамент на любой шкатулке — рассказ об

Берестяную зыбку обычно готовили заранее. Ребенка начинали оберегать еще до того, как он родился: считалось, что пока у ребенка не появились зубки или он, к примеру, не улыбнулся своей маме, он не принадлежит миру людей, его может унести любой злой дух. Когда делали зыбку, ставшую теперь экспонатом музея, в нее в качестве одного из оберегов вшили круглый и плоский, как монетка, камешек. И старания родителей не пропали даром: в этой, на первый взгляд такой маленькой колыбели выросли один за другим пятеро детей

окружающем мире, сделанный при помощи символов. Каждый такой берестяной предмет — не просто часть домашней утвари, а маленький памятник культуры, взгляд на мир глазами целого народа и конкретного человека.

Самыми красивыми, самыми тонкими рисунками украшаются детские зыбки. В символических рисунках, процарапанных на люльках, — различные обереги, призванные охранять спящего ребенка от злых духов, или, как теперь говорят, — «от негативных влияний». Обычно люлька была одна на весь дом и помнила всех детей в семье. Висит такая зыбка и в Шеркальском музее.

Почти во всю длину комнаты вытянулась лодка-*калданка*, напоминая об одном из главных хантыйских промыслов — рыболовстве. А вот крапивная сеть, как выясняется, предназначалась совсем не для рыбы. Еще один, более привычный для нас, атрибут охотника — старинное ружье — висит на стене, надежно к ней прикрепленный. Из музейного ружья стреляли вплоть до середины прошлого века, да и сейчас оно находится во вполне рабочем состоянии. Продолжают «работать» и вещи, отно-

На дно зыбки тонким слоем насыпали порошок, сделанный из сгнившей красной древесины березы, выросшей на болоте. Если этот порошок намокал, его ни в коем случае не выбрасывали, но собирали. Весной, 7 апреля, в Праздник вороны использованный порошок выносили куда-нибудь на край деревни или на опушку леса и там высыпали на пенек, приговаривая: «Пусть девочки родятся, пусть мальчики родятся». В это время обычно еще холодно, и считалось, что ворона — одна из первых прилетных весенних птиц — на этом порошке будет греть свои лапки. Такое уважительное отношение к вороне неслучайно: эта птица издавна считалась у хантов покровительницей женщин и детей

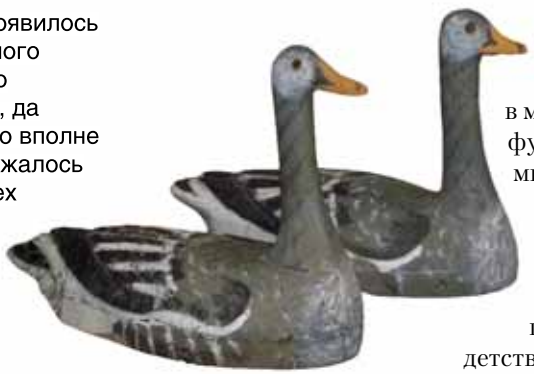
В отличие от распространенного обласка, выдолбленного из цельного ствола дерева, дно и борта у лодки-калданки изготавливались отдельно (дно — из кедра, борта — из ели или осины), а потом сшивались кедровыми или сосновыми корневищами.

Деревянным молотком оглушали пойманную рыбину. По числу зарубок на его ручке можно судить об удачливости рыбака...

Для ловли муксуна и налима требовалась очень длинная снасть: длинный шест с грузилом посередине и сеткой в форме мешка на конце.

Рыбачат все, а удача бывает не у всех. Особенно удачливый рыбак старался каким-то образом отметить грузило, чтобы удача от него не уплыла неожиданно. Так, на музейном каменном экспонате насечен узор «елочка». Если рыбак больше не мог рыбачить по здоровью или по возрасту, он никогда этот свой оберег не отдавал ни соседу, ни другу — только наследнику. А если последнего не было — увозил на так называемые святые места, где и оставлял навсегда

Крапивной сетью-перевесом, сплетенной деревянными иглами, охотники добывали уток, причем в большом количестве. Однако в 1953 г. такую ловлю уток запретили.
Огнестрельное оружие появилось здесь в XVIII в. Из музейного ружья стреляли вплоть до середины прошлого века, да и сейчас оно находится во вполне рабочем состоянии. Заряжалось такое ружье не менее трех минут — при охоте, скажем, на медведя или росомаху это непозволительная роскошь. Да еще приходилось таскать с собой на охоту пороховницу, мешочки для дроби, мерки. Поэтому охотник не забывал и о старой доброй рогатине, охота с которой изображена на картине в Шеркальском музее



сящиеся к миру сакрального. Например, к священному ящику, обители семейных духов-покровителей, представители этой семьи приходят до сих пор — как по хорошим, так и по дурным поводам. При этом духу полагается класть в ящик подарки: отрезы тканей, монетки. Священное дерево с привязанными к ветвям ленточками, стоящее у входа в музей, также выполняет свою изначальную функцию — служит проводником между миром людей и миром духов.

Бывая в таких, как принято говорить, «провинциальных» музеях, вместо усталости и переполненности впечатлениями уносишь с собой ощущение, что прикоснулся к сказке или к собственному детству, побывал не в музее, а просто в гостях. И ты возвращаешься домой — «в суету городов и в потоки машин», но возвращаешься чуть-чуть другим. Не узнав, а, скорее, почувствовав, — кто ты и откуда.

Рассказ хранителя музея:
«Семейные духи-покровители были в каждой семье хантов. За занавеской в ящике дух, чье имя переводится как Бог весенней и осенней белки. Этому духу надо в качестве подарка класть сукно для коня, на котором он ездит. Но поскольку с сукном всегда были проблемы, клали платки, отрезы других тканей, в уголочек обязательно заворачивали монетку.
Нужно сказать, что среднеобские ханты старались не делать изображений духов. Поэтому идола в ящике нет. Дух существует только в нашем воображении. Он просто есть. К месту, где находится ящик с духами, женщинам подходить нельзя. И, естественно, если сотрудницам музея надо что-то сделать в этом углу, они просят об этом мужчин. Ящик этот до сих пор действующий, и представители рода, которые здесь живут, не менее двух раз в год приходят в музей для обряда поклонения этим духам. Таким вот образом сохраняется семья»

На фото — традиционный берестяной сундук хантов: сам священный ящик никому из посетителей, естественно, не показывают

Даже священный ящик с духами до сих пор используется в музее по своему «прямому назначению»

Наш гид — хранитель музея Наталья Владимировна КРЮКОВА:

«Случайностей в жизни не бывает. В первую очередь в нашем музее появился этот ящик с духами. Когда мы еще приходили сюда со школьной экскурсией, он уже был там, за занавеской. А потом сюда пришла я — для того, чтобы хранить его. Ну, и духи, в свою очередь, хранят меня»

В ПЕРЕСЕЧЕНИИ ПАРАЛЛЕЛЕЙ

По словам известного московского искусствоведа Ольги Самойловой, Александр Толстиков — художник с высочайшей жизненной энергией и незаурядными талантами, который не может жить вполсилы, в полсердца. В его картинах воплощены вера в разум, добро, любовь… Не перегружая картину «смыслами», он не сводит ее до примитивности плаката. Сам материал, приемы, фактура, являясь неотъемлемыми компонентами замысла, направляют полет воображения, вызывают множественные и непростые ассоциации…

По признанию художника, его всегда интересовали и будут интересовать вечные темы — планета Земля и человек, внутреннее духовное состояние и красота во всех ее проявлениях

Нега. 2003 г.
Масло, холст

Сирень в лучах солнца. 2005 г.
Масло, холст

Крым, розы и море. 2005 г.
Картон, темпера

Натюрморт с ирисами. 2004 г.
Масло, холст

ТОЛСТИКОВ Александр Генрихович — доктор химических наук, член-корреспондент РАН, заместитель главного ученого секретаря Президиума РАН. Специалист в области тонкого органического и каталитического синтеза. Лауреат Премии Ленинского комсомола (1986 г.), Государственной премии Российской Федерации (1993 г.). Член Профессионального творческого союза художников России при ЮНЕСКО

Я серьезно учился живописи всю свою сознательную жизнь — учусь и сейчас. Параллельно со средней школой окончил специализированную художественную школу в г. Уфе. Затем поступил на химический факультет Башкирского государственного университета и одновременно — вольнослушателем в уфимский Институт искусств. Там я учился у замечательного мастера и чудесного человека, народного художника России Р. Б. Нурмухаметова, с которым меня связывала искренняя дружба. Относясь ко мне с поистине отцовскими чувствами и понимая, что очень тяжело учиться, разрываясь между горячо любимыми естественными науками и живописью, он предложил мне индивидуальные занятия в его творческой мастерской. О большем я не мог и мечтать...

Танец с веерами. 2003 г. *Масло, холст*

Сирень Нескучного сада. 2006 г. *Масло, холст*

Спелый плод. 2002 г. *Масло, холст*

Стрекоза. 2003 г. *Масло, холст*

Мне посчастливилось проработать в мастерской у моего учителя более пяти лет, до самой его скоропостижной кончины. В это же время познакомился с еще одним замечательным художником, ныне членом-корреспондентом Российской академии художеств С. Б. Красновым, в начале 80-х годов прошлого столетия входившего в десятку лучших молодых живописцев страны. Он много выставлялся в отечестве и за рубежом, его произведения широко публиковались в престижных художественных изданиях. Наши отношения естественно переросли из традиционных творческих контактов в замечательную дружбу. Мы дружим до сих пор, вместе участвуем в выставках, российских и международных художественных проектах.

Переехав из Уфы в Новосибирск, я много лет плодотворно сотрудничал с галереей «Зеленая пирамида» (сейчас Альт-галерея), одновременно работая и с рядом известных московских галерей. Наиболее значимыми для себя считаю творческие контакты с широко известными московской галереей «Зеро»,

Белый ирис. 2003 г. *Масло, холст*

организованной блестящим поэтом Наумом Олевым, автором многих популярных песен, и галереей Аллы Булянской, работающей на серьезном художественном рынке не только России, но и Англии. Приходилось также много выставляться в выставочных залах Москвы, Новосибирска, Екатеринбурга, Уфы, Челябинска, Оклахома-Сити, Сеула, Хельсинки, Таллинна, Иерусалима — всего даже не припомнить...

Работаю в традиционной технике масляной живописи, хотя и графика мне не чужда. Любимые жанры — декоративное панно, цветочный натюрморт, портрет, историческая притча. Пишу картины больших размеров, так как работа в формате маленьких — для меня интереса не представляет.

Теперь о себе как об ученом. Я сын выдающегося российского химика, академика Г. А. Толстикова, чем очень горжусь, и по понятной причине не мог не стать химиком тоже. Через шесть лет после завершения учебы в университете защитил кандидатскую диссертацию, а еще через шесть — докторскую. Работал в уфимском Институте органической химии УНЦ РАН, в новосибирском Институте катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, в пермском Институте технической химии УРо РАН. Сегодня — профессор, член-корреспондент Академии наук, живу и работаю в Москве. В общем, обычная жизнь в науке, но всегда — в параллели с творчеством...

путешествие в райское местечко Аршан

РЕПОРТАЖ В. КОРОТКОРУЧКО

Маршрут из Иркутска в Аршан в последние годы чрезвычайно популярен среди отпускников. Едут семьями на неделю и больше или просто на выходные дни, расстояние-то всего 220 км

Выезжаем рано, чтобы по утреннему холодку проскочить первый, самый трудный отрезок пути от Иркутска до поселка Култук. Тракт, который в народе называют Култукским, один из самых сложных и опасных; но зато и красив необычайно в любое время года. Правда, таежные красоты — зрелище только для пассажиров. Водителю нужно управиться с переменным рельефом горной, кажущейся неоправданно узкой дороги. Да еще повороты – плавные и не очень, с разворотом почти на 180°, как на «тещином языке». И за каждым таится опасность встречи с водителем, который в это самое время подсчитывает количество шишек на верхушке вон того кедра.

Путь в 98 км до Култука обычно преодолевается за полтора-два часа, с обязательной остановкой у родника с ледяной водой. Последние 10 км затяжного спуска — и вот мы на серпантине, с которого открывается грандиозная панорама на южную оконечность Байкала. Рыбный базар: местные жители предлагают изголодавшимся путешественникам свежих, соленых, вяленых и копченых омулей. Здесь же, по сезону, таежные деликатесы: ягоды, грибы, кедровые орехи...

Тункинская долина — часть Байкальской рифтовой зоны, расположенная на юго-западе Республики Бурятия. Длина долины 200 км, ширина 20—35 км

За Култуком начинается совсем другая дорога – шире и прямее, совсем не похожая на ту трассу, по которой мы спешили к Байкалу. Солнце начинает припекать, когда машины въезжают в благодатную Тункинскую долину со всем разнообразием сибирской природы: степями, лесами, горами, реками, озерами. И это великолепие бесконечно радует глаз «одичавшего» от городской жизни человека.

С севера Тункинская долина огорожена, как сторожевыми башнями, пиками Тункинских гольцов с резко выраженными альпийскими формами — не зря их еще называют «Тункинские Альпы». С юга долину прикрывают менее крутые склоны хребта Хамар-Дабан. На западе границу гигантской впадины запирает мощный горный узел Мунку-Сардык («Вечно белый голец»), его главная, восточная вершина достигает высоты 3492 м. Это абсолютно рекордная высота для Восточного Саяна.

Вот потому-то в короткий период с конца апреля и до первых чисел мая у подножья Мунку-Сардыка ногу поставить негде: словно паломники, здесь собираются восходители из окрестных регионов и даже Европы. Но мы сегодня к Мунку-Сардыку не поедем — у нас ведь маршрут выходного дня. Поэтому сворачиваем с основной дороги гораздо раньше и, переехав мост через Иркут, прорезающий всю долину с запада на восток, попадаем в райское (для тех, кто понимает) место под названием Аршан.

Аршаном местные жители называют источник. Источников минеральных вод в долине великое множество — Нилова Пустынь, Жемчуг, Аршан и особняком Шумак, уникальный памятник природы за северным склоном Тункинских гольцов с огромным количеством выходов целебных минеральных вод. Для желающих исцелиться самый короткий путь к источникам — через Шумакский перевал пешком, естественно с рюкзаком, или на конях. Можно, конечно, и на вертолете — для тех, кто в состоянии отдать немалые деньги. Побывав там не один раз, я глубоко убежден, что человек, пришедший на Шумак своим ходом, больным

в принципе считаться не может! Настолько путь долог и сложен, да и сам перевал высотой более 2000 м...

Аршан — бальнеоклиматический горный курорт, расположенный на высоте 900 м над уровнем моря. Его минеральные воды, относящиеся к классу холодных углекислых железистых гидрокарбонатно-кальциево-магниевых вод, — аналог кисловодского нарзана — помогают при недугах желудочно-кишечного тракта, печени, при нарушении обмена веществ, при болезнях сердечно-сосудистой системы и функциональных неврозах. Лечение проводится в санатории «Саяны», неплохо оснащенном курортным оборудованием и, что уж совсем необычно для такой глубинки, с большим плавательным бассейном.

Для одних курорт Аршан – надежда на исцеление, для других – возможность хорошо отдохнуть в районе еще живой природы. Про пассивный отдых с лежанием

Ущелье р. Кынгарга

Таких грибов в окрестностях курорта в удачный сезон — пруд пруди!

Пик Любви — самая доступная вершина для отдыхающих, хотя тем, кто не любил уроки физкультуры, там делать нечего

Соревнования лучников — «гвоздь» национального бурятского праздника Сурхарбан

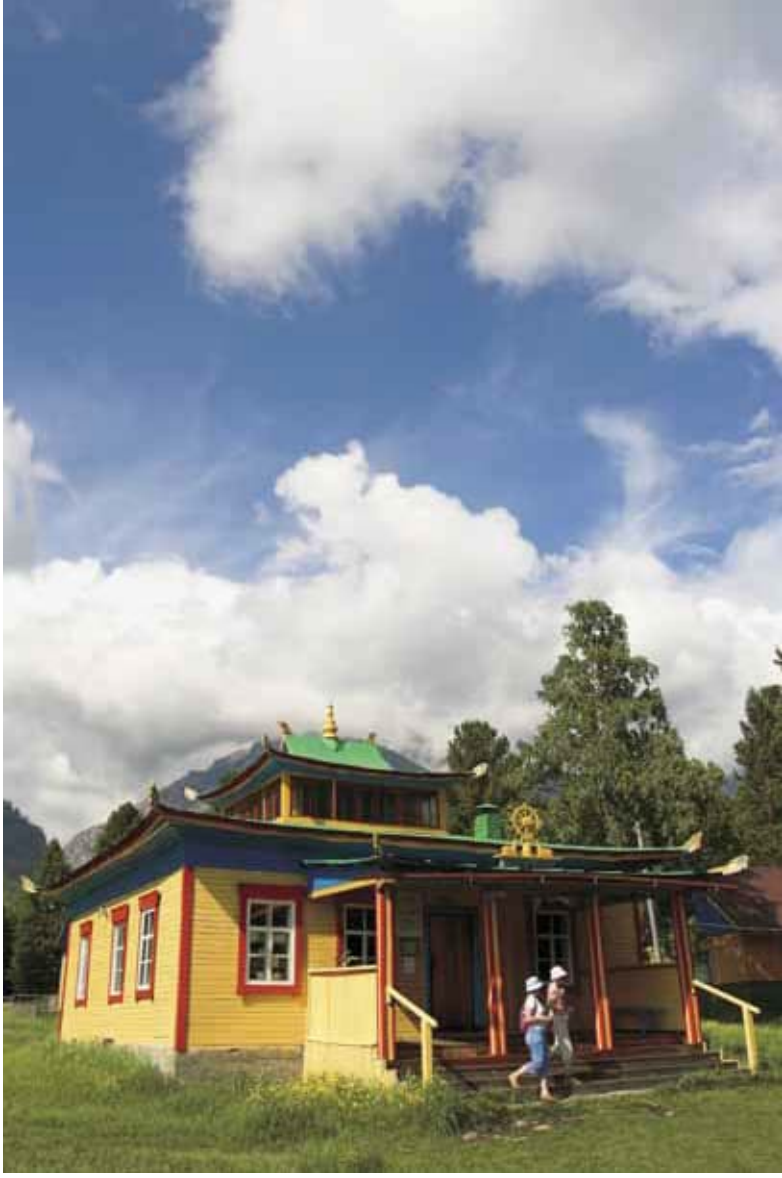
на каменистых пляжах реки Кынгарги или ночные буйства под рев стереосистемы говорить не стоит. Мы сторонники активного отдыха! Может быть, мы и повалялись бы на солнышке, но у нас времени в обрез. Возможностей для таких вот активных — немерено. Можно, для разминки, прогуляться над руслом Кынгарги, постепенно набирая высоту, до первого водопада. На этом месте начинаются и заканчиваются многие маршруты альпинистов и горных туристов. Если есть силы и желание, можно пройти вслед за ними по живописному ущелью, где в грохоте и пене несется речка, подпрыгивая на своих многочисленных порогах-водопадах.

Пройдя 21 км по горной тропе, можно достичь Аршанского перевала, откуда открываются дороги в самое сердце Восточного Саяна. Но этот маршрут — минимум на неделю, значит, нам опять не туда. Еще есть две «домашние» вершины: пик Аршан и пик Любви. Первый — довольно серьезное испытание, а вот второй — как раз для нас (хотя тем, кто не любил уроки физкультуры, делать там нечего). Когда приезжаем надолго, то восходим на пик Любви в качестве тренировки перед серьезным восхождением, например, на мою любимую вершину Трехглавую. А можно просто подняться по тропе метров 150—200 до первых скальников и, повернувшись лицом к долине, ощутить, как затрепещет душа...

Тем, кто не хочет потеть на горной тропе, можно собирать грибы, ягоды, благо, в лес далеко ходить не надо. Можно совершить экскурсию в Аршанский дацан — буддийский храм, где совершаются службы и обучаются молодые люди, решившие стать ламами. В самом храме, к сожалению, любая сьемка запрещена. Построенный недавно, храм имеет множество прихожан и популярен у светской публики, которая, задумчиво вращая молельные барабаны, медленно движется в направлении двух святых ступ.

Покидая Аршан на исходе вторых суток, надо обязательно набрать и увезти домой минеральной воды. Что мы и делаем, привязав по древнему бурятскому обычаю ленточку на дерево в Святой роще, где выходит на поверхность живительная влага.

На въезде в город попадаем под первый светофор и, зажатые с двух сторон ревущими железяками, осторожно вдыхаем сомнительный городской воздух. Очень хочется вернуться...



Аршанский дацан — буддийский храм

Деревья в Святой роще около источника

Святые ступы Аршанского дацана

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