

Познавательный журнал для хороших людей

НАУКА

из первых рук

4 4⁽¹⁶⁾ ● 2007



КАМЕРТОН
СТАРЕНИЯ

НА ПУТИ
К ДЕТОНАЦИОННОМУ
ДВИГАТЕЛЮ

ХРУПКИЙ МИР
ЗУБРОВ

СВЯТЫНИ
БУДДИЙСКОЙ
ЦИВИЛИЗАЦИИ

АЛМАЗНЫЙ ПУТЬ

ДЛИНОЮ В ТРИ МИЛЛИАРДА ЛЕТ

ISSN 1810-3960





С 21 по 24 октября 2007 г. в Монголии проходили Дни науки и техники, посвященные 50-летию Сибирского отделения Российской академии наук.

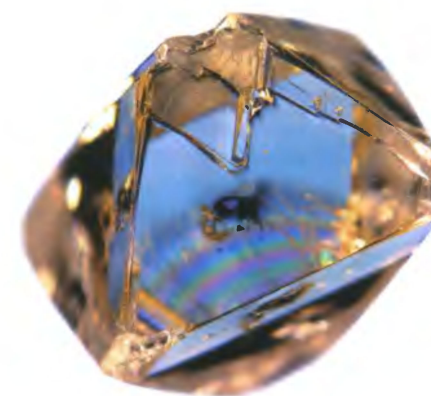
На совместном заседании Академии наук Монголии и СО РАН обсуждались вопросы дальнейшего сотрудничества, в том числе дальнейшее развитие успешных археологических работ, а также палеоклиматические изыскания на озере Хубсугул и исследования в области монголоведения, буддологии, тибетологии. Отдельно рассматривалось участие сторон в новых программах: «Проблемы опустынивания в Центральной Азии» и «Устойчивое развитие в Азии: энергетика, природные и человеческие ресурсы, культура и социальная среда», — которые имеют статус совместных проектов Ассоциации академий наук Азии

4. 2007
научно-популярный журнал



НАУКА

из первых рук



В ФОКУСЕ:

О том, как сквозь огонь, воду и «кимберлитовые» трубы находят дорогу друг к другу человек и алмаз

В НОМЕРЕ:

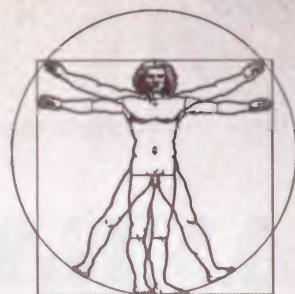
Грибы, паразитирующие на насекомых, могут стать источником эффективных лекарств

Благородный опал в виде нанопленок — перспективный материал для фотоники будущего

Гормон эпифиза мелатонин играет важнейшую роль в реализации противоопухолевого иммунитета

Автомобильные и ракетные двигатели можно сделать более безопасными и экологичными, если использовать горение в волнах непрерывной детонации

Познавательный журнал
для хороших людей



Редакционная коллегия

главный редактор
акад. Н.Л. Добрецов

заместитель главного редактора
акад. Э.П. Кругляков

заместитель главного редактора
к.г.-м.н. В.Д. Ермиков

ответственный секретарь
Л.М. Панфилова

Редакционный совет

проф. А. Белл (США)
проф. А. Вагнер (Германия)
проф. Е. Вада (Япония)
д.м.н. А.Н. Глушков
чл.-кор. И.В. Гордиенко
акад. А.П. Деревянко
проф. М. Дюклуа (Франция)
акад. Ю.Л. Ершов
акад. А.С. Исаев
проф. Ж. Клеркс (Бельгия)
проф. Э. Краузе (Германия)
акад. А.Э. Конторович
акад. М.И. Кузьмин
акад. В.В. Кулешов
чл.-кор. В.А. Ламин
проф. Я. Липковски (Польша)
чл.-кор. В.А. Лихолобов
акад. В.П. Мельников
акад. В.Н. Пармон
проф. Г. Парцингер (Германия)
акад. А.Н. Скринский
проф. В. Сойфер (США)
акад. В.М. Титов
проф. М. Хирата (Япония)
проф. Л.В. Хотылева (Белоруссия)
акад. В.Ф. Шабанов
проф. Ф. Швейнгрубер (Швейцария)
акад. В.К. Шумный

«Естественное желание хороших
людей — добывать знание»

Леонардо да Винчи

Периодический научно-популярный журнал

Издается с января 2004 года

Периодичность: 6 номеров в год

Учредитель: Сибирское отделение
Российской академии наук

Издатель: «ИНФОЛИО»

Адрес редакции:
630055, Новосибирск,
ул. Мусы Джалиля, 15
Тел.: +7 (383) 332-1540, 332-1439
Факс: +7 (383) 332-1540
e-mail: zakaz@info-press.ru

www.ScienceFirstHand.ru

Журнал зарегистрирован в Комитете РФ
по печати

Свидетельство ПИ № 77-15734
от 23 июня 2003 г.

ISSN 1810-3960

Тираж 2 000 экз.

Отпечатано в типографии
ООО «ИД «Вояж»» (Новосибирск)

Перепечатка материалов только
с письменного разрешения редакции

© Сибирское отделение РАН, 2007
© Издательство «ИНФОЛИО», 2007

Над номером работали

к.г.-м.н. В. Ермиков
Е. Балдин
Л. Беляева
А. Владимирова
Т. Гавриленко
Е. Годовикова
В. Короткоручко
А. Мистрюкова
к.б.н. Л. Овчинникова
Л. Одеянко
Л. Панфилова
И. Решта
к.ф.-м.н. В. Суюшев
С. Уфимцева
А. Харкевич
Т. Чурус



Дорогие читатели!

В фокусе очередного выпуска нашего журнала — прекрасные и загадочные «результаты» эволюции нашей планеты. Но на этот раз речь пойдет не о бактериях-экстремалах или живых «ископаемых», а о продуктах эволюции геологической — драгоценных минералах, обязанных своим рождением сложным физико-химическим процессам, протекающим в недрах нашей планеты.

Природные минералы являются незаменимыми индикаторами геологических процессов, в том числе глубинных. Например, изучение следов от космических частиц, запечатленных в таких минералах, как апатит, позволяет восстановить историю рельефа в конкретных регионах. Алмаз, превращающийся после огранки в сверкающий бриллиант, по праву считается первым среди драгоценных минералов благодаря не только своей красоте, но и исключительной твердости. Но для ученых алмазы являются уникальными «контейнерами», захватившими в процессе роста вещество с таких глубин, которые будут еще долго недоступны человеку даже при нынешних темпах развития техники. Судя по включениям в алмазах, например, Mg-перовскита, коэсита, многие из этих процессов могли происходить на глубинах до 400 км и более.

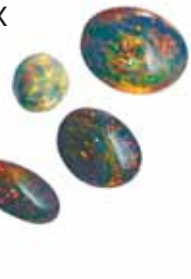
В Сибирском отделении РАН в последние годы сложилась научная школа по глубинной геодинамике, активно занимающаяся теоретическим и экспериментальным моделированием геологических процессов, главным регулятором которых являются двухслойная мантийная конвекция и так называемые плюмы — горячие мантийные струи, прорывающиеся от границы жидкого ядра в верхнюю мантию и земную кору. Именно с этими явлениями связаны движения литосферных плит Земли и все основные геологические процессы: вулканизм, землетрясения, а также образование крупных месторождений полезных ископаемых, в том числе редких металлов, углеводородов и, конечно, алмазов. При исследовании термохимических плюмов было обнаружено, что при контакте с тугоплавким основанием литосферы они могут растекаться вдоль ее подошвы, разрастаясь до 2 000 км! Такие суперплюмы могут оказывать воздействие даже на эволюцию биосферы.

Возможно, интерес ученых к столь глубинным и «далеким» от нас процессам не совсем понятен широкой публике, тем более что еще огромное число неразгаданных тайн хранят минералы и горные породы нашей планеты. Но лишь пройдя последовательно по всей цепочке задач, мы можем познать до конца суть природных явлений.

академик Н.Л. Добрецов,
главный редактор



Гормон МЕЛАТОНИН, подобно МАЯТНИКУ, обеспечивает ход наших **БИОЛОГИЧЕСКИХ ЧАСОВ**. **С. 14**



САМООРГАНИЗАЦИЯ процесса горения — необходимое условие его **СУЩЕСТВОВАНИЯ**. **С. 42**



.01

НОВОСТИ НАУКИ

.02

ЧЕЛОВЕК

14 **В. Н. Анисимов**
Камертон старения

.03

НАНОТЕХНОЛОГИИ

22 **Д. В. Калинин, В. В. Сердобинцева**
От благородного опала к нанопленкам

.04

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ЭКСПЕДИЦИЙ

28 **Н. П. Похиленко**
Алмазный путь длиной в 3 миллиарда лет

.05

НАУЧНАЯ МАСТЕРСКАЯ

40 **Ю. Н. Пальянов**
Алмаз сегодня и завтра...

.06

ФАКУЛЬТЕТ

42 **В. А. Суюшев**
От ламинарного пламени до торнадо, или Чем плоское пламя отличается от детонационного горения

.07

НАУЧНАЯ МАСТЕРСКАЯ

48 **Ф. С. Быковский, С. А. Ждан, Е. Ф. Ведерников**
На пути к детонационному двигателю

БЕСКОНЕЧНАЯ ЖИЗНЬ и БЕСКОНЕЧНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ: о первых обитателях нашей планеты. **С. 56**

За Уралом живет **ЕДИНСТВЕННОЕ** в России **СТАДО** чистокровных беловежских **ЗУБРОВ**. **С. 70**



.08

ЭВОЛЮЦИЯ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ

56 **В. Е. Репин, В. В. Власов**
Путешествие в невидимый мир

.09

ПУТЕВЫЕ ЗАМЕТКИ

70 **В. С. Прасолов**
Хрупкий мир зубров

.10

ПРИРОДНЫЕ ФЕНОМЕНЫ

88 **Е. В. Карпова**
Все краски мира

.11

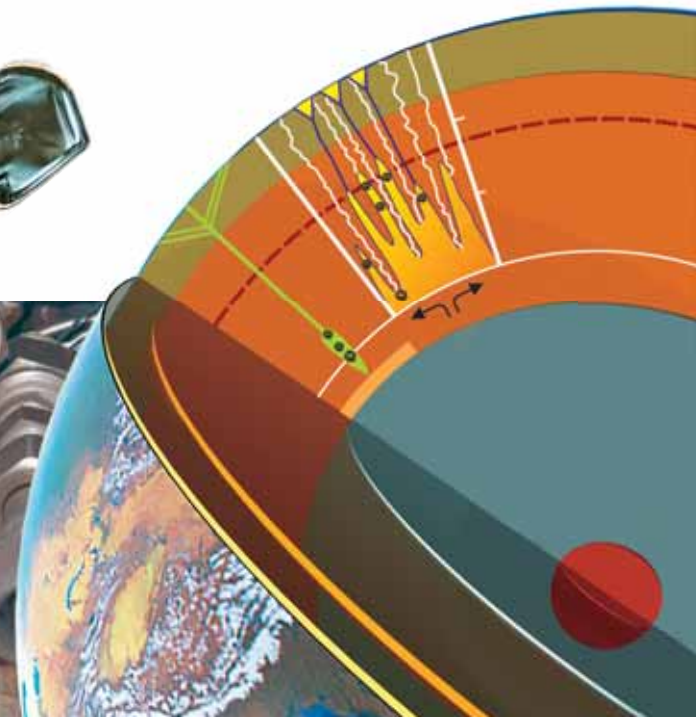
КНИЖНЫЕ НОВИНКИ

100 **В. И. Молодин**
Кресты-тельники Илимского острога

.12

НАРОДЫ И КУЛЬТУРА

102 **С. Ю. Лепехов**
Святыни буддийской цивилизации



Cordyceps militaris

ЦЕЛЕБНАЯ «ТРАВА,

ПОЕДАЮЩАЯ ГУСЕНИЦУ»

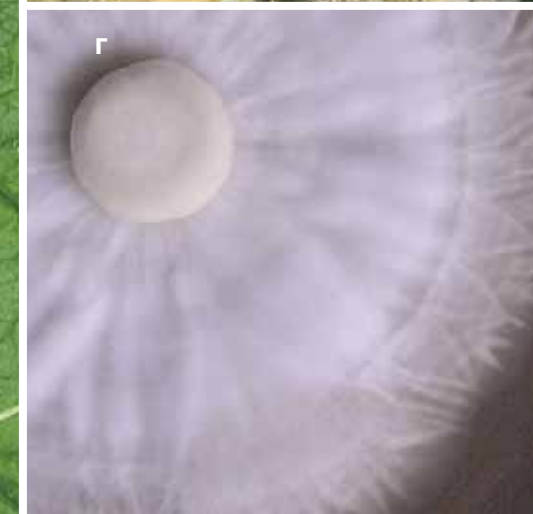


Мир грибов удивительно богат и разнообразен: недаром они выделены в отдельное царство наряду с животными и растениями. Однако наши знания об этих созданиях по большей части ограничены «кулинарными» и медицинскими рамками. Грибы могут паразитировать не только на млекопитающих: среди них около двух тысяч видов живет за счет различных беспозвоночных животных, в том числе около тысячи энтомопатогенных, т. е. тех, которые поражают насекомых. При этом ряд видов подобных грибов синтезирует биологически активные вещества, которые с успехом могут использоваться в фармакологии для создания эффективных лекарственных препаратов

Паразитические грибы являются одним из важных естественных регуляторов численности популяций насекомых в наземных и водных местообитаниях. Часть видов этих грибов можно легко культивировать в лабораторных условиях, поэтому их нередко используют для создания безвредных для человека и окружающей среды биопрепаратов против массовых насекомых, таких как колорадский жук, саранчовые, тли и др. Но наш интерес к этим уникальным созданиям природы вызван еще и другим обстоятельством: некоторые из них с давних времен нашли применение в традиционной восточной медицине.

Плодовые тела гриба *Cordyceps militaris*, паразитирующего на куколках бабочек (фото слева и фото справа, в центре)

Гифомицеты — наиболее распространенные энтомопатогенные грибы, на основе которых создаются препараты против насекомых вредителей, — паразитируют на насекомых различных отрядов (а, б) и успешно выращиваются на питательных искусственных средах (в, г)





Хозяева паразитического гриба *Cordyceps militaris*, найденного в Западной Сибири (Новосибирская обл.) — бабочки различных семейств, питающиеся листвой берез:

а — двухцветная хохлатка (*Leucodonta bicoloria*), доминирующий вид в обнаруженном очаге массового размножения чешуекрылых;
б — стрельчатка (*Acronicta alni*);

в — лунка серебристая (*Phalera bucephala*);
г — хохлатка-верблюдка (*Ptilodon capucina*)

В публикации использованы фотографии В. Глупова и В. Крюкова (ИСиЭЖ СО РАН)

«Трава жизни»

В медицинском отношении очень показательны сумчатые грибы рода *Cordyceps*. Так, упоминание об использовании в качестве лекарства грибов вида *C. sinensis*, произрастающих в горных районах Китая, Тибета и Непала на гусеницах тонкопрядов, относится к 1082 г. Тибетцы называют его *Yarsa-Khumbu* — «летняя травка-зимнее насекомое»; китайцы — *Dong chong xia cao*, т. е. «травка, поедающая гусеницу». А непальцы называют гриб *Jivan booti*, что в переводе буквально означает «травка жизни».

И действительно: плодовые тела *C. sinensis* содержат уникальные вещества — полисахариды, обладающие иммуномодуляторными, антибактериальными и противовирусными свойствами. Этот гриб считается ценнейшим средством от астмы, гепатита, болезней кровеносных сосудов и почек, цирроза печени, рака и многих других тяжелых заболеваний. В работах ряда исследователей показано, что аналогичные фармацевтические свойства присущи и другим видам грибов, принадлежащих к роду *Cordyceps*.

Представители рода *Cordyceps* обитают в основном в субтропическом и тропическом поясах, но в последние годы многие виды были обнаружены и в умеренных широтах. Самым обычным видом данного рода считается *Cordyceps militaris*, который обитает в Евразии, Северной Америке и Северной Африке. На территории России он встречается достаточно часто: в первую очередь, в Приморском крае, реже — в центре и на юге европейской части страны.

Сведения о встречаемости и биологии *C. militaris* на территории Сибири до недавнего времени практически отсутствовали, за исключением двух свидетельств о единичных находках этого гриба в Иркутской и Новосибирской областях в 90-х гг. прошлого столетия.

Родом из Западной Сибири

Ученые из лаборатории патологии насекомых Института систематики и экологии животных СО РАН в течение многих лет (с 1999 по 2006 гг.) проводили паразитологические исследования на юге Западной Сибири, а также в Северо-Восточном и Центральном Алтае. В результате сначала были обнаружены гифомицеты — не образующие плодовых тел виды грибов, принадлежащие к родам *Beauveria* и *Paecilomyces*, которые поражают насекомых различных отрядов, преимущественно жуков, клопов и бабочек.

И вот к концу летне-осеннего полевого сезона 2007 г. в березово-сосновых лесах в окрестностях г. Болотное (Новосибирская обл.) на площади в несколько гектаров были найдены плодовые тела *C. militaris*. Хозяевами гриба в обследованных лесах оказались разные виды чешуекрылых: хохлатки, совки, пяденицы и совковидки, — при этом инфицированными оказались практически все обнаруженные экземпляры бабочек.

Гусеницы этих бабочек живут с июля по сентябрь на березе, осине, иве, черемухе и других деревьях и кустарниках, а куколки зимуют в лесной подстилке и в почве. Максимальная плотность куколок и, соответственно, плодовых тел грибов на исследованном участке достигала внушительной цифры — 20 экземпляров на каждый квадратный метр! Такая высокая численность была отмечена на границе леса и рубок в валежниках, заросших малиной и крапивой, а также у поросших мхом комлей деревьев и близ старых пней.

Вид *C. militaris* является особо изменчивым как по размеру плодовых тел, так и по их количеству, форме, окраске и другим признакам. К настоящему времени микологами описано несколько очень сходных представителей данного рода, поэтому можно предположить, что в Новосибирской области обнаружены грибы,

принадлежащие к комплексу близких видов. Это допущение, также как и детальное изучение жизненного цикла и экологических предпочтений гриба-«сибиряка», безусловно, требуют дальнейших, более глубоких полевых и лабораторных исследований.

На сегодня из взятых в природе плодовых тел удалось выделить в культуру несколько изолятов *C. militaris* в виде бесполой стадии, т. е. грибного мице-

лия. Одна из задач, стоящих сейчас перед исследователями — подобрать искусственные питательные среды, на которых гриб будет образовывать плодовые тела, которые и обладают целебными свойствами. Детально изучив биохимические и фармакологические свойства *C. militaris* и отработав технологию его выращивания, можно получить новое, более доступное по стоимости сырье для медицинских целей.

Рост мицелия энтомопатогенного гриба *C. militaris*, найденного в Западной Сибири исследователями из ИСиЭЖ СО РАН, на искусственных питательных средах

К. б. н. В. Ю. Крюков, О. Н. Ярославцева
(Институт систематики и экологии животных
СО РАН, Новосибирск)



Сибирский праздник на монгольской земле

В период с 21 по 24 октября в столице Монголии Улан-Баторе гостила делегация ученых СО РАН. В эти дни здесь проводились Дни науки и техники, посвященные 50-летию Сибирского отделения.

«В истории наших взаимоотношений, — отметил президент АН Монголии академик Б. Чадраа, — не было такого случая, чтобы в Монголию одновременно приехало такое количество российских академиков, докторов наук и профессоров. Встретились старые друзья, соратники по совместным, еще советско-монгольским, экспедициям. Им было что вспомнить, о чем поговорить».

В загородном туристическом кампусе состоялось общее выездное заседание. Обсуждались вопросы дальнейшего сотрудничества между АНМ и СО РАН, в том числе и дальнейшее развитие успешных археологических работ, а также палеоклиматические изыскания на озере Хубсугул и исследования в области монголоведения, буддологии, тибетологии. Отдельно рассматривалось совместное участие сторон в новых программах: «Проблемы опустынивания в Централь-

ной Азии» и «Устойчивое развитие в Азии: энергетика, природные и человеческие ресурсы, культура и социальная среда», — которые имеют статус совместных проектов Ассоциации академий наук Азии. В перерыве между заседаниями председатель СО РАН академик Н. Добрецов вручил президенту АНМ академику Б. Чадраа подборку номеров журнала «Наука из первых рук», особо отметив номер о Чингисхане, который может заинтересовать монгольского читателя.

На следующий день в Российском центре науки и культуры прошло торжественное заседание, посвященное 50-летию СО РАН, а также состоялась конференция «Результаты и перспективы монголо-российского научного сотрудничества». Собравшихся приветствовал президент АНМ академик Б. Чадраа. С теплыми словами обратился к землякам Чрезвычайный и Полномочный Посол РФ в Монголии Б. Говорин, который еще совсем недавно был губернатором Иркутской области. Академик Н. Добрецов энергично и конкретно подвел итог многолетнему совместному научному

творчеству, выразил уверенность в его перспективах. Под аплодисменты зала Николай Леонтьевич вручил Б. Чадраа и Б. Говорину почетные знаки СО РАН «Золотая Сигма». В ходе научной конференции прозвучали доклады геологов, биологов, экологов, археологов. С большим докладом «Опустынивание в Центральной Азии и периодичность глобальных изменений в четвертичном периоде» выступил академик Н. Добрецов. В фойе центра были развернуты юбилейная выставка СО РАН и выставка научных книг сибирских ученых; эти книги были преподнесены в дар АН Монголии. В тот же день российские ученые имели беседу со спикером Великого Хурала (парламента) Монголии Д. Лундэжанцаном. Закончился праздничный день приемом, организованным Президиумом АНМ. 23 октября члены российской делегации в соответствии со своими специальностями разъехались по профильным



После того как академик М. Кузьмин выступил с двумя докладами, он подробно ответил на вопросы сотрудников института и студентов геофака

Интернациональная семья ученых Монголии и России





Председатель СО РАН академик Н. Л. Добрецов дает интервью монгольским тележурналистам



Старинный пограничный город Кяхта имеет богатую историю. Его становление и развитие связано с именем русского дипломата С. Л. Рагузинского. Отсюда начинали свой путь исследователи Центральной Азии: Г. Н. Потанин, Н. М. Пржевальский, В. А. Обручев, А. П. Окладников. Через Кяхту проходил знаменитый «чайный путь»



По плотности транспортного потока современный Улан-Батор вряд ли уступает иным столицам мира, только вот радости это доставляет мало...

институтам. Приятно отметить, что конференц-зал Института геологии и минеральных ресурсов, где мне довелось присутствовать, был заполнен до отказа сотрудниками института и студентами-геологами. С докладами выступили академик М. Кузьмин, член-корреспондент РАН И. Гордиенко, доктора геолого-минералогических наук А. Миронов, В. Антипин. Встреча превратилась в научную мини-сессию с вопросами, ответами и обсуждениями. Подобные мероприятия прошли и в других институтах столицы Монголии.

Домой иркутская команда привезла не только легкий груз приятных впечатлений, но и сотрудницу Института геологии и минеральных ресурсов АН Монголии Ц. Наранцэцэг. В первый день ноября аспирантка академика М. Кузьмина успешно защитила диссертацию на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук.

*В. Короткоручко,
спецкор журнала в Иркутске*

Президент Академии наук Монголии академик Б. Чадраа

В этой юрте геологи строили планы на будущее и, конечно же, вспоминали славное прошлое...

Сегодня монгольская столица — это смесь национального и европейского стилей



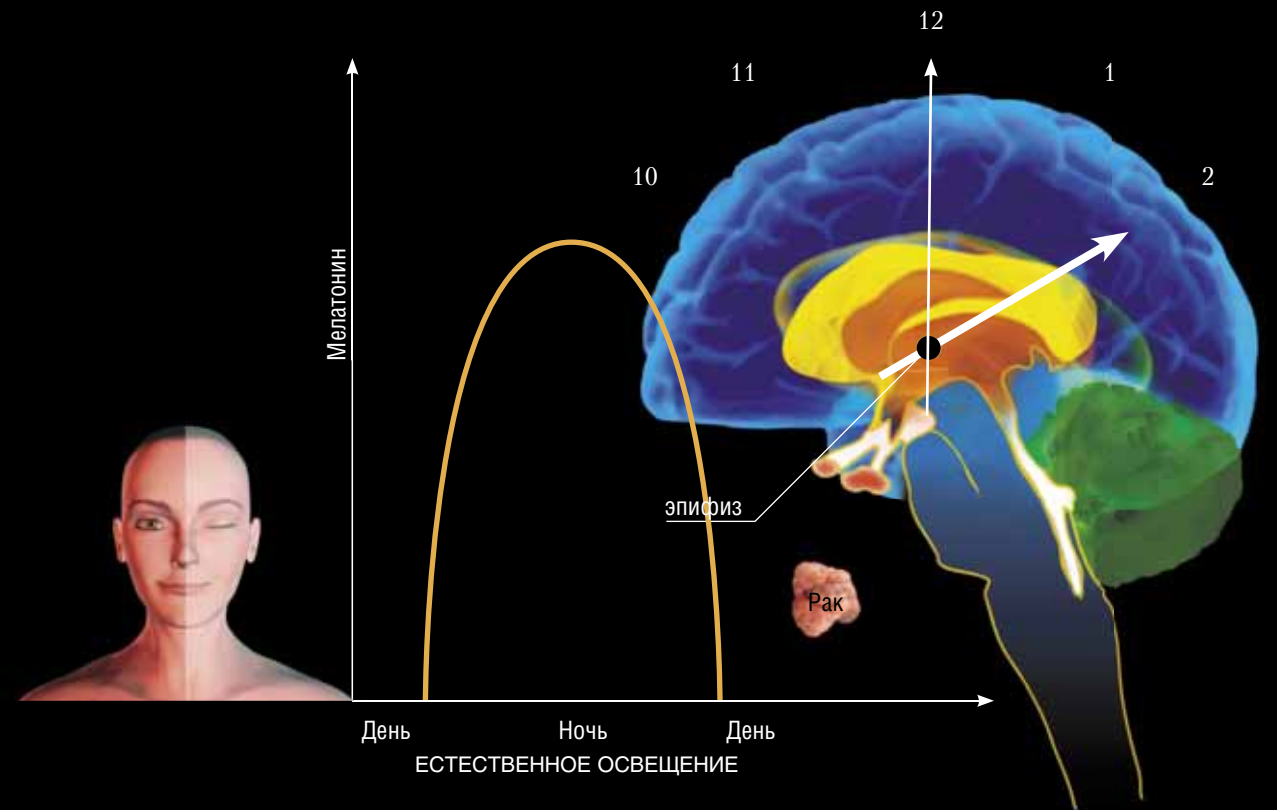
камертон СТАРЕНИЯ



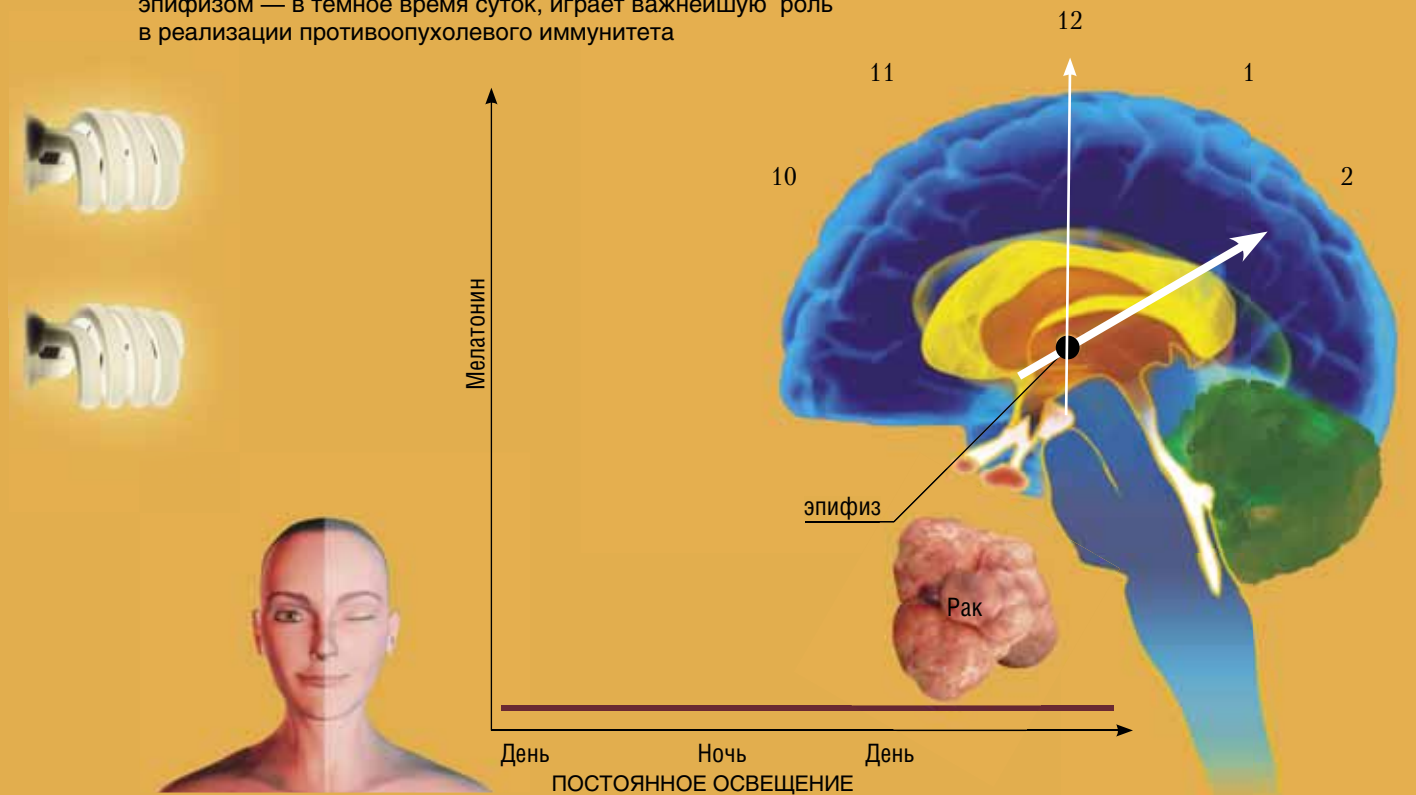
АНИСИМОВ Владимир Николаевич — профессор, доктор медицинских наук, руководитель отдела канцерогенеза и онкогеронтологии НИИ онкологии им. Н. Н. Петрова Росмедтехнологий (Санкт-Петербург), президент Геронтологического общества РАН, член Совета Международной ассоциации геронтологии и гериатрии. Область интересов — экспериментальная онкология и геронтология. Автор 20 монографий и более 400 публикаций в научных журналах

Смена дня и ночи, света и темноты — одно из наиболее существенных природных явлений на Земле. Вращение нашей планеты вокруг своей оси и одновременно вокруг Солнца отсчитывает сутки, сезоны и годы человеческой жизни. Биологическими часами организма служит эпифиз (шишковидная железа), а его гормон мелатонин можно уподобить маятнику, который обеспечивает ход этих часов. Трудно переоценить роль, которую играет наш природный хронограф в регуляции физиологических ритмов организма и их адаптации к условиям внешней среды

Честь открытия этого гормона принадлежит А. Лернеру, дерматологу из Йельского университета. В 1953 г. ему удалось выделить из бычьих эпифизов экстракт, благодаря которому кожа лягушки становилась более светлой. Исследователь и его коллеги переработали 250 тысяч эпифизов, чтобы получить ключевой компонент — активную субстанцию, которая была идентифицирована как N-ацетил-5-метокситриптамин. Первооткрыватель дал новому гормону более романтическое имя «мелатонин» (от греческих слов *melas* — черный и *tosos* — труд) и представил свое открытие на суд общественности в одностраничной статье, опубликованной в 1958 г. в *Journal of American Chemical Society*.



Гормон мелатонин, выделяемый нашими «биологическими часами» — эпифизом — в темное время суток, играет важнейшую роль в реализации противоопухолевого иммунитета



Наши «солнечные часы»

Эпифиз — нейроэндокринный орган, основной функцией которого является передача информации о световом режиме окружающей среды во внутреннюю среду организма, — обнаружен у всех позвоночных.

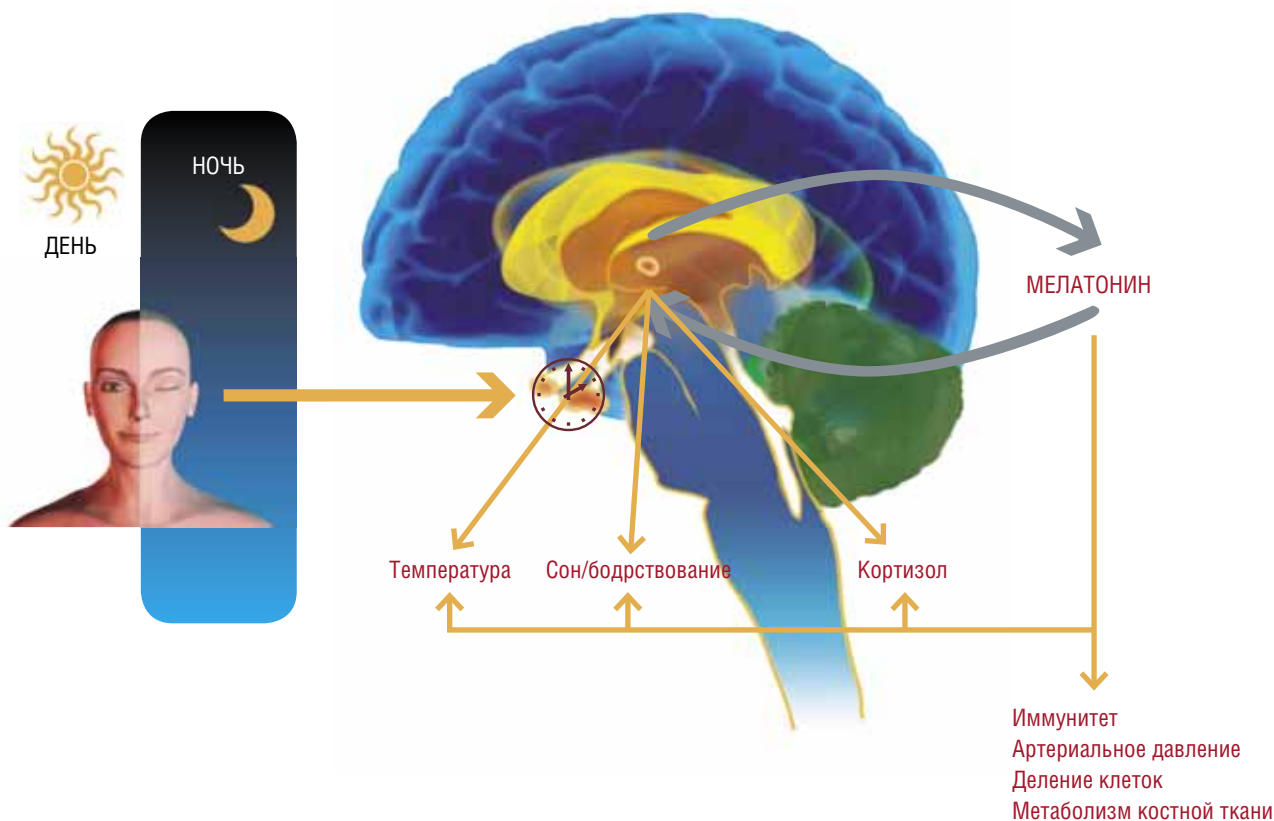
Необходимо отметить, что в организме присутствует и *экстрапинеальный мелатонин*, то есть мелатонин, синтезированный вне эпифиза. Открытие последнего связано с российскими учеными Н. Т. Райхлиным и И. М. Кветным,

которые в 1974 г. установили, что способностью синтезировать мелатонин обладают и клетки червеобразного отростка кишечника. Выяснилось, что мелатонин образуется и в других отделах желудочно-кишечного тракта, а также в печени, почках, желчном пузыре, яичниках, плацентах, тимусе, в клетках крови (лейкоцитах, тромбоцитах) и т. д. Биологическое действие экстрапинеального мелатонина реализуется непосредственно там, где он синтезируется.

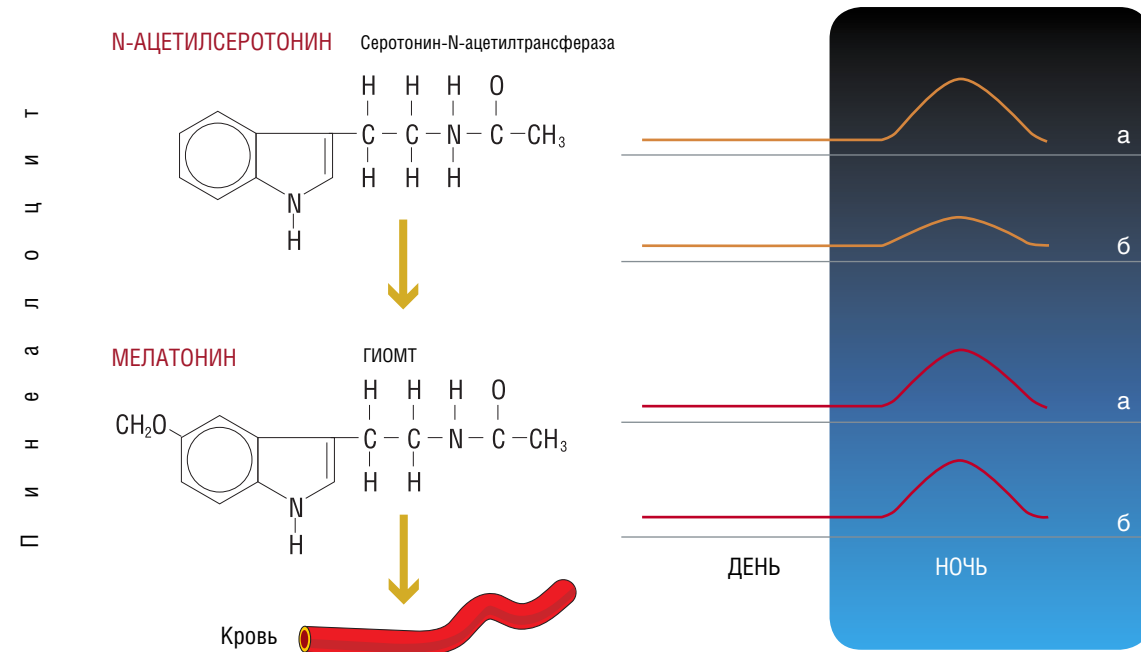
Пожалуй, наиболее точным было бы сравнение эпифиза с солнечными часами, в которых мелатонин

играет роль тени от гномона — стержня, который служит для определения высоты солнца. Днем светило высоко и тень коротка (соответственно, уровень мелатонина минимален), с наступлением темноты синтез мелатонина эпифизом и его секреция в кровь возрастают. Таким образом, концентрация мелатонина имеет суточный ритм, определяемый хронологическим метрономом — вращением Земли вокруг своей оси.

В рамках суточного ритма организма мелатонин поддерживает цикл сна-бодрствования организма, а также суточные изменения



Физиологический контроль эндокринной функции эпифиза у человека и животных в значительной мере осуществляется световым режимом. Световая информация, воспринимаемая через глаза, передается в эпифиз по нейронам супрахиазматического ядра (СХЯ) гипоталамуса. В темное время суток сигналы от СХЯ вызывают увеличение синтеза и высвобождение норадреналина из симпатических окончаний. Этот нейромедиатор возбуждает рецепторы, расположенные на мембране пинеалцитов (клеток эпифиза), стимулируя синтез мелатонина. Этот нейрогормон, в свою очередь, оказывает значительное влияние на многие физиологические функции организма



Биосинтез и суточный ритм мелатонина в пинеалоцитах (клетках эпифиза) (а) и в крови (б). Свет угнетает продукцию и секрецию мелатонина, поэтому его максимальный уровень в эпифизе и крови наблюдается в ночные часы, а минимальный — в утренние и дневные

двигательной активности и температуры тела. Концентрация его в крови достигает своего максимума за 1–2 часа до пробуждения: именно в это время сон человека наиболее глубок, а температура тела достигает своего минимума.

Электричество, вошедшее в нашу жизнь более ста лет назад, кардинально изменило световой режим. Воздействие света на человека в ночное время, часто называемое *световым загрязнением*, стало существенной частью современного образа жизни, для которого характерно множество серьезных расстройств поведения и состояния здоровья, включая сердечно-сосудистые заболевания и рак. Согласно гипотезе *циркадианной деструкции*, длительное использование дополнительного освещения нарушает внутренний суточный ритм, подавляет ночную секрецию мелатонина, что приводит к снижению его концентрации в крови.

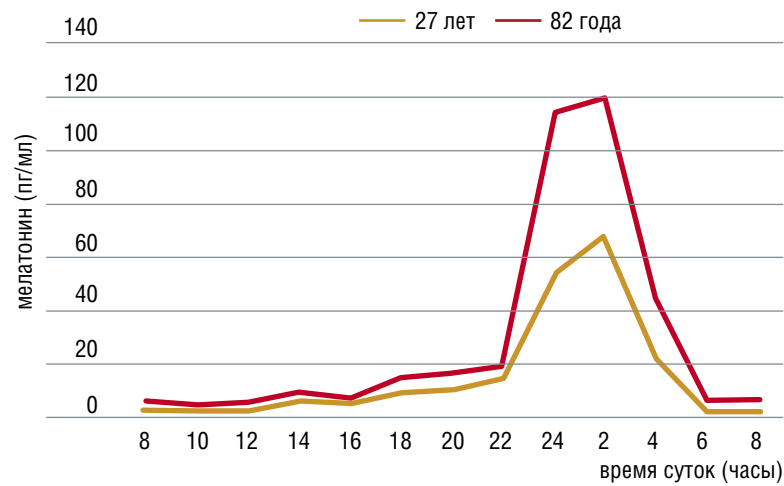
Ночной охранник мелатонин

Показано, что освещенность в 1,3 лк монохромного синего света (или в 100 лк белого света) может значительно подавить продукцию мелатонина эпифизом. Значительное снижение уровня мелатонина было обнаружено у добровольцев, которых подвергали прерывистому воздействию света в ночное время на протяжении двух недель.

В основе молекулярного часового механизма супрахиазматического ядра гипоталамуса (по нейронам которого в эпифиз передается световая информация) лежит взаимодействие положительных и отрицательных обратных связей между работой нескольких, по крайней мере девяти, основных «часовых генов», обеспечивающих циркадианный (околосуточный) ритм. Обнаружено, что свет напрямую воздействует на экспрессию неко-

торых таких генов. Те же, в свою очередь, регулируют функции ключевых генов клеточного цикла и генов апоптоза. Мутации в некоторых часовых генах драматически сказываются на многих функциях организма и приводят к развитию различных патологических процессов.

Искусственное увеличение продолжительности светового периода в течение дня даже на 2–4 часа приводит у грызунов к увеличению продолжительности эстрального цикла, а в некоторых случаях — к его нарушению. Если воздействие света на мышей и крыс увеличить до 24 часов в сутки, у большинства из них в короткие сроки разовьется синдром персистирующего (постоянного) эструса. В естественных условиях этот синдром развивается в более позднем возрасте и затем переходит в анэструс, который является физиологическим эквивалентом климакса у женщин.



С возрастом продукция мелатонина эпифизом уменьшается, что видно по суточному ритму концентрации мелатонина в крови мужчин разного возраста

В яичниках у крыс с персистирующим эструсом обнаруживают фолликулярные кисты и гиперплазию ткани яичника, в них отсутствуют желтые тела. Циклическое производство гормонов, характерное для нормального репродуктивного периода, нарушается, что приводит к гиперпластическим процессам в молочных железах и матке.

И крысы в этом отношении оказались не столь далеки от человека. Имеются данные о том, что дополнительное освещение в ночное время укорачивает продолжительность менструального цикла у женщин

с длинным (более 33 дней) циклом. Так, у 60 % обследованных медицинских сестер с регулярным менструальным циклом и частой работой в ночную смену менструальный цикл был короче 25 дней, а около 70 % сестер жаловались на редкие или частые дисменореи (отсутствие менструаций).

Использование постоянного освещения приводит к увеличению порога чувствительности гипоталамуса к ингибирующему действию эстрогенов — ключевого механизма в старении репродуктивной системы как у самок крыс, так и у женщин.

Основные функции эпифиза в организме

- Регуляция циркадианных и сезонных ритмов организма
- Регуляция репродуктивной функции
- Антиоксидантная защита организма
- Противоопухолевая защита
- «Солнечные часы старения»

Таким образом, дополнительное ночное освещение способствует ускорению связанного с возрастом угасания женской репродуктивной функции.

У крыс с персистирующим эструсом также обнаружено снижение толерантности к глюкозе и чувствительности к инсулину. Кроме того, воздействие постоянного света на организм увеличивает интенсивность перекисного окисления липидов в тканях животных, тогда как применение мелатонина вызывает ее снижение, особенно в головном мозге.

Антиоксидантный эффект мелатонина был открыт американским ученым Р. Рейтером в 1993 г. Он обусловлен выраженной способностью мелатонина нейтрализовать свободные радикалы, в том числе такие, которые образуются при перекисном окислении липидов, а также тем, что в его присутствии активизируется глутатионпероксидаза — мощный эндогенный фактор ферментативной защиты от радикального окисления.

В течение последних 20 лет удалось установить, что мелатонин играет важнейшую роль в регуляции иммунной защиты организма, в том числе и в реализации противоопухолевого иммунитета. К настоящему моменту доказано, что рецепторы мелатонина присутствуют на мембранах многих иммунокомпетентных клеток. Удаление эпифиза или использование препаратов, подавляющих синтез мелатонина, сопровождается угнетением продукции антител, а его введение стимулирует производство лимфоцитами интерлейкинов и γ -интерферона.

Ночная работа и рак

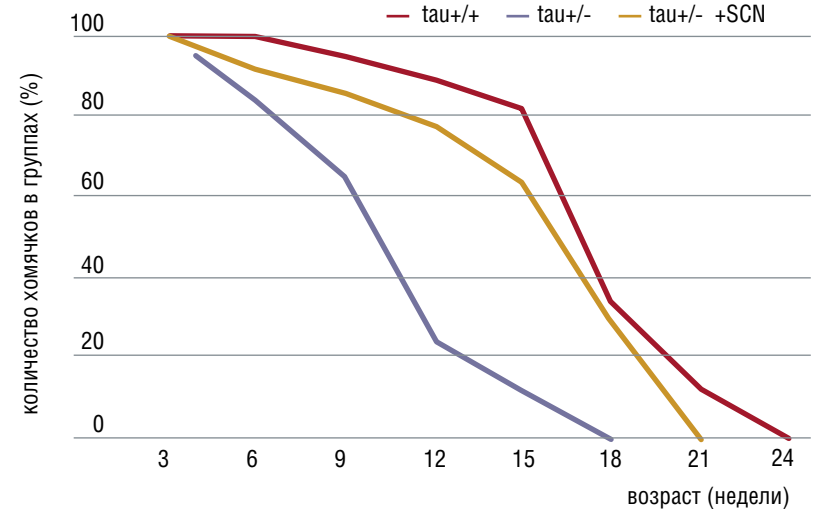
Число рабочих, имеющих ночную работу или работу по сменам, достигает одной пятой от общего

числа работающих в США и в большинстве стран ЕЭС. Очевидное ухудшение здоровья у таких работников связано с нарушениями сна, желудочно-кишечными и сердечно-сосудистыми заболеваниями, нарушениями метаболизма; возможно и увеличение риска развития диабета.

Показано, что ожирение, высокий уровень триглицеридов и холестерина, а также низкая концентрация «антисклеротических» липопротеинов высокой плотности (ЛВП) обнаруживаются в этой группе чаще, чем у работающих в дневную смену. Кроме того, доказано, что эти показатели, наряду с гипертонией, сниженными фибринолитической активностью крови и толерантностью к глюкозе, являются факторами риска возникновения не только сердечно-сосудистых заболеваний, но и злокачественных опухолей. Это подтверждают данные о гораздо большем числе смертей от злокачественных новообразований у сменных рабочих, проработавших на производстве не менее 10 лет, по сравнению с рабочими, занятыми только в дневное время.

Повышенный риск развития рака молочных желез установлен среди медсестер, имевших стаж более 30 лет и работу по сменам, что сопровождалось снижением уровня мелатонина и повышением концентрации эстрогенов в их крови. Высокий онкологический риск характерен также для женского летного состава авиалиний и женщин других профессий, работающих в ночные смены.

Еще в 1964 г. немецкий исследователь В. Йохле обнаружил, что число опухолей молочной железы и обусловленных ими смертей у мышей, содержащихся в помещении с круглосуточным освещением, значительно выше, чем у животных, находившихся в обычном световом режиме. Аналогичная закономерность прослеживается и в отношении других опухолей.



Мутации в гене tau — одном из часовых генов, работающих в клетках супрахиазматического ядра гипоталамуса, — влияют на продолжительность жизни хомячков

Через два года И. О. Смирнова, сотрудница Онкологического научного центра (Москва), обнаружила, что в молочной железе подавляющего большинства самок крыс через семь месяцев после начала воздействия на них постоянного освещения идет развитие гиперпластических процессов и мастопатий. По данным И. А. Виноградовой (Петрозаводский государственный университет), при содержании в условиях постоянного освещения до 18-месячного возраста доживает чуть больше половины самок крыс, при стандартном же освещении — почти 90 % крыс. При этом у 30 % крыс из первой группы были обнаружены спонтанные опухоли, тогда как среди крыс, содержащихся в стандартном режиме освещения, такие опухоли встречались только у 16 %.

Сходный эффект от постоянного освещения был получен в опытах, проведенных в нашей лаборатории Д. А. Батуриным на самках мышей, несущих ген рака молочной железы HER-2/neu. У этих животных было отмечено большее число множественных аденокарцином молочной железы по сравнению с группой самок, содержащихся

при стандартном освещении. Следует отметить, что канцерогенный эффект от постоянного освещения пропорционален интенсивности последнего.

В 1965 г. И. К. Хаецкий из Института проблем онкологии (Киев) впервые сообщил о стимулирующем влиянии постоянного освещения на химически вызванный канцерогенез молочных желез у крыс. Впоследствии, в ряде работ наших и зарубежных исследователей, было доказано активирующее влияние постоянного освещения на развитие у животных опухолей различных локализаций, индуцированных канцерогенами.

При этом воздействие круглосуточного освещения необязательно должно быть постоянным. Так, при проведении наших экспериментов совместно с Д. Ш. Бенишвили крысы, подвергнутые трансплацентарному воздействию канцерогена N-нитрозэтилмочевины, содержащиеся в комнате с включенным светом на протяжении всей беременности и в период вскармливания детенышей, после чего потомство содержалось при обычном световом режиме. Выяснилось, что

даже кратковременное воздействие постоянного освещения на грызунов способствовало в будущем развитию у них опухолей нервной системы и почек при введении канцерогена.

Лекарство против времени?

Таким образом, в результате проведения эпидемиологических и экспериментальных исследований ученые установили, что экологические и генетические факторы, которые повреждают системный и/или местный циркадианный ритм, могут ставить под угрозу временное регулирование деления клеток и усиливать рост опухолей. Но этим их негативное действие на организм не исчерпывается.

Нужно отметить, что даже при благоприятных условиях внешней среды уровень производства мелатонина в организме не остается постоянным в течение жизни. Так, у людей в возрастной группе 60–74 года большинство физиологических показателей претерпевает положительный фазовый сдвиг околосуточного ритма примерно

на 1,5–2 часа вперед. У лиц старше 75 лет нередко возникает десинхронизация секреции многих гормонов, температуры тела, сна и некоторых поведенческих ритмов. С чем это может быть связано? При старении угнетаются, в том числе, и функции шишковидной железы, что проявляется, прежде всего, в нарушении ритма производства мелатонина и в снижении уровня его секреции.

Если эпифиз — солнечные часы организма, то очевидно, что любые изменения длительности светового дня должны существенным образом сказываться на его функциях и, в конечном счете, на скорости старения. И действительно: в ряде работ было показано, что нарушение фотопериодичности может приводить к существенному уменьшению продолжительности жизни.

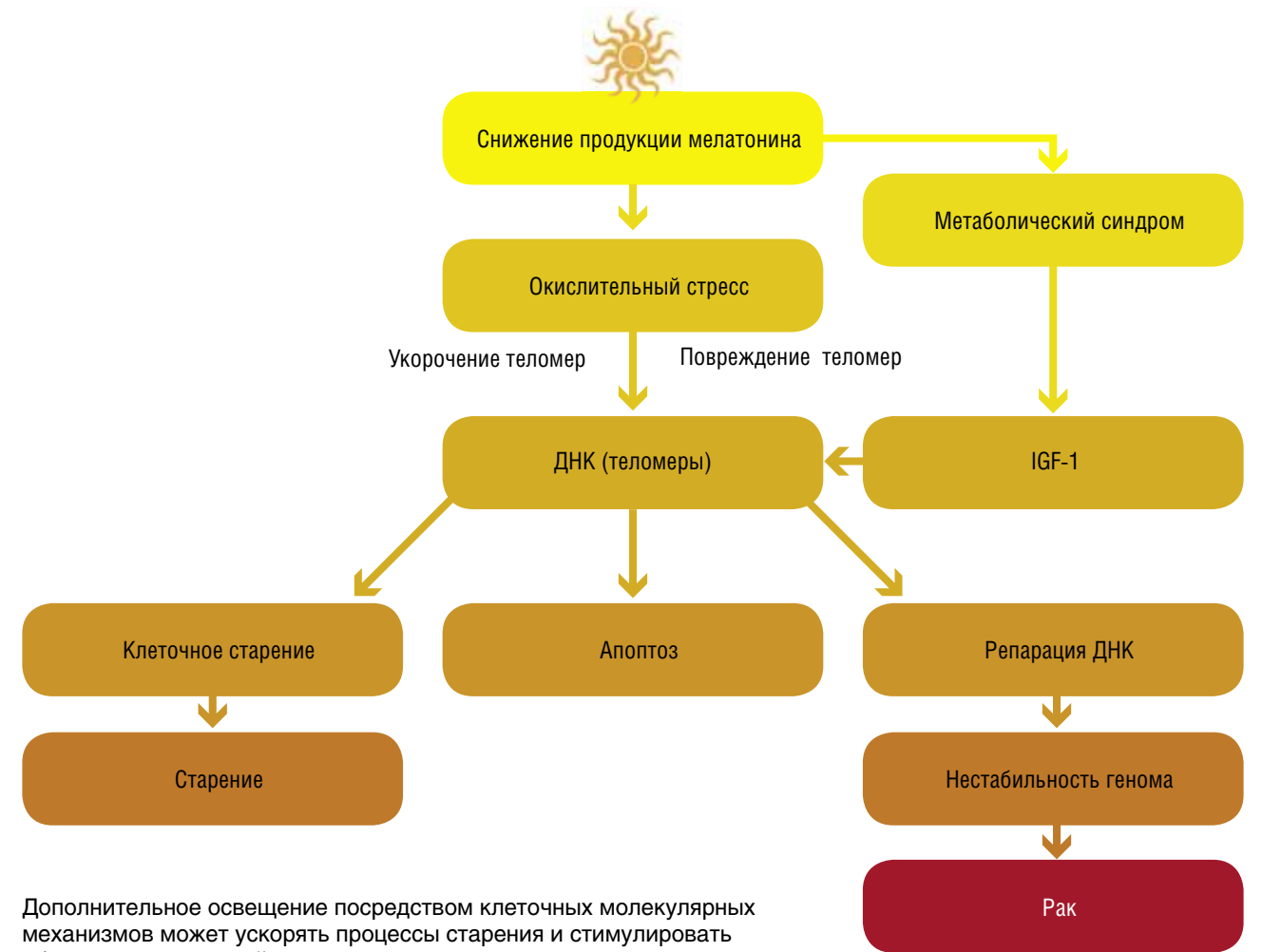
Американские исследователи М. Хард и М. Ральф обнаружили, что у золотистых хомячков с особой мутацией в гене, отвечающем за генерацию ритмических сигналов в супрахиазматическом ядре гипоталамуса (а именно этими сигналами задается ритм производства мелатонина), продолжительность жизни была на 20 % ниже, чем у контрольной группы животных.

Этот эффект удалось полностью устранить, имплантировав клетки гипоталамуса эмбрионов здоровых хомячков в головной мозг старых мутантных хомячков.

К сокращению продолжительности жизни животных приводит и экспериментальное разрушение супрахиазматического ядра. Это неудивительно, ведь в этих ядрах свою активность проявляет целый набор уже упоминавшихся «часовых» генов. Нарушение функции одного из них (*Per2*) вызывает преждевременное старение мышей и увеличивает их чувствительность к развитию опухолей. Мутации в другом гене циркадианного ритма (*Clock*) приводят к развитию ожирения и метаболического синдрома, а также к преждевременным нарушениям репродуктивного цикла у мышей.

В многочисленных исследованиях показано, что введение мелатонина способно замедлять процессы старения и увеличивать продолжительность жизни лабораторных животных (дрозофил, плоских червей, мышей, крыс). Кроме того, имеются публикации о способности мелатонина повышать устойчивость организма к окислительному стрессу и ослаблять проявления у людей таких заболеваний, как макулодистрофия сетчатки, болезнь Паркинсона, болезнь Альцгеймера, гипертоническая болезнь, сахарный диабет, связанных с преклонным возрастом.

Все перечисленное вызывает определенный оптимизм по поводу возможного использования этого гормона в медицинской практике. Безусловно, необходимы дальнейшие всесторонние клинические испытания мелатонина, которые, как представляется, должны существенно расширить область его применения в лечении и профилактике возрастных заболеваний и, в конечном счете, преждевременного старения.



Дополнительное освещение посредством клеточных молекулярных механизмов может ускорять процессы старения и стимулировать образование опухолей

Литература

1. Анисимов В.Н. Физиологические функции эпифиза (геронтологический аспект) // РФЖ. — 1997. — Т. 83. — № 8. — С. 1–13.
2. Анисимов В.Н. Мелатонин и его место в современной медицине // РМЖ. — 2006. — Т. 14. — № 4. — С. 269–273.
3. Анисимов В.Н., Айламазян Э.К., Батуриной Д.А., Забежинский М.А., Алимова И.Н., Попович И.Г., Бениашвили Д.Ш., Мэнтон К.Р., Провинциали М., Франчески К. Световой режим, ановуляция и риск злокачественных новообразований женской репродуктивной системы: механизмы связи и профилактика // Журнал акушерских и женских болезней. — 2003. — Т. 52. — № 2. — С. 47–58.
4. Анисимов В.Н., Виноградова И.А. Световой режим, мелатонин и риск развития рака // Вопросы онкологии. — 2006. — Т. 53. — № 5. — С. 491–498.

5. Анисимов В.Н., Забежинский М.А., Попович И.Г. Мелатонин угнетает канцерогенез толстой кишки, индуцируемый 1,2-диметилгидразином у крыс: эффекты и возможные механизмы // Вопросы онкологии. — 2000. — Т. 46. — № 2. — С. 136–148.
6. Анисимов В.Н., Кветной И.М., Комаров Ф.И., Малиновская Н.К., Рапопорт С.И. Мелатонин в физиологии и патологии желудочно-кишечного тракта. — М., 2000.
7. Арушанян Э.Б. Хронофармакология на рубеже веков. — Ставрополь, 2005.
8. Комаров Ф.И., Рапопорт С.И., Малиновская Н.К., Анисимов В.Н. Мелатонин в норме и патологии. — М., 2004.

Эффекты от постоянного освещения

- Угнетение синтеза и секреции мелатонина
- Увеличение синтеза и секреции пролактина
- Увеличение порога чувствительности гипоталамуса к торможению эстрогенами
- Индукция ановуляции и кист яичника
- Стимуляция пролиферативных и опухолевых процессов в молочной железе и в эндометрии
- Усиление образования активных форм кислорода
- Стимуляция атеросклероза и развития метаболического синдрома

О Т Б Л А Г О Р О Д Н О Г О О П А Л А К н а н о п л е н к а м

Синтетическими драгоценными камнями сегодня никого не удивить. Рукотворные рубины и сапфиры сияют в кольцах и серьгах, а синтетические алмазы, как самые твердые природные камни, с успехом используются не только в ювелирной промышленности. Однако мало кто знает, что наиболее сложной задачей по созданию драгоценных камней оказался синтез благородного опала — одного из самых необычных и таинственных минералов с алмазной цветовой игрой. Подробно изучив динамику процесса роста опалов, ученые научились производить искусственный минерал, аналогичный природному. Необычные характеристики этого драгоценного камня сегодня привлекают не только любителей роскоши, но также физиков и технологов, поскольку с его помощью можно создать фотонику будущего

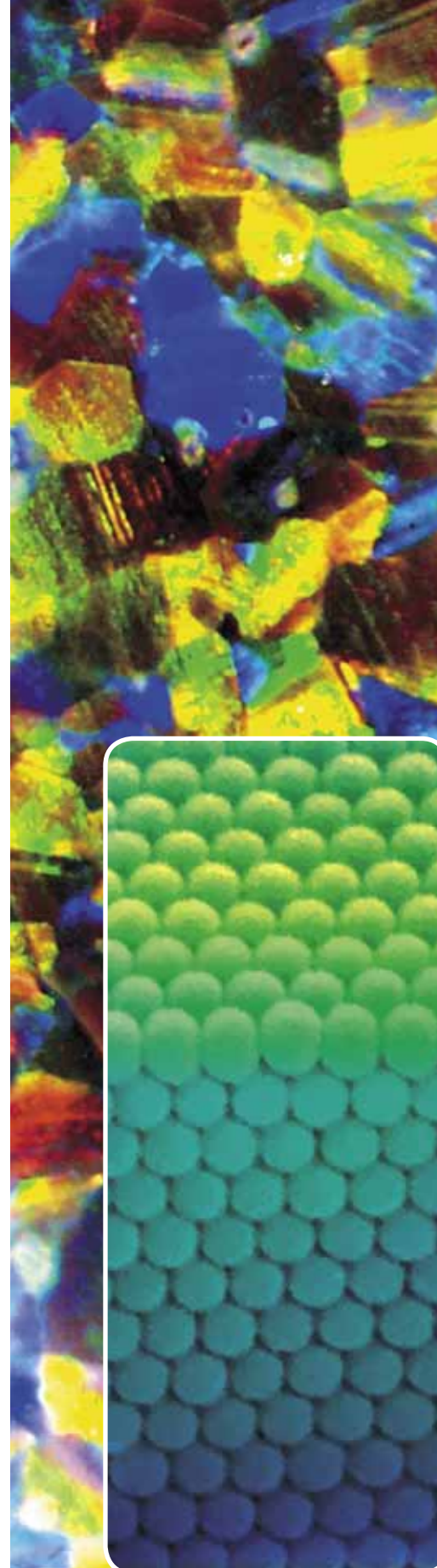


КАЛИНИН Дмитрий Валентинович — доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Института геологии и минералогии СО РАН (Новосибирск). Награжден орденом «Знак Почета», медалью «За трудовую доблесть», премией им. Авиценны. Имеет 15 патентов на изобретения и 176 публикаций в научных журналах



СЕРДОБИНЦЕВА Валентина Васильевна — кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Института геологии и минералогии СО РАН (Новосибирск). Автор 88 публикаций в научных журналах

Характеристические оптические исследования фотонно-кристаллических пленок опала выполнены в Институте автоматики и электротехники СО РАН д. ф.-м. н. А. И. Плехановым



Однородная структура вертикального скола монокристаллической пленки опала

Само название этого удивительного камня символично. Предполагают, что слово «опал» произошло от санскритского «упала», что в переводе означает «драгоценный камень». И благородный опал (*precious opal*) полностью оправдывает свое имя: он стоит в одном ряду с цветными драгоценными камнями, такими как изумруд и рубин, а черный благородный опал превосходит по стоимости даже бриллианты.

Уникальной особенностью этого камня является завораживающая игра цвета, связанная с дифракцией белого света на цветные составляющие. Причина этого явления заключена в регулярной наноразмерной внутренней структуре камня, подобной кристаллической.

Любой образец благородного опала состоит из соприкасающихся между собой доменов (блоков) регулярной структуры, которые ориентированы различным образом. Потому так изменчив и богат красками «рисунок» дифракционной игры, возникающей при повороте камня относительно падающего света; так создается поразительный эффект «живой» цветовой радуги этого необычного минерала.

подавляющее большинство месторождений благородного опала (96 %) находится на одном континенте — в Австралии. Первые попытки синтеза искусственных опалов были осуществлены французом Пьером Гильсоном в 1974 г. И сегодня две японские компании — *Kyocera* и *Inamori* — выпускают коммерческие синтетические опалы по разработанной ими технологии. Эти камни так и называются — *опалы Гильсона*, — поскольку по сути являются лишь имитацией природных камней: пространство между частицами кремнезема заполнено в них пластмассой.



Месторождений благородного опала в России нет. Это и было одной из причин, по которым около тридцати лет назад ученые из Новосибирского института геологии и минералогии СО РАН включились в «соревнование» по созданию синтетических благородных опалов, не уступающих по своим качествам природным драгоценным камням.

Седиментация или нанокристаллизация?

Первое сообщение о том, что регулярная структура благородного опала сложена *монодисперсными сферическими частицами кремнезема* (МСЧК) относится еще к 1964 г. В последующие годы внутреннее строение этого минерала с помощью электронной микроскопии изучалось многими исследователями.

С момента открытия регулярной структуры благородного опала и до последнего времени считалось, что этот минерал образуется в результате гравитационного осаждения (*седиментации*) МСЧК из щелочных коллоидных растворов (суспензий) в трещинах и пустотах осадочных пород с последующей их укладкой (самосборкой) в кристаллоподобную структуру.

Именно таким способом — путем спонтанного осаждения МСЧК либо осаждения с помощью центрифуг из суспензий в воде или этиловом спирте — получали синтетические опалы и новосибирские ученые, также первоначально придерживавшиеся гравитационной теории образования опалов. Первые предположения о том,

что все не так просто и что этот минерал является результатом разновидности процесса кристаллизации, возникли вследствие просмотра большого количества образцов австралийского благородного опала в ходе визита новосибирцев в Австралию в 1996 г.

Однако окончательное решение о том, что благородный опал образуется путем *объемной кристаллизации* концентрированных (в результате седиментации) суспензий МСЧК, сложилось после знакомства с работой японского исследователя Т. Окубо (Okubo, 1993), изучавшего термодинамику перехода в упорядоченное состояние суспензий сферических частиц полистирола, метилметакрилата и кремнезема. В дальнейшем новосибирским исследователям довольно быстро удалось осуществить объемную направленную кристаллизацию опала в различных вариантах: с поверхности концентрированной суспензии на глубину и, наоборот, со дна сосуда к поверхности; более того — вырастить отдельные пластинчатые монокристаллы опала на поверхности суспензии.

Кристаллы в ретроспективе

Стало совершенно очевидно, что благодаря седиментации МСЧК происходит концентрирование суспензий до критической концентрации, после чего в них и происходит процесс кристаллизации опала. Образующиеся структурные блоки являются не чем иным, как *нанокристаллами*, а в целом поликристаллическая структура опала оказывается похожей на очень «увеличенную» структуру металла.

Следует уточнить, что термин «кристаллическая структура» по отношению к природному или синтетическому опалу носит все же условный характер: кристаллами эти образования являются лишь ретроспективно. На самом деле в процессе нанокристаллизации в концентрированных суспензиях участвуют отрицательно заряженные сферические частицы кремнезема, окруженные двойным диффузионным слоем противоионов, так что в целом эти образования являются электрически нейтральными.

Между последними существует межчастичное взаимодействие: молекулярное притяжение масс МСЧК, гравитационные силы как эквивалент молекулярного притяжения и при соприкосновении противоионных атмосфер — электростатическое отталкивание. На расстояниях между частицами, характерных для концентрированных суспензий, силы отталкивания намного

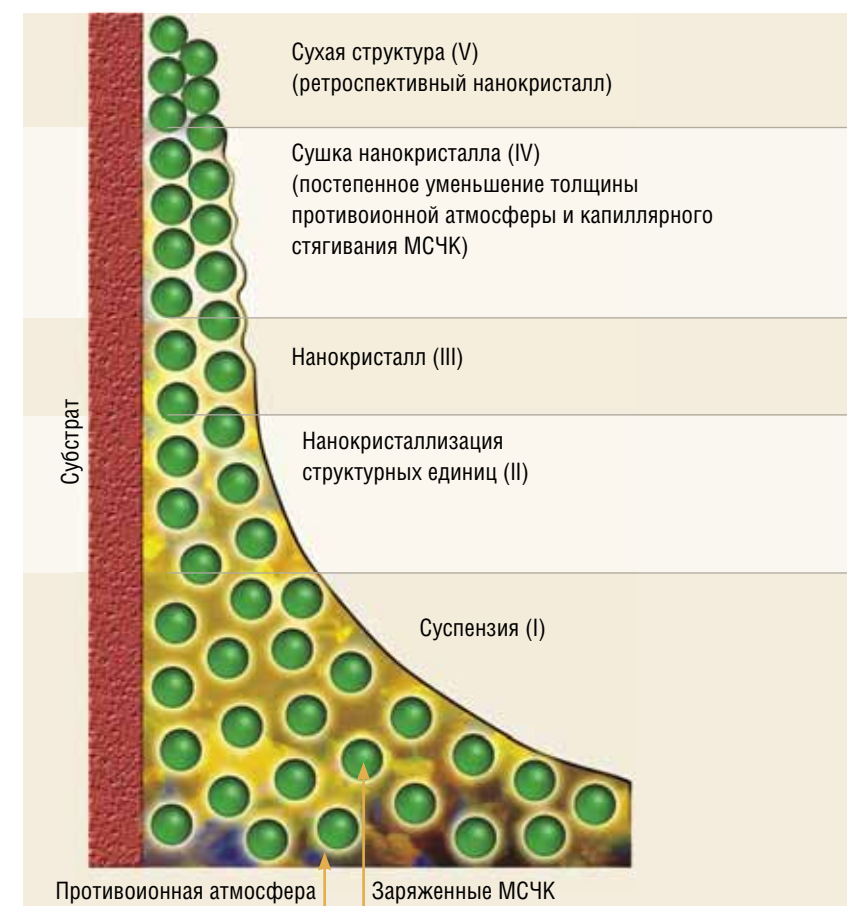
превышают силы притяжения, поэтому для успешной нанокристаллизации необходимо ограничить объем, где идет процесс (создать так называемые стесненные условия).

Таким образом, в реальности МСЧК в регулярной структуре опала первоначально находятся на некотором расстоянии друг от друга и разделены жидкими прослойками дисперсионной среды, которые по толщине примерно равны толщине двух ионных атмосфер частиц-соседей. Именно к таким «настоящим» нанокристаллам относятся все теоретические рассуждения и расчеты, как и практически выполняемый эксперимент. Теряя дисперсионную среду, нанокристаллы превращаются в «сухие» структуры, где МСЧК находятся уже в непосредственном контакте. Это и будет то, что мы называем опалом.

Теория ДЛФО (названная по первым буквам фамилий исследователей: Дерягина, Ландау, Фервея, Овербека) позволяет рассчитать потенциальные энергии притяжения и отталкивания на реальных расстояниях между частицами в суспензии или в первоначальном нанокристалле. Однако с этих позиций подход к анализу процесса нанокристаллизации оказывается малопродуктивен. Данную проблему более оправданно рассматривать не с позиции энергии частиц, а с точки зрения сил межчастичного взаимодействия. Также необходимо, помимо сил притяжения/отталкивания и гравитационных сил, учитывать еще и силы дипольного взаимодействия, возникающего при деформации ионной атмосферы.

Такой подход позволяет в конкретных экспериментальных случаях рассчитывать величины противоположно действующих сил и корректировать их действие еще в суспензии, практически добываясь баланса сил, что имеет место в нанокристаллах.

Нанокристаллы, содержащие дисперсионную среду, могут быть



Согласно результатам новосибирских исследователей, формальная кинетика процесса объемной нанокристаллизации опала описывается уравнением Аврами-Ерофеева, которое было выведено для описания кристаллизации металлов:

$A = 1 - \exp[-(kt)^m]$, где A — выход кристаллической массы; $m = 4$ (для случая, когда в объеме системы быстро возникает большое число центров кристаллизации). Здесь A является интегральной суммой линейных скоростей (F) нормального изотропного роста отдельных кристаллов, а $k^m = \frac{\pi}{3\alpha F^3}$, где α — вероятность образования одного центра кристаллизации в единице объема за единицу времени.

Выяснилось, что скорость линейного роста отдельных нанокристаллов опала в интервале 17—32 °С (соответствующем температурному диапазону, при котором опал образуется в природе) заметно увеличивается с ростом температуры, согласно теории Френкеля, т. е.

$F = F_0 e^{-\frac{E}{kT}}$, где E — энергия активации. Активационный характер процесса кристаллизации подтвержден экспериментально и с помощью расчетов. Учитывая обратный процесс, можно легко получить уравнение роста надмолекулярных кристаллов опала, отвечающее механизму нормального роста с шероховатой фазовой границей (Сердобинцева, Калинин, 2001)

Схема нанокристаллизации высокоупорядоченной пленки опала на твердом субстрате (образующаяся пленка может содержать до 35 слоев частиц)

Схема нанокристаллизации высокоупорядоченной пленки опала на твердом субстрате (образующаяся пленка может содержать до 35 слоев частиц)

Схема нанокристаллизации высокоупорядоченной пленки опала на твердом субстрате (образующаяся пленка может содержать до 35 слоев частиц)

Схема нанокристаллизации высокоупорядоченной пленки опала на твердом субстрате (образующаяся пленка может содержать до 35 слоев частиц)

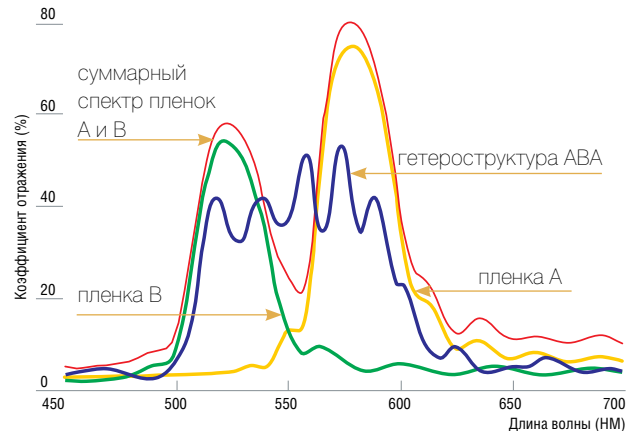
легко механически разрушены и диспергированы в собственной дисперсионной среде (вода, этиловый спирт) до вторичной суспензии, которая в покое вновь кристаллизуется. Механизм данного явления, известного как *обратимая тиксотропия*, ранее малопонятный, легко объясним в рамках вышеизложенных представлений.

На основе теории нанокристаллизации благородного опала ученые смогли осознанно подойти к синтезу высококачественного драгоценного камня, понять природу многочисленных дефектов структуры, а также разработать методы, позволяющие избежать их появления. В результате удалось получить не только образцы минерала, по всем параметрам идентичные природному камню, но также объемные нанокристаллы опала с высокими фотонно-кристаллическими характеристиками, изученными в Физико-техническом институте (ФТИ) им. А. Ф. Иоффе РАН.

Опаловые нанопленки

Регулярная наноструктура опала давно привлекла внимание физиков как перспективный фотонно-кристаллический материал (Yablonovitch, 1987). В дальнейшем исследования по этой теме велись как у нас в стране: в ФТИ, — так и в нескольких крупных зарубежных научных центрах. Внимание исследователей сосредоточилось на получении опаловых пленок на твердой подложке, которые, будучи оптически прозрачными, могут иметь толщину до нескольких микрон и состоять из десятков слоев МСЧК.

Качественные опаловые пленки являются базовым материалом, на основе которого могут создаваться различные функциональные материалы для использования в таких микрофотонных устройствах, как переключатели, перестраиваемые фильтры, волноводы, микролазеры, суперпризмы, волноводные расщепители, резонаторы и т. п. Поскольку действие фотонных кристаллов можно в общих чертах сравнить с действием полупроводниковых кристаллов, то резонно предположить, что на смену электронике со временем придет фотоника, работающая «на свете».



Спектр отражения от опаловых пленок, сложенных частицами разных размеров (А и В), а также от пленочной гетероструктуры, состоящей из трех пленок (АВА). Угол падения света равен 5°

Однако на этом пути имеется существенное препятствие: выяснилось, что как в объемных кристаллах, так и в пленках возникает множество дефектов структуры, главными из которых являются *поликристалличность, двойники и микротрещины*. Избежать их появления и получить высококачественные опаловые пленки, монокристаллические по всей плоскости подложки, оказалось трудной задачей. Но все-таки выполнимой. Опираясь на представления о нанокристаллизации, а не полагаясь на процесс «самосборки», в Новосибирске научились методом подвижного мениска выращивать монокристаллические фотонно-кристаллические пленки с минимумом дефектов, коэффициент отражения которых в фотонной запрещенной зоне достигает 90 %.

Проблема получения функциональных материалов на основе опаловых пленок сводится, в частности, к созданию в монокристаллической пленке не беспорядочных, а закономерно расположенных дефектов, которые приводят к появлению разрешенных состояний в фотонной запрещенной зоне. Одним из основных путей решения этой сложной задачи является нанокристаллизация так называемых *оптических сверхрешеток*, или *гетероструктур*.

Существует два варианта получения опаловых гетероструктур. В основе первого лежит совместная нанокристаллизация сферических частиц двух размеров, когда большие частицы оказываются закономерно распределенными среди мелких, которые также организованы в сложную структуру. Таким образом, одна регулярная структура оказывается как бы вложенной в другую. Кстати сказать, подобные плотно упакованные структуры из МСЧК двух размеров



Для синтетических опалов характерна доменная структура и высокая плотность дефектов; для опаловых пленок, напротив, — монокристалличность

найжены и в природных опалах; принципиальная же возможность создания вложенных гетероструктур в лабораторных условиях уже доказана новосибирскими исследователями.

Второй вариант связан с нанесением опаловой пленки, состоящей из частиц одного размера на пленку из частиц другого размера. В результате ученым удалось получить как бинарные пакеты, демонстрирующие две фотонные запрещенные зоны, так и пакеты, состоящие из трех пленок. В последнем случае запрещенная зона сливается в одну, но при этом в ней появляется четыре разрешенных состояния.

Строго говоря, термин «гетероструктуры» корректно использовать только в применении к чередующимся слоям МСЧК различного размера с толщиной каждого слоя в 1–2 частицы. К пленкам же с толщиной в десятки слоев частиц он применим весьма условно, поскольку здесь, по сути, имеет место суперпозиция двух или трех независимых пленочных фотонных кристаллов. Истинные гетероструктуры с чередующимися слоями частиц путем нанокристаллизации в подвижном мениске получить невозможно.

Однако недавно новосибирским исследователям удалось создать принципиально новые (лиофильные) суспензии МСЧК в диметилсульфоксиде, которые открывают такие возможности. В этих суспензиях вокруг МСЧК отсутствуют диффузионные слои противоионов, а соприкосновению и слипанию частиц препятствуют оболочки из диметилсульфоксида, окружающие МСЧК. Благодаря этому в такие суспензии без риска коагуляции частиц могут быть введены другие коллоиды и вещества, что открывает широкие возможности получения фотонно-кристаллических материалов с новыми функциональными возможностями.

Укладка МСЧК в такие фотонно-кристаллические пленки происходит по механизму, отличающемуся от описанного выше. При этом качество получае-

мых опаловых пленок оказывается заметно лучше: коэффициент отражения в запрещенной зоне достигает у них 96 %, но главное заключается в том, что новые суспензии позволяют получать истинные гетероструктуры с чередованием слоев частиц двух размеров, а также вложенные гетероструктуры.

Результаты более чем тридцатилетней работы новосибирских исследователей по «опаловой тематике» являются наглядной иллюстрацией эволюции научных идей, дающих по мере своего последовательного развития все новые и новые технологические «плоды». Начав с создания технологии синтеза благородного опала как синтетического драгоценного камня для нужд ювелирной промышленности, ученые на основе теории нанокристаллизации пришли к решению задачи выращивания монокристаллических опаловых нанопленок. Последние, в свою очередь, являются основой для производства разнообразных фотонно-кристаллических материалов, что в недалеком будущем может стать одной из самых востребованных передовых технологий

Литература

1. Денискина Н.Д., Калинин Д.В., Казанцева Л.К. Благородные опалы. Природные и синтетические. — Новосибирск: Изд-во «Наука», 1987. — 183 с.
2. Сердобинцева В.В., Калинин Д.В. Механизм обратимого тиксотропного превращения в концентрированных суспензиях монодисперсных сферических частиц кремнезема с позиции образования и роста коллоидных частиц // Коллоидный журнал. — 2001. — Т. 65. — № 5. — С. 686–689.
3. Калинин Д.В., Плеханов А.И., Сердобинцева В.В., Шабанов В.Ф. Фотонные гетероструктуры на основе монокристаллических пленок опала // ДАН. — 2007. — Т. 413. — № 3. — С. 329–334.

АЛМАЗНЫЙ ПУТЬ

ДЛИННОЮ В 3 МИЛЛИАРДА ЛЕТ

Алмаз — один из самых загадочных минералов на Земле. В течение многих веков он привлекает внимание как самый дорогой, самый романтический и самый желанный драгоценный камень. Если верить старинным преданиям и легендам, то алмазы, подобно людям, живут своей жизнью, а их зарождение и история долгое время оставались загадкой. Лишь на рубеже XX—XXI вв. были разработаны реальные аналитические методы, позволившие изучить состав, структуру и возраст самих алмазов и содержащихся в них микроминеральных включений. Как зарождаются алмазы в верхней мантии Земли, какие этапы эволюции они проходят, оказавшись в верхних горизонтах земной коры, и, в конце концов, как их искать? На эти вопросы отвечает директор Института геологии и минералогии Сибирского отделения РАН член-корреспондент РАН Н. П. Похиленко, сыгравший ключевую роль в открытии уникального месторождения алмазов на озере Снэп Лейк (Канада)

Если Вы хотите найти месторождение алмазов, то начать стоит с геологической карты, на которой показаны типы и возраст горных пород, особенности геологической эволюции региона. Наиболее привлекательны с точки зрения поиска алмазов участки самой древней земной коры, которые содержат магматические породы типа *базальтов*. На подобных территориях стоит искать так называемые трубки взрыва; в слагающие их породы обычно входят магнитные минералы, и поэтому, используя аэромагнитную съемку, участки размещения трубок можно «увидеть» как зоны с магнитными аномалиями. Древние платформы, в пределах которых стабилизация земной коры произошла в архейский период, известны на территориях практически всех континентов: в Сибири и в Африке, в Северной и в Южной Америке, в Австралии и в Китае, а также в Северной Европе и в Индии.

Для того чтобы искать алмазы, надо хорошо себе представлять, во-первых, как их кристаллы растут в глубинах Земли, а во-вторых, как они выносятся на земную поверхность.

Практически все *коренные месторождения* алмазов связаны с трубками взрыва, сформированными кимберлитовыми *брекчиями**, поэтому они и называются «кимберлитовыми трубками». Кимберлиты относятся к породам мантийного происхождения и образуются на огромных глубинах в результате сложного процесса частичного плавления пород, слагающих различные уровни мантии Земли. Значительная часть кимберлитовых расплавов формируется на уровнях ниже границы перехода графит-алмаз. Для начала кристаллизации алмаза в природных условиях требуются давления порядка 40 тыс. атм., что отвечает глубинам около 140 км. С учетом достаточно низких величин тепловых потоков для литосферы древних платформ (40 мВт/(м²·сек), а иногда даже ниже) температура на таких глубинах составляет порядка 900 °С.

Кроме давления и температуры, для образования алмаза системе свободного углерода (ведь алмаз — это кристаллизованный углерод) требуется и наличие кислорода в небольших количествах, иначе углерод будет окисляться и переходить в СО (закись углерода) или даже в СО₂ (окись углерода).

Растущий кристалл алмаза захватывает фрагменты окружающей его среды. Это могут быть кристаллические включения минералов, включения расплавов или флюидов. В кристаллическую решетку алмаза может встраиваться азот (который затем может быть обнаружен в алмазе в качестве примеси). Сначала алмаз захватывает азот в виде отдельных атомарных центров, называемых «С-центрами». Потом в результате

* Брекчия (итал. breccia) — горная порода, состоящая из сцементированных обломков разных пород.

ПОХИЛЕНКО Николай Петрович — член-корреспондент РАН, Заслуженный геолог Российской Федерации, директор Института геологии и минералогии СО РАН (Новосибирск). Член Американского геофизического союза, член Ассоциации поисковиков и промышленников Канады. Имеет 4 авторских свидетельства на методы поиска и оценки алмазных месторождений. Область интересов — минералогия, петрология и геохимия верхней мантии и кимберлитов, алмазные месторождения, методы их поисков и прогнозирования, эволюция состава и строения литосферной мантии древних платформ. Автор более 200 научных публикаций



диффузии два атома азота приближаются друг к другу и соединяются, образуя пару, которая называется «А-центром». Затем А-центры объединяются и образуют плоскости из атомов азота, которые уже называются «В-центрами». Если в кристалле преобладают С-центры и азота достаточно много, то алмаз становится желтым. При переходе С-центров азота в более сложные А- и В-центры алмаз становится бесцветным.

В процессе выращивания кристалл искусственного алмаза также может захватывать фрагменты среды, из которой его выращивают, например из железо-никелевого сплава, если речь идет о железо-никелевом расплаве. Металлические включения попадают в объем кристалла, и по мере их увеличения качество алмаза ухудшается. Однако, если отжигать этот алмаз при высоких *P–T*-параметрах, он стремится освободиться от включений и выталкивает их.

Абсолютное большинство алмазов образовалось на ранних стадиях геологической истории нашей планеты, около 3 млрд лет назад. Однако кимберлитовые трубки, из которых добывают эти кристаллы, обычно гораздо моложе. В Южной Африке их возраст определен в пределах от 2,4 млрд лет до 30 млн лет; в Бразилии — от 1,7 млрд лет до 180 млн лет; в Канаде — 560—52 млн лет, в Якутии — 450—140 млн лет. Обычно в одной алмазонасной провинции присутствуют кимберлитовые трубки разного возраста (так, в Южной Африке выявлено 14 эпизодов кимберлитового магматизма)

Судьбы алмазов складываются по-разному, поскольку условия их формирования тоже различны.

Рассмотрим ситуацию, когда имеется «зародыш» алмаза и на него нарастает кристалл алмаза (то есть кристаллизуется углерод). В процессе роста кристалла внешние причины приводят к тому, что он разбивается. На разбитый кристалл опять нарастают новые слои алмаза, и кристалл опять стремится принять классическую для алмаза форму октаэдра.

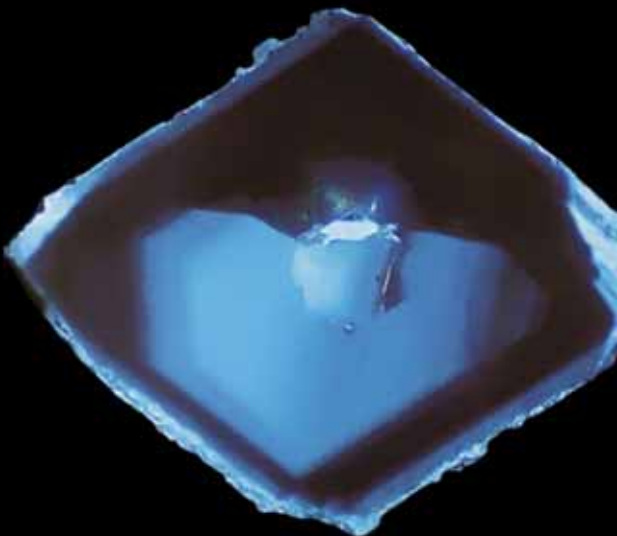
В ряде месторождений довольно часто встречаются высококачественные кристаллы алмаза, на которые сверху нарастает оболочка, содержащая много азота в атомарной форме. Она выглядит грязной и тем самым резко снижает качество и, соответственно, стоимость такого алмаза. Однако эту пленку легко можно снять при огранке.

Чтобы алмаз заиграл в бриллианте, не достаточно только очень аккуратно его огранить. Вещество самого алмаза должно быть изотропно, то есть однородно по физическим свойствам, и позволять лучу света идти, не отклоняясь из-за оптических дефектов кристалла.

Ценность бриллианта зависит от его чистоты, цвета, размера и огранки. Чистым считается бриллиант, в котором при десятикратном увеличении не заметны никакие включения.

Для алмазов, которым при рождении «не повезло», разработан ряд методов, позволяющих улучшить качество бриллианта, получаемого из алмаза. Так, если в алмазе есть трещина, то применяется метод заполнения: трещина заполняется другим материалом (правда, со временем его свойства могут измениться). Если в алмазе имеются темные включения, то лазерным лучом высверливается канал и по нему на пятно направляется вещество, которое удаляет или изменяет это включение. Такие камни называются «облагороженными».

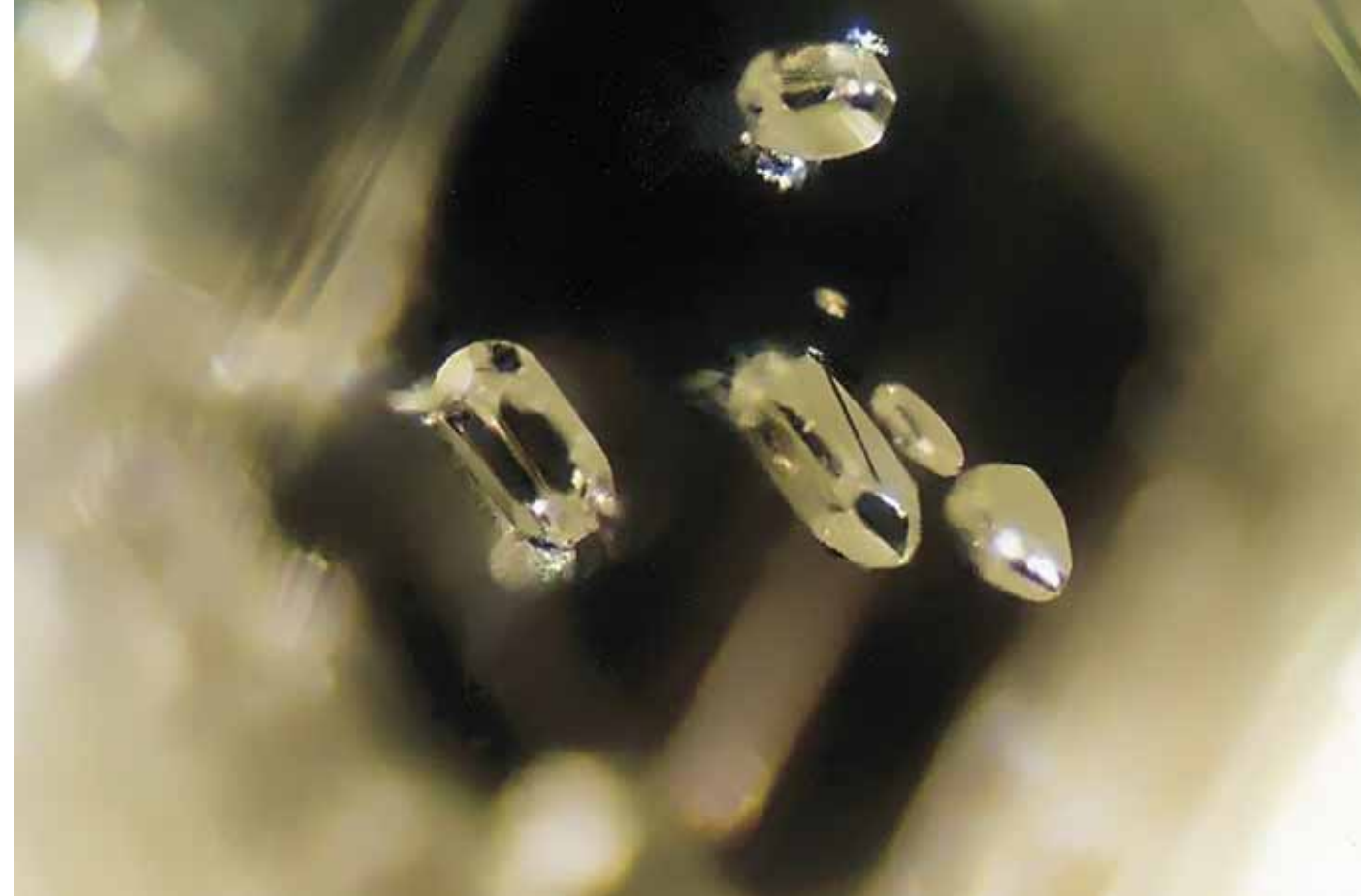
На сегодняшний день промышленные месторождения алмазов обнаружены практически на всех континентах, где известны древние платформы (исключая разве что Антарктиду, которая исследована очень слабо). Алмазные россыпи Индии, копи Африки и Австралии известны еще с позапрошлого века, позже были открыты месторождения в Азии (Якутская алмазоносная провинция), в Европе (Архангельская провинция), в Северной и Южной Америке (Канада, Бразилия, Венесуэла). Таким образом, есть все основания утверждать, что слой пород, обогащенных алмазами, существует (или существовал на определенных этапах геологической истории) под всеми древними платформами, а следовательно, алмазов на Земле не так уж мало



Чистый алмаз «трудной судьбы». На схеме видна «история жизни» алмаза и заметно, как изменялись условия (зоны отличаются по интенсивности и по цвету люминесценции)



На снимке видна история роста и растворения кристалла



Кристаллические включения (оливина) в алмазе

Как алмазы поднимаются к поверхности Земли

Допустим, что на глубине 150–200 км в литосфере (верхней части «твердой» Земли) в архейский период сформировался 50-километровый слой алмазоносных пород. А спустя примерно 2 млрд лет у границы земного ядра и нижней мантии образовался *плюм* (сверхглубинная магма, которая поднимается до подошвы (нижней границы) литосферы). Расплавы, из которых состоит плюм, поднимаются по спирали вертикально к поверхности Земли и даже могут на нее выйти. Плюм, достигший подошвы холодной стабильной литосферы, вызывает частичное плавление вещества в ее нижних уровнях и, как правило, приносит с собой больше кислорода, чем хотелось бы «охотникам за алмазами». *Кимберлитовые расплавы* образуются при крайне низких степенях частичного плавления (1,5–3,0 объем. %) истощенных ультраосновных пород литосферной мантии, которые незадолго до плавления были в различной степени обогащены легкоплавкими компонентами. Эти расплавы имеют низкую вязкость, образуют тонкую пленку межзернового пространства, могут просачиваться и формировать сравнительно небольшие очаги кимберлитовой магмы. В период тектонической активизации определенные глубинные разломы кимберли-

тогенерирующих зон древних платформ, соединяющие такие очаги с земной поверхностью, служат каналами для исключительно быстрого подъема (первые часы) кимберлитовых расплавов на земную поверхность.

Слой пород, обогащенных алмазами, находится на глубине более 150 км. В то же время образование магматических расплавов под континентами в большинстве случаев происходит на меньших глубинах (100 км и менее). Исключение составляют магмы, связанные с мантийными плюмами и суперплюмами, которые поднимаются с огромных глубин, зарождаясь на границе ядра и мантии. Именно с этими явлениями связаны наиболее масштабные вспышки магматизма в истории Земли. Прежде всего, это формирование трапповых провинций — гигантских лавовых плато, — где в течение 1—2 млн лет на земную поверхность изливались миллионы кубометров мантийных лав (чтобы понять масштабы этого явления, скажем лишь, что общий объем всех зданий и сооружений, созданных человечеством за всю историю его существования, не достигает 100 (!) м³)

Большинство (95 %) алмазных месторождений связано с кимберлитовыми расплавами, которые поднимаются по трещинам и «по пути» дробят алмазоносные породы, вынося из мантийных глубин алмазы и обломки пород древней литосферной мантии.

Можно сказать, что кимберлитовые трубки — это древние вулканы, которые играют роль транспортеров, выносящих мантийные породы и минералы, в том числе алмазы, на земную поверхность. Вспомните, как вода несет различные обломки, мелкие чешуйки золота, которые вымываются из берегов. В рассматриваемой нами ситуации «ручей» течет не по поверхности, а из земных глубин субвертикально к поверхности Земли. Это магма, которая стремительно поднимается под большим давлением. Вязкость кимберлитового расплава сравнима с вязкостью масла, которое заливается в двигатель автомобиля. И скорость ее подъема вверх под давлением также сравнима со скоростью движения автомобиля (примерно 60–70 км/ч). За два-три часа она проходит всю дистанцию от места образования расплава до земной поверхности. В этом случае алмаз не успевает графитизироваться.

Если расплав будет двигаться медленно, с остановками на мантийных глубинах, но уже в области термодинамической стабильности графита (т. е. на глубинах менее 140 км), то алмаз сможет перестроить свою кристаллическую решетку и превратится в графит, а в случае сравнительно высокого потенциала кислорода в расплаве — попросту сгорит.

На глубине 4–5 км от поверхности земли кимберлитовая магма, содержащая много летучих компонентов (CO_2 и H_2O), начинает вскипать. Для примера обратимся к принципу работы скороварки. В ней большое давление, и поэтому температура, при которой в закрытой скороварке кипит вода, может быть не 100°C , а $120\text{--}140^\circ\text{C}$, и даже выше. Однако, если открыть крышку, то пар резко уйдет (это будет похоже на взрыв) и температура очень быстро упадет до 100°C (это температура кипения воды при 1 атм.).

При вскипании кимберлитовой магмы (и не только кимберлитовой) тоже происходит взрыв и образуются трубки взрыва, которые моментально заполняются магмой; температура при этом очень быстро падает. На Севере в брекчиях жерловых частей кимберли-

тых трубок можно обнаружить обломки мезозойской древесины, которая не сгорела, потому что температура понизилась очень быстро; этой мезозойской древесиной можно топить костер.

Итак, если быстро поднимающийся поток кимберлитовой магмы пересечет слой алмазоносных пород, то образуется алмазоносная трубка.

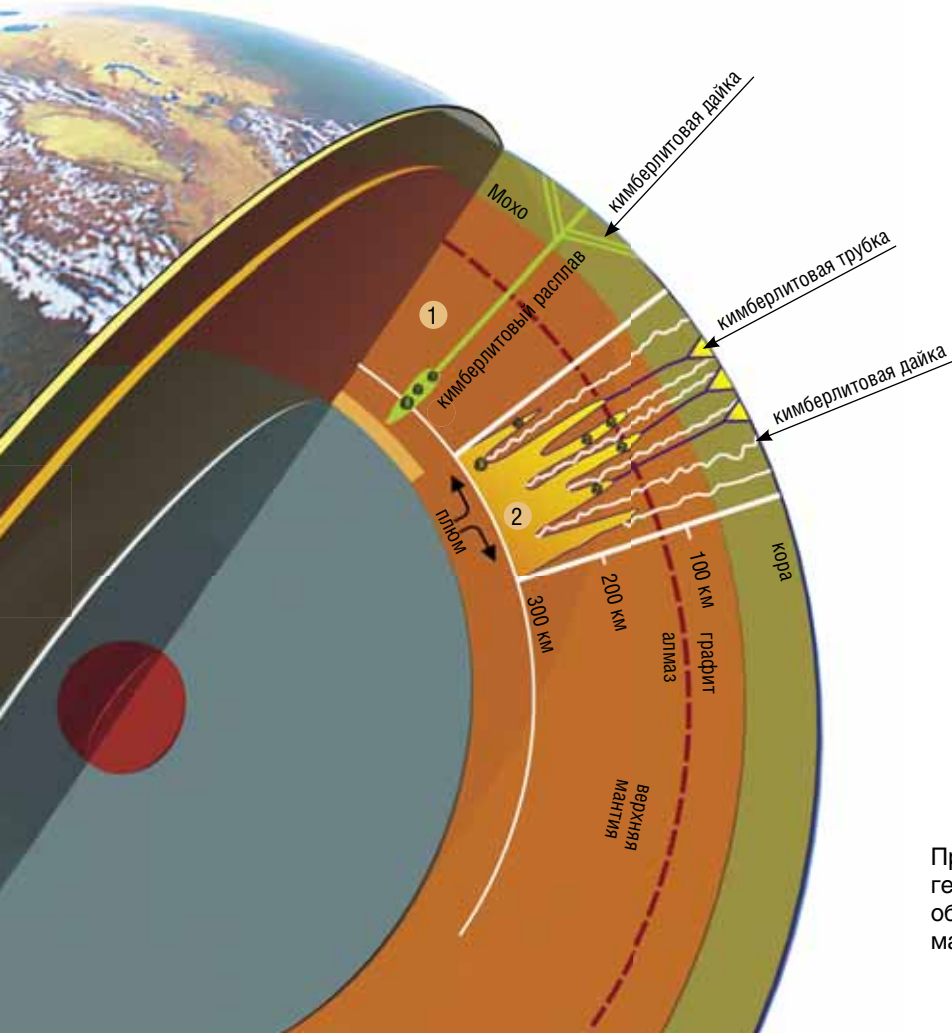
Если же поток магмы пересечет сравнительно мало-глубинные уровни мантии, где давления отвечают области стабильности графита, то сформируется трубка, вообще не содержащая алмазов.

Для того чтобы понять, как находят алмазы, необходимо «снаружи» посмотреть на процесс выноса алмазов на поверхность. По каким признакам геологи, выбравшие потенциально алмазоносный район, определяют, что поиски стоит продолжать? Как именно осуществляется поиск алмазов?

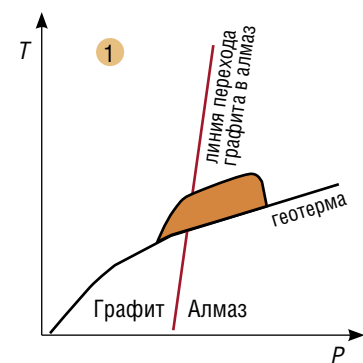
После того как карта показала предположительно перспективную площадь и аэромагнитная съемка выявила структуры с магнитными аномалиями, начинается этап более детальных поисков. Геологи проводят шлиховое опробование русловых отложений речной системы,

если таковая имеется. Для поисковых районов севера Канады чаще опробованию подвергаются ледниковые отложения. На этом этапе важно обнаружить в пробах индикаторные минералы кимберлитов: пиропы, пикроильмениты, хромиты, хромдиопсиды и, если сильно повезет, алмазы. Присутствие этих минералов в пробах является прямым свидетельством наличия в регионе кимберлитов и, если в пробах есть алмазы, — алмазоносных кимберлитов. Для поиска индикаторных минералов в Сибири традиционно используется лоток. Если на дне лотка геолог увидит индикаторные минералы, а возможно, и кристаллики алмазов, значит, начальная стадия работы увенчалась успехом. После этого начинается этап уже более детальных, трудоемких и на порядок более дорогостоящих поисков с использованием комплекса геофизических методов, включающих проведение как воздушных, так и наземных съемок, заверку полученных геофизических аномалий плотным шлиховым опробованием с последующим разбуриванием наиболее перспективных из них.

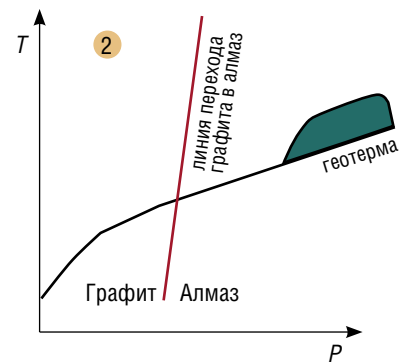
Индикаторные минералы: пироп (а), пикроильменит (б)



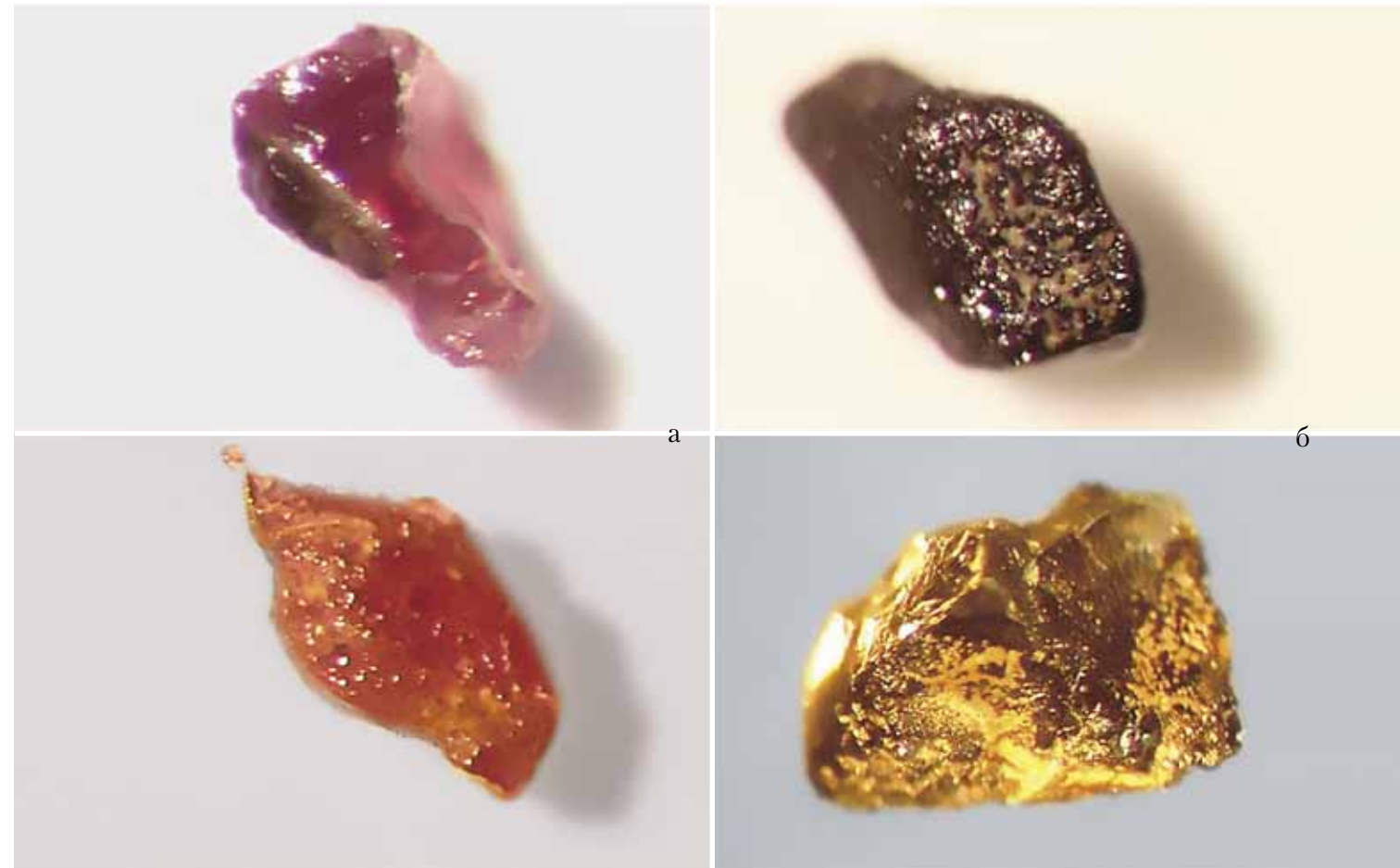
Классические кимберлиты



Аномальные кимберлиты



Происхождение кимберлитов различных генетических типов (границы между оболочками Земли показаны без учета масштаба)



Предположим, что кимберлит найден. Цель следующего этапа поисков — очертить контуры трубки. Для этого потребуется пройти еще несколько шурфов либо пробурить по телу трубки несколько скважин и сопоставить полученные данные с конфигурацией геофизических аномалий. Затем надо ответить на главный вопрос: является ли обнаруженная трубка алмазоносной? Этот вопрос далеко не праздный, если учесть, что почти из тысячи кимберлитовых трубок Якутской алмазоносной провинции менее пятидесяти имеют повышенную алмазоносность и лишь пятнадцать из них — промышленные содержания алмазов.

В конце 60-х — начале 70-х гг. XX в. выдающийся российский минералог (ныне академик РАН) Николай Владимирович Соболев, проведя сравнительный анализ результатов выполненного им исследования состава кристаллических включений в природных алмазах, впервые в мировой практике разработал минералогические критерии алмазоносности кимберлитов. На основе этих критериев возглавляемый им коллектив сибирских геологов создал комплекс принципиально

новых минералогических методов, которые на ранних стадиях поисковых работ позволяют оценивать потенциальную алмазоносность еще не обнаруженных кимберлитов по особенностям состава индикаторных минералов, в первую очередь пиропов и хромитов.

Далеко не всегда можно добыть представительное количество (первые сотни зерен) индикаторных минералов и по их составу оценить потенциальную алмазоносность прогнозируемой трубки, поскольку кимберлиты бывают совершенно разными.

Например, в трубке Мир в 1 т кимберлита содержится около 20 кг индикаторных минералов, в том числе более 5 кг хромосодержащих пиропов. Подобные кимберлитовые трубки дают мощный шлейф, позволяющий обнаружить саму трубку. Двигаясь вдоль реки, геолог может все время видеть «под ногами» пиропы и, «идя по следу», выйти к трубке. В отличие от этой ситуации, в аномальных кимберлитах трубок Накынского поля (Якутия) и *дайкового комплекса* Снэп Лейк (Канада) содержание индикаторных минералов на 1 т вещества почти в 100 раз меньше (то есть составляет 200—300 г/т), хотя эти кимберлиты отличаются очень высокой алмазоносностью.

При поиске трубки можно столкнуться и с другими проблемами. Трубки, кимберлиты которых содержат повышенное количество магнитных минералов (магнетит, титаномагнетит и др.), фиксируются геофизическими методами, потому что дают магнитную аномалию. Однако существуют кимберлиты, которые содержат очень мало магнитных минералов, и для их обнаружения одной магнитной съемки недостаточно.

Загадка озера Снэп Лейк, или Как искать алмазы

О том, как сибирский геолог и его интернациональная группа открыли на севере Канады крупное алмазное месторождение, уникальное по своим характеристикам. Канадцы назвали это событие «открытием мирового класса»

Кимберлиты с очень низкими содержаниями как индикаторных, так и магнитных минералов мы обнаружили в Канаде: они слагали там комплекс пологопадающих даек, формирующих месторождение озера Снэп Лейк. Впоследствии было установлено, что на поверхность выходил лишь небольшой фрагмент главной дайки. Геологи компании Де Бирс, а также двух канадских компаний, работавшие ранее на этой территории, пропустили не только признаки этого дайкового комплекса, но и шлейфы от двух классических

Взятие проб на реке Макензи

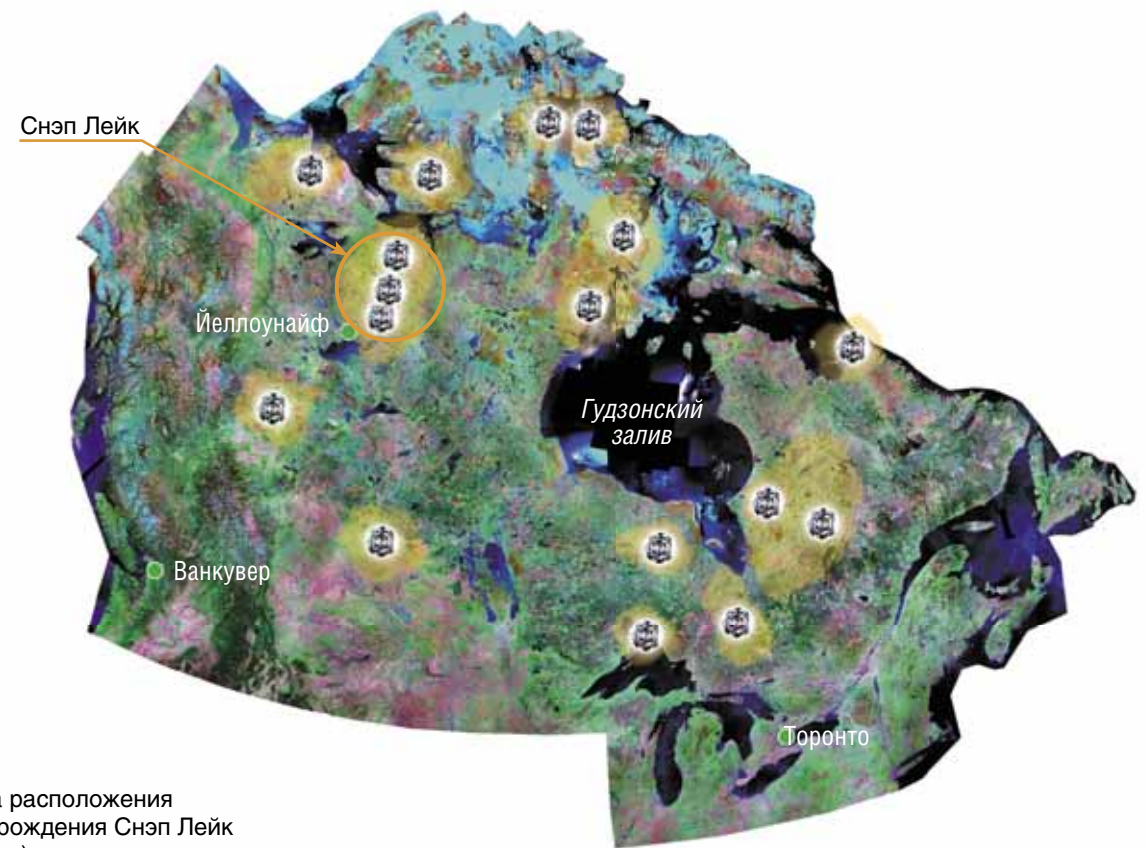


Схема расположения месторождения Снэп Лейк (Канада)

кимберлитовых трубок, обнаруженных нами в 20 км восточнее месторождения Снэп Лейк еще за три года до его (месторождения) открытия. Более чем трехлетние поисково-оценочные работы наших предшественников на этой территории дали полностью отрицательные результаты, признаков наличия кимберлитов в ее пределах не было установлено, и эта площадь была списана в разряд бесперспективных. У пригласившей нас в конце сезона 1994 г. (в середине августа) компании Winspear Resources Ltd. было шесть других лицензионных участков в центральной части провинции Слейв, на флангах открытого канадским геологом Чаком Фипке в 1991—1992 гг. кимберлитового поля вблизи озера Лак де Гра. Геологи компании считали их перспективными, однако после пары недель работы мы заскучали от весьма блеклых геологических характеристик этих площадей: признаков чего-либо стоящего там не нашли и стали проситься поработать в том самом «безнадежном» районе. Этот район площадью 2,5 тыс. км² расположен в 120 км южнее ранее открытого поля Лак де Гра, и ни полевого лагеря, ни вертолетного горючего там у компании не было. С учетом того, что результаты предыдущих поисковых работ на этой территории были полностью отрицательными, нам стоило больших трудов получить разрешение поработать там, и то всего лишь три дня.

К сведению, для того чтобы относительно надежно опосредовать такую территорию, требуются полевой сезон продолжительностью в три-четыре месяца, поисковая партия с группой геофизиков и бригадой горняков, а также мобильные буровые установки. Всего должны трудиться более сотни человек.

У меня же были два помощника и вертолет, правда, без достаточного запаса горючего. Такие условия работы можно назвать совершенно неестественными. С учетом реальной ситуации, проанализировав (за четыре ночи) очень скудный геологический материал по этой «бросовой» территории (днем надо было продолжать работы на других лицензионных площадях), выбрали три участка (по количеству рабочих дней) площадью 15 км² каждый. Первый день мы потратили впустую, потому что получили приказ руководства компании обследовать участок на территории, где канадские геофизики вдруг увидели перспективную аномалию. Ничего мы там не нашли, но день и часть горючего сожгли.

Полтора часа второго дня потратили, изучая с вертолета ситуацию по трем выбранным участкам: надо было определиться, на которых из них мы будем работать в оставшиеся два дня. Быстро поняли, что самый западный участок нам с нашим лимитом времени и горючего не по зубам. Сели на центральный; через полтора часа



Так выглядит карьер кимберлитовой трубки «Джерико» (Канада). Фото Н. Подгорных

стало ясно, что и там ловить особо нечего. Тогда приняли решение потратить остаток времени на последний, третий, участок. Он нам очень понравился своими структурными особенностями: рядом, в 5 км к северу, проходила мощная разломная структура длиной более 600 км, ее пересекал оперяющийся разлом, секущий озеро размером около 2 км, и уже этот оперяющийся разлом секли три локальных разлома, сходящихся в озере и образующих так называемую разломную звезду. В вертолете находился мой канадский помощник Уолтер Мельник (ныне президент канадской компании Nordic Diamonds Ltd.), которому сказал, что, будь я кимберлитом, непременно бы «внедрил» в это место». Внимательно посмотрев на схему движения последнего ледника для всего региона и приняв во внимание показанное на ней направление движения льда для этого конкретного участка, выбрали место посадки и место отбора пробы. В первой же промывке в лотке пробе я увидел пару зерен пикроильменита и роскошное зерно лилового пиропса. Однако с учетом близости центра «разломной звезды» (~1,5 км), в котором я лелеял мечту найти

кимберлит, такое количество индикаторных минералов не радовало, хотя сам по себе это был очень важный результат: обнаруженные минералы прямо указывали на наличие кимберлитов в этом регионе, а это означало, что открыт новый кимберлитовый район на севере Канады. Воспаленное от систематического недосыпания сознание плюс опыт работы в Якутии и в Архангельской провинции (26 полевых сезонов) быстро подсказали: что-то не так с движением ледника. При посадке я боковым зрением заметил метрах в трехстах (при такой работе надо замечать все, или почти все, и быстро прокручивать замеченное в «котелке», если хочешь найти что-нибудь стоящее) отполированный ледником выход гранита («гранитный лоб»). Дал команду помощникам и пилоту «ланчевать», а сам понесся к этому «лобу», замерил азимут ледниковых царапин — и точно: реальное направление движения ледника для этого места расходилось с указанным на схеме на 16°. Вернулся. Тут уже было не до ланча — определили на карте новое место для взятия «правильной» пробы: скорректированную проекцию центра разломной «звезды»

ды» на место проявления тиллов (ледниковых отложений) — и вместе с помощником вперед! Через полчаса увидел в своем лотке сотни крупных индикаторных минералов: пиропов, пикроильменитов и несколько обломков кимберлита. Дальнейшее уже было делом техники. Через три часа мы знали, что на три четверти трубка находится под озером; сообщили о результатах руководству компании: там — эйфория; сразу нашлись и горячее, и люди, и деньги... Забросили буровое оборудование, задали точку для первой скважины: она через 14 м вошла в кимберлит и прошла по нему более 150 м. Открытие нового кимберлитового района состоялось! Поднялся шум в компании, в прессе, на бирже...

Через две недели мы обнаружили ореол еще одной трубки, целиком находящейся под озером; ее разбурили со льда уже в марте, когда лед был достаточно прочным. Обе трубки оказались алмазонасными, однако содержание алмазов было много ниже промышленного уровня.

В самом конце полевого сезона 1994 г. было решено взять пробы с участка, расположенного западнее найденных трубок. Там субпараллельно главной разломной структуре шел мощный разлом, секущий северную часть довольно крупного озера Снэп Лейк. И опять, как и в предыдущий раз, в районе озера прослеживалась система оперяющихся разломов, соединенных с главной разломной структурой. Лабораторными исследованиями в ряде проб, взятых западнее озера, были установлены единичные зерна индикаторных минералов кимберлитов — хромистых пиропов и хромитов.

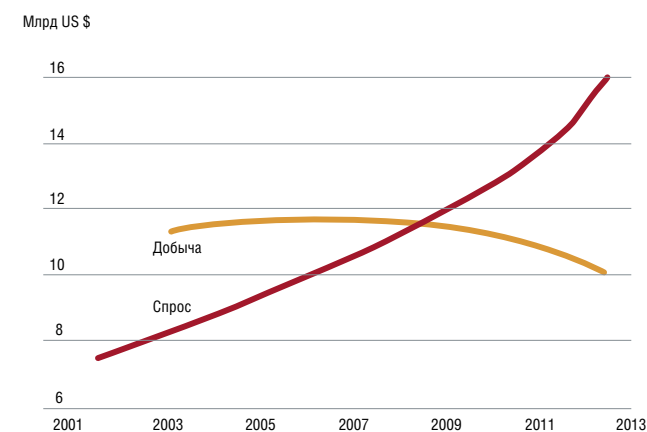
В сезон 1995 г. в Канаду поехали три российских геолога: в команду были приглашены доктор геолого-минералогических наук, один из ведущих в мире специалистов по минералогическим методам поисков алмазных месторождений Валентин Петрович Афанасьев и моя жена Люся, за плечами которой было восемь полевых сезонов прогнозно-поисковой работы на алмазы на севере Якутии. Предстояло оценить перспективы западной части лицензионной территории, до которой в предыдущем сезоне у нас не дошли руки, а ее площадь составляла более половины всей территории. Полтора месяца мы там плотно работали, проследили на 25 км шлейф от двух открытых в предыдущем сезоне трубок, но признаков наличия новых тел на западе так и не обнаружили. Шлейф предыдущих трубок проходил километров на семь южнее положительных проб, взятых западнее озера Снэп Лейк, значит, открытые ранее трубки не могли быть коренными источниками индикаторных минералов, обнаруженных в районе озера. А если так, то здесь должны быть какие-то другие кимберлиты. Такое заключение послужило основанием для обращения к руководству компании сместить работы до конца сезона в район озера Снэп Лейк. И в течение двух оставшихся недель (очень холодных: 16 августа

пошел снег) мы взяли по шести профилям около сотни проб, причем индикаторные минералы увидели прямо в лотках (самой первой отличный пироп в своем лотке увидела Люся).

Мы установили, что ширина ореола к западу от озера Снэп Лейк составляла примерно 3 км, а протяженность не более 1,5 км; далее индикаторные минералы практически отсутствовали. В начале ореола максимальное количество зерен таких минералов не превышало 15–20 знаков, но, тем не менее, я предположил, что здесь находится совершенно уникальный объект: среди обнаруженных минералов были необычно высокохромистые пиропы и хромиты, но полностью отсутствовали пикроильмениты, которые доминировали в ранее открытых нами в регионе трубках. Самым важным было то, что вместе с редкими индикаторными минералами в пробах систематически встречались алмазы: до этого никто в Канаде алмазы в пробах тиллов (ледниковых отложений) не встречал.

Когда меня спросили напрямую, присутствуют ли здесь признаки классической высокоалмазонасной трубки, я ответил «нет», но добавил, что, скорее всего, здесь имеется «нечто нестандартное», и оно может представлять значительный экономический интерес.

К моменту нашего приезда в Канаду в 1996 г. средства, выделенные на разведку территории, практически закончились, а 70 скважин, пробуренных моими зарубежными коллегами-геологами весной на акватории озера, дали близкий к нулевому результат. Мои канадские коллеги, основываясь на данных геофизической съемки, решили, что под озером находится серия кимберлитовых тел, которые можно разбурить. Прилетев в начале марта в Канаду, я резко возражал против



Сценарий развития спроса и добычи алмазов (в текущих ценах)

массированного бурения, считая, что территория еще не готова к нему, и рекомендовал для заверки лишь три из 136 выделенных для разбуривания аномалий, но меня не послушали: очень уж хотелось быстрых результатов. Кстати, на двух из трех выделенных аномалий скважинами были пересечены две маломощные (20 и 50 см) кимберлитовые дайки, и это были единственные положительные результаты всей программы бурения... Дальше предстоял сезон очень нервной работы: кончались деньги, а кроме того, сложилась очень непростая ситуация в компании, — но, в конце-концов, мы все же нашли этот чертов кимберлит с очень качественными алмазами и хорошим их содержанием, однако сам кимберлит оказался аномальным как по внешнему виду, так и по петролого-геохимическим характеристикам. Необычной была и геометрия рудного тела.

Сначала мы предположили, что обнаружили вертикальную дайку, но затем выяснилось, что она расположена необычно: под наклоном 10–11° — и при средней мощности около 3,5 м ее ширина составляла более 3,5 км.

Благодаря такой геометрии рудного тела прогнозные запасы ценных алмазоносных пород до глубины 1 км в обнаруженном нами месторождении составили 53 млн т, а стоимость содержащихся в них алмазов достигала 18 млрд долл. Месторождений подобного типа до сих пор в мире обнаружено не было.

Теперь стоит обратиться к математике. Представьте себе, что вы купили такое месторождение. При условии, что будет добываться 2 млн т руды в год, и оборудование будет работать 25 лет, на разработку 53 млн т потребуются 26 лет. Все затраты на оборудование, строительство фабрики, аэропорта, а также на энергоснабжение, зарплату занятого на предприятии персонала и на другие сопутствующие расходы надо сопоставить с запасами руды, и тогда они составят всего около 50 долл. на тонну, но при этом тонна руды содержит алмазов на 360 долл. Таким образом, чистая прибыль составит более 300 долл. с каждой тонны. Вы будете платить 17-процентный налог с прибыли правительству Канады, а остальная прибыль будет принадлежать вам.

Согласно прогнозам аналитиков, в 2008 г. по добыче алмазов в мире будет лидировать Ботсвана (Южная Африка), дающая примерно 26 % мировых алмазов (в стоимостном выражении, т. е. не в каратах, а в долларах), на втором месте будет стоять Россия, добывающая около 25 %, на третьем — Канада, которая добудет около 12 % алмазов.

Автор и редакция благодарят к.г.-м.н. Н.Н. Крука (Объединенный ученый совет ННЦ СО РАН) за помощь в подготовке статьи, к.г.-м.н. А.Д. Павлушина (Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск) за предоставленные иллюстративные материалы

Ситуация с добычей алмазов похожа на ситуацию с добычей нефти и газа: наиболее простые месторождения исследованы и разрабатываются, остальные же не разведаны, так как имеют более сложную геологию.

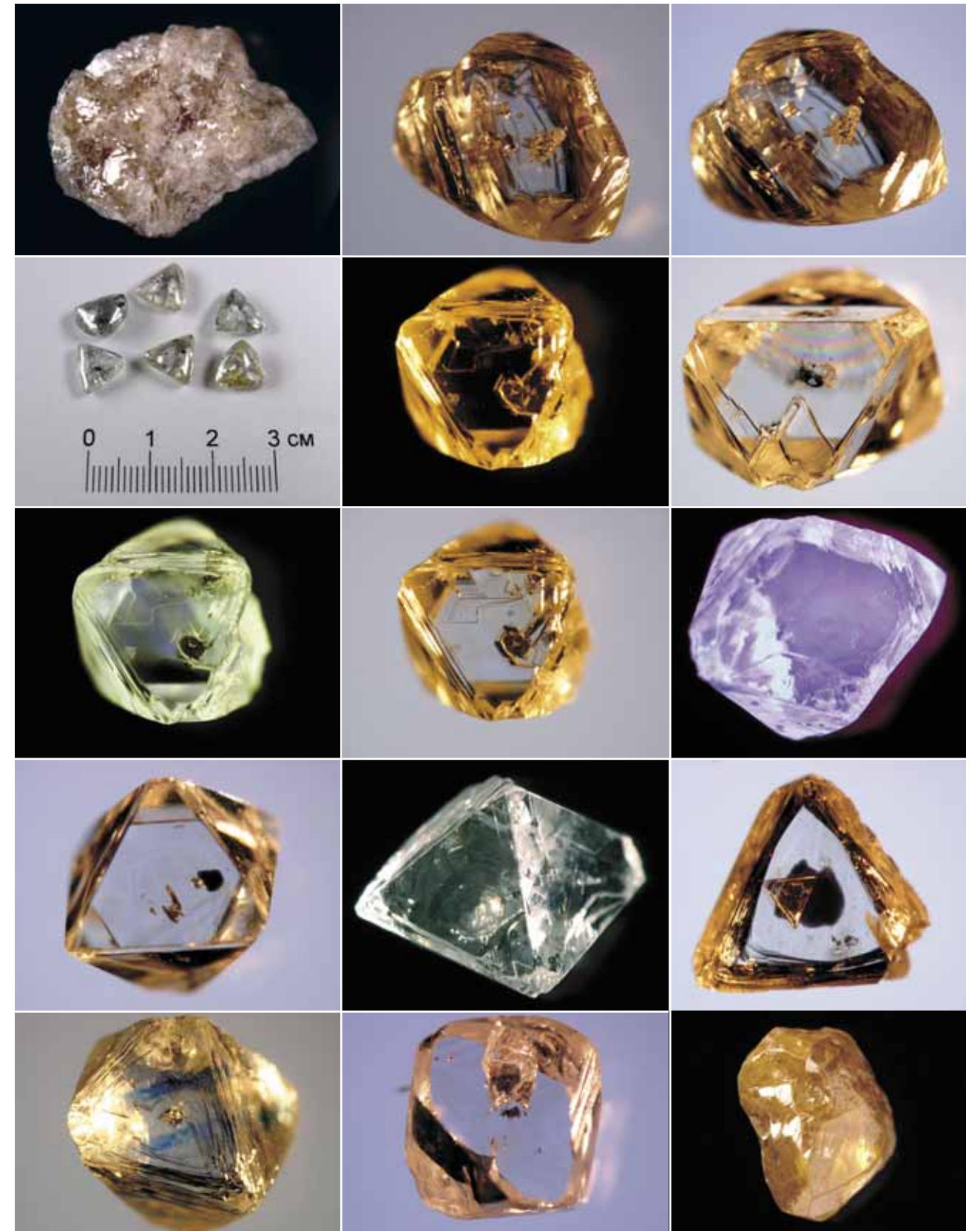
Раньше поиски алмазов велись в районах с простыми условиями, где в глубоких долинах текут реки (глубина долины может быть 300 м, а ширина — 20 км). На склонах по четким ореолам индикаторных минералов обнаруживали кимберлитовые трубки, которые были вовлечены в процессы современной эрозии. Сейчас ситуация резко усложнилась. Поисковые работы на алмазы ведутся в условиях слабо развитых речных систем с узкими и мелкими долинами. Площадь долин временами составляет менее 10 % от общей площади поисковых территорий, а потенциально кимберлитовмещающие древние породы перекрыты слоем более молодых осадочных или, что на порядок хуже, магматических пород, толщина которого достигает десятков и даже сотен метров. Все это требует принципиально новых, более сложных комплексов прогнозно-поисковых методов, адаптированных к поисковым условиям каждой конкретной территории. Со старыми методиками и массированным бурением можно «сжигать» сотни миллионов долларов без каких-либо серьезных успехов.

Подобные поисковые ситуации наблюдаются и в Якутии, и в других регионах Сибирской платформы, и на северо-западе нашей страны, и в Канаде, и в Африке, и в Южной Америке — неоткрытые, надежно запрятанные природой месторождения алмазов ждут своего часа и своих первооткрывателей!

Литература

1. Добрецов Н.Л., Курдюшкин А.Г., Курдюшкин А.А. *Глубинная геодинамика*. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. — 409 с. — 2-е изд.
2. Соболев Н.В. *О минералогических критериях алмазоносности* // *Геология и геофизика*. — 1971. — № 3. — С. 70–80.
3. Mitchell R.H. *Kimberlites: Mineralogy, Geochemistry and Petrology*. — New York: Plenum Press, 1986. — 442 p.
4. Pokhilenko N.P., Sobolev N.V., Reutsky V.N., Hall A.E., Taylor L.A. *Crystalline inclusions and C isotope ratios in diamonds from the Snap Lake/King Lake kimberlite dyke system: evidence of ultradeep and enriched lithospheric mantle* // *Lithos*. — 2004. — V. 77. — P. 57–67.

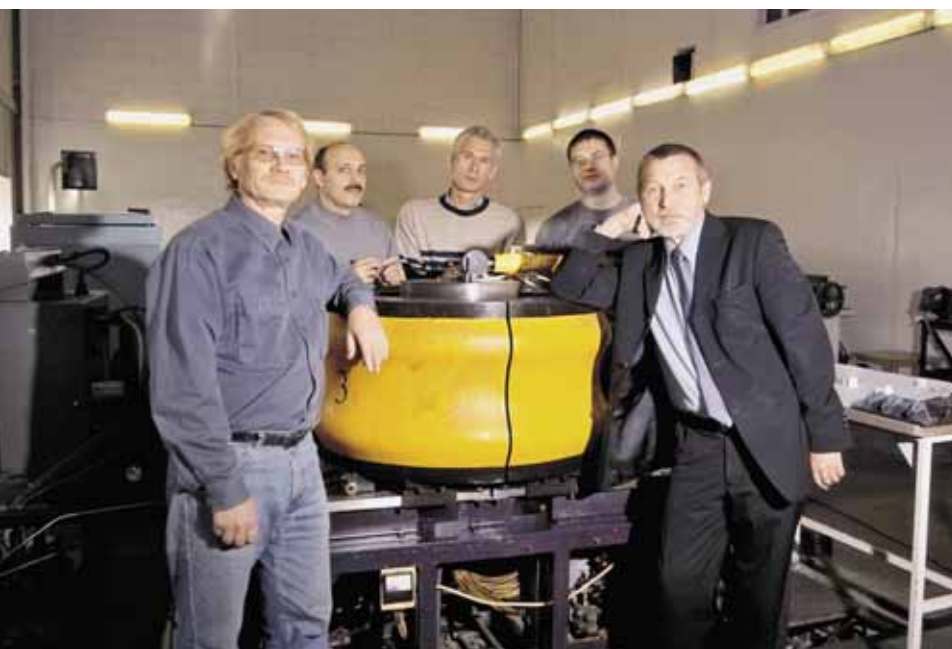
Кристаллы якутских алмазов.
Фото А. Павлушина (ИГАИБМ СО РАН, Якутия)



АЛМАЗ

сегодня и завтра...

ПОДРОБНЕЕ
в будущих выпусках



Вот он — сибирский «БАРС». Слева направо: А. Калинин, А. Сокол, Ю. Борздов, А. Ефремов, Ю. Пальянов

Всем хорошо известно, что алмаз — самый твердый минерал. Это качество делает его незаменимым при обработке различных материалов. А еще алмаз — самый лучший драгоценный камень, потому что после огранки он становится бриллиантом. Таким образом, в традиционных областях применения алмаза используют пока лишь два его свойства — высочайшую твердость и уникальный набор геммологических характеристик. Однако алмаз обладает

и другими, более удивительными, свойствами. Это ковалентный широкозонный полупроводник, по теплопроводности в пять раз превышающий серебро и медь. Для него характерна высокая подвижность носителей тока, химическая, термическая и радиационная стойкость. Алмаз способен легироваться электрически активными примесями. В общем, — классический объект исследований физики и химии твердого тела, физической химии, кристаллографии и многих других наук.

В области наук о Земле это, прежде всего, индикатор сверхглубинных геологических процессов и уникальный контейнер, захвативший в процессе роста вещество с таких глубин, в которые человеку в обозримом будущем не заглянуть.

Сегодня можно уверенно сказать, что алмаз является объектом междисциплинарных исследований, а при решении современных проблем, возникающих вокруг алмаза, наиболее эффективен комплексный подход, требующий совместных усилий специалистов из различных областей знаний.

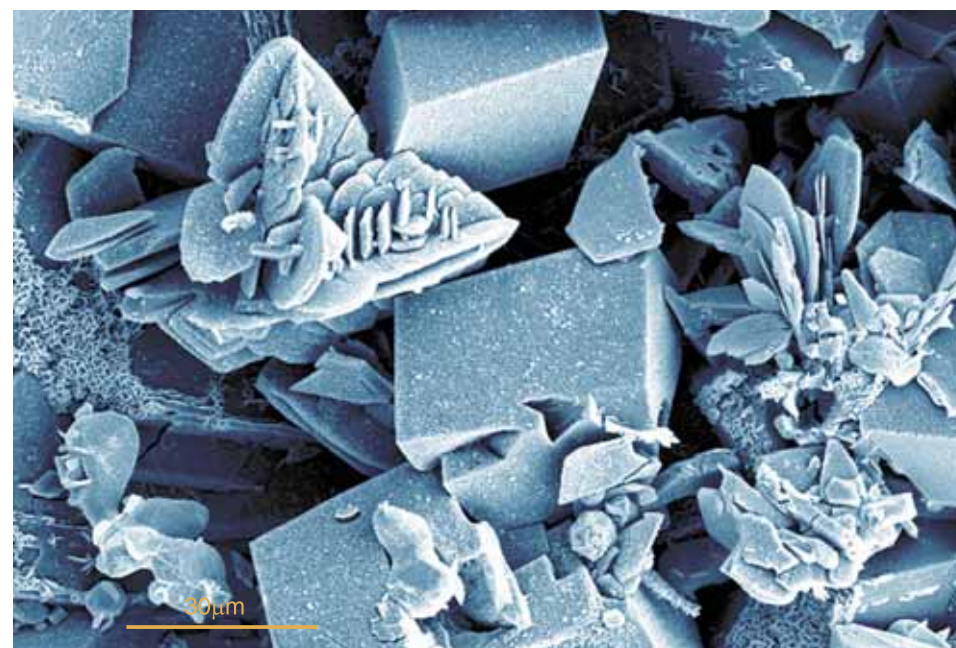
В Институте геологии и минералогии СО РАН создана беспрессовая аппаратура высокого давления: «разрезная сфера» (БАРС), — разработаны способы стабилизации экстремальных P – T -параметров в длительных режимах (десятки и сотни часов) и комплекс методов выращивания кристаллов алмаза. Это означает, что можно не только создать давление в 60–70 тыс. атм. при температурах 1 500–2 000 °С, но и поддерживать эти параметры в течение нескольких дней, и даже управлять при таких условиях сложнейшими процессами роста кристаллов.

Впервые исследованы механизмы кристаллизации алмаза в щелочных мантийных флюидах при P – T -параметрах природного алмазообразования. Разработаны экспериментально обоснованные модели

генезиса алмаза в глубинных магматических и метаморфических процессах. Практически речь идет о том, что ученым удалось найти и экспериментально воспроизвести в лаборатории такие условия, при которых алмаз кристаллизовался в природе миллионы лет назад на глубинах более 150 км.

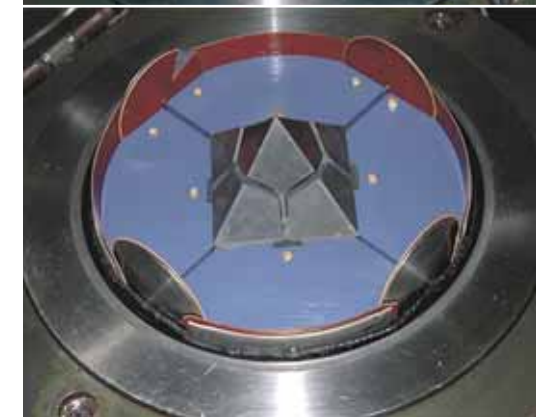
Крупные кристаллы синтетического алмаза массой до 1,5 карат впервые в нашей стране были получены в Новосибирске именно в Институте геологии и минералогии.

Природные алмазы, безусловно, прекрасны. Однако среди них нет двух одинаковых кристаллов, а современной науке и технике нужны высококачественные алмазы с определенными заданными свойствами, которые должны повторяться от кристалла к кристаллу. Такие алмазы можно получить в лабораторных условиях, кроме того, можно вырастить кристаллы с новыми необычными свойствами, аналогов которых в природе просто не существует.



Комплексные исследования по росту алмазов, изучению их реальной структуры и свойств позволили выращивать монокристаллы алмаза массой до 6,0 карат, что имеет важное практическое значение.

О достижениях и перспективах современной алмазной науки в ближайшем выпуске журнала читайте статью д. г.-м. н. Ю. Н. Пальянова (Институт геологии и минералогии СО РАН).



Многоуансонный блок аппарата БАРС (разные стадии сборки)

Так в электронном микроскопе выглядят кристаллы алмаза, коэсита и магнетита из эксперимента по моделированию процессов природного алмазообразования

Безазотные кристаллы синтетического алмаза: ограненный кристалл (а), фотолюминесценция алмаза (б)

ОТ ЛАМИНАРНОГО ПЛАМЕНИ ДО ТОРНАДО,

ИЛИ ЧЕМ ПЛОСКОЕ ПЛАМЯ ОТЛИЧАЕТСЯ
ОТ ДЕТОНАЦИОННОГО ГОРЕНИЯ

В связи с публикацией на страницах журнала статьи «На пути к детонационному двигателю» (Ф. А. Быковский и др.) в рубрике «Факультет» мы решили более подробно рассказать читателям об эволюции процесса горения — от простейшего ламинарного до турбулентного. А также рассмотреть режим высокоскоростного вихревого течения при организации тангенциального вдува в цилиндрическую камеру с наложением детонационной волны, распространяющейся поперек потока горючей смеси. В результате организуется течение, представляющее собой микроаналог «торнадо»

Может быть, самое загадочное явление природы, завораживающее взгляд, — это пламя. Поразительно, что из всего разнообразия животного мира только человек подружился с этим ничем не заменимым горячим другом, защитником и кормильцем, которому он обязан выживанием, а может быть, и существованием вообще. Завораживающий внешний вид и обжигающее внутреннее содержание огня напоминают бесплотный дух живого существа, которое одновременно весело пляшет в снопах разноцветных искр и зорко высвечивает во тьме алчущих, но напуганных хищников.

С прагматической точки зрения, мы вынуждены изучать нечто более прозаичное — не мистическое начало огня, а физику и химию процесса горения.

Что такое фронт пламени и как он «приклеивается» к своим границам, или Штиль на голубом море

Простейший вид пламени — это ламинарное горение гомогенной горючей смеси. Гомогенная горючая смесь — это предварительно смешанные до молекулярного уровня компоненты топлива и окислителя (химические реагенты), способные к локальной экзотермической реакции при разовом локальном подводе, достаточной для инициации тепловой энергии. Далее, самопроизвольно (автоматически) запускается механизм пространственной и временной самоорганизации ламинарного горения, когда исходная смесь и продукты горения за короткое время оказываются отделены друг от друга тонкой прозрачной флуоресцирующей непрерывной границей, принимающей форму поверхностной «пленки» — зоны,

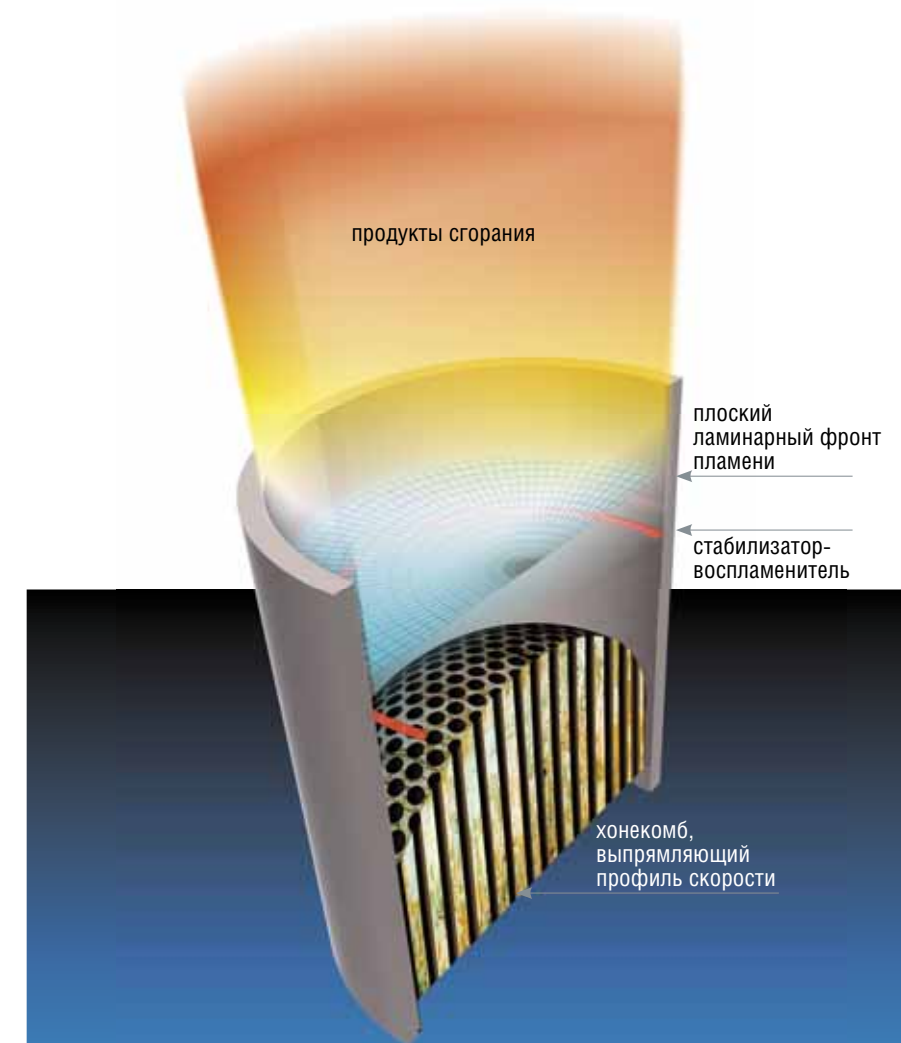
где происходит химическая реакция топлива с окислителем. Эту поверхность называют «фронтом пламени». Как правило, при ламинарном (невозмущенном) режиме течения она принимает форму профиля скорости потока, что свидетельствует о том, что скорость горения, направленная по нормали к поверхности фронта, одинакова для всех его точек. Так ее и принято называть: «нормальная скорость горения». Ясно, что в тонкой пленке фронта горения (обычно порядка миллиметра и менее) происходит «превращение» холодной горючей смеси в горячие продукты сгорания. Часто для удобства наблюдения профиль скорости искусственно выравнивают — от классического «пуазейлевского» (в виде колокола) до плоского — набором трубочек различной длины по всей площади горелки (хонекombs). «Приклеивание» открытых границ фронта (так называемая стабилизация пламени) осуществляется «стабилизаторами» — любыми препятствиями, создающими вихревую зону торможения потока нужной конфигурации по периметру пламени. В этой «застойной» зоне пламя горит устойчиво и является постоянным источником поджигания.

Волнение и легкий бриз — предвестник шторма

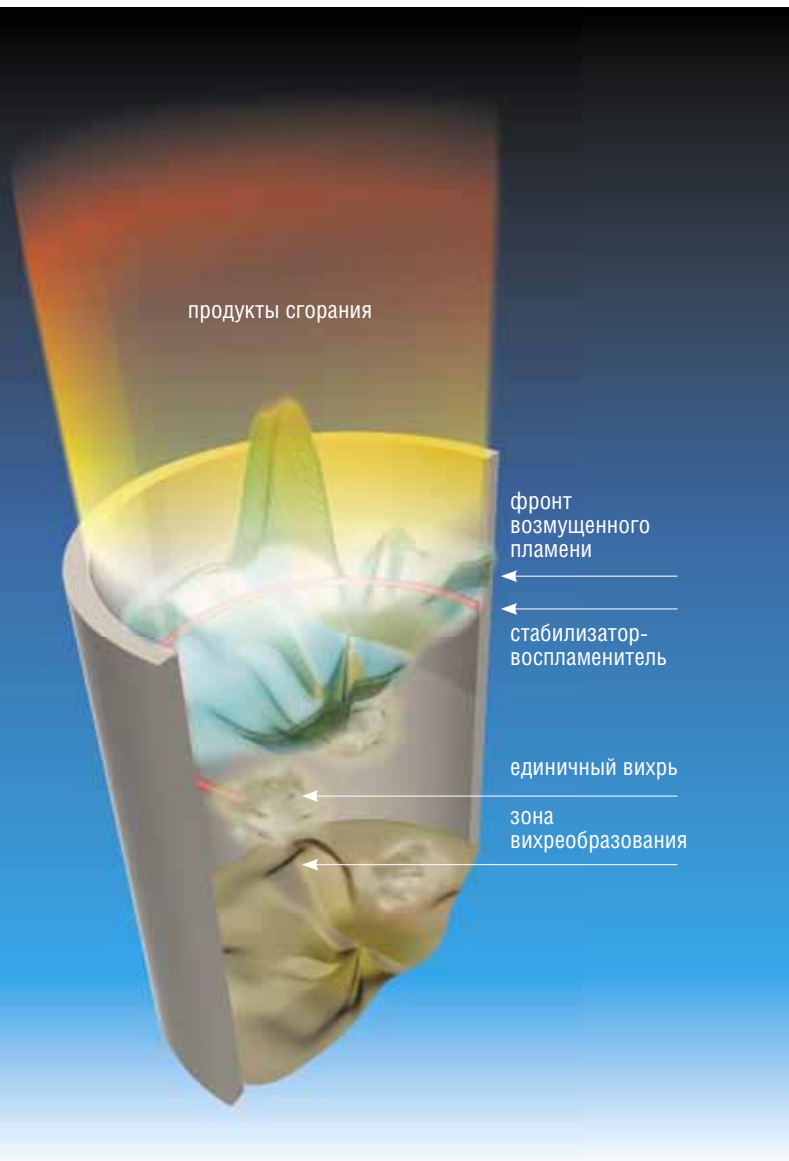
Следующий по сложности вид — это пламя первого типа с неразрывным «приклеенным» фронтом, но искривленным по поверхности крупномасштабными нерегулярными, иногда почти стохастическими или полностью хаотическими, возмущениями («гладкие» впадины и выпуклости различных фантастических форм и размеров). Это явный признак ранней стадии зарождения турбулентности, когда в сплошной, молекулярно однородной среде

генерируются виртуальные вихри: большие и маленькие, закрученные как слоенные рулеты, пузырьки с дырками и просто дырки от пузырьков. Причем рождаются они не только на стенках устройства, но и внутри потока, при сдвиговых напряжениях градиентов давления. Подобная стадия называется «инерциальным режимом вихревой генерации»,

а их поступательная и вращательная энергия проистекает из кинетической энергии всего потока. Сплавляясь вниз по потоку, вихри деформируют поверхность фронта, пропорционально увеличивается количество продуктов горения, а горючая смесь, соответственно, исчезает и растет интегральное теплосодержание пламени.



Ламинарное пламя с плоским неразрывным фронтом и с плоским профилем скорости горючей смеси



Возмущенное пламя с гладко гофрированным неразрывным фронтом и с крупномасштабным вихревым течением горючей смеси

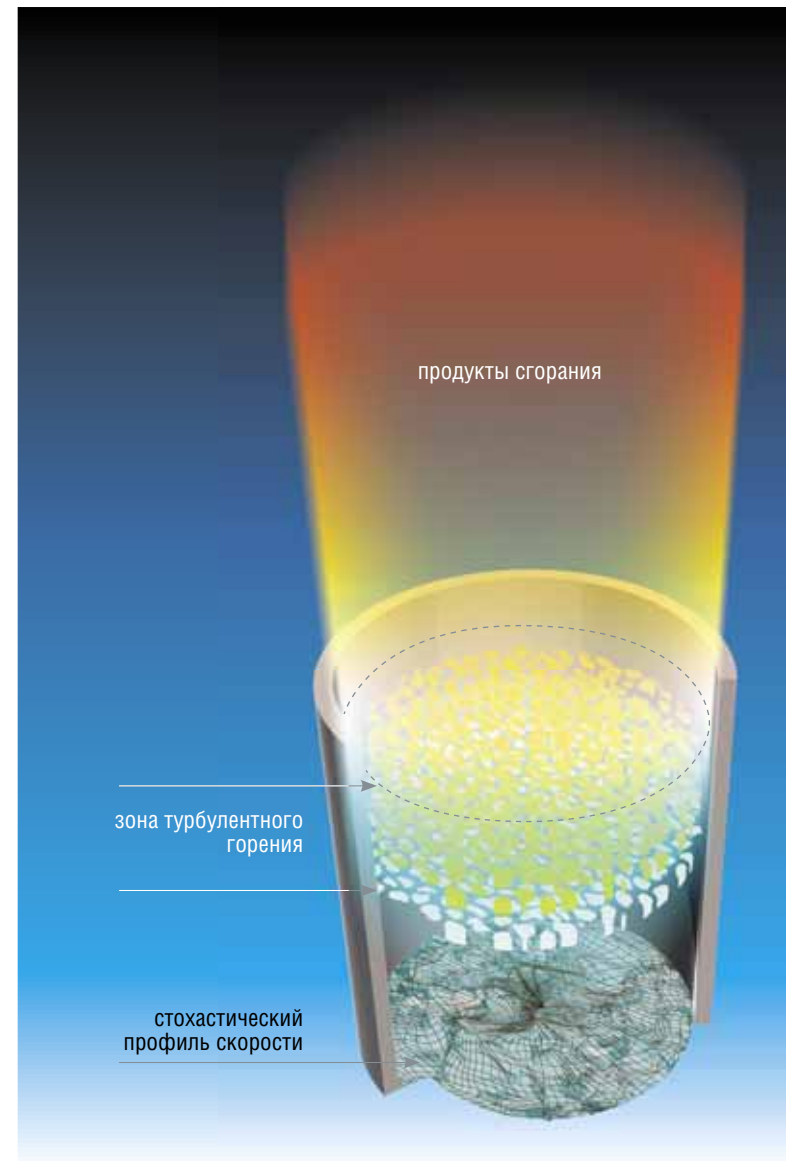
сильными вихрями. Образовалась область, «кипящая» всевозможными неоднородностями, состоящими из перемешанных обрывков пленки фронта пламени, зон гомогенной горючей смеси, а также из смеси горячих продуктов горения и холодного топлива. В плохо сбалансированном двигателе толщина слоя может быть настолько большой, что топливо будет заброшено в зону остывших продуктов горения, воспламенения не произойдет, а несгоревшая смесь будет выброшена наружу, через выхлопную трубу, в атмосферу.

Внешне обманчиво простое явление — ламинарное гомогенное горение — это диссипативный процесс, обладающий чрезвычайно сложным, сильно неравновесным характером с позиций термодинамики и нелинейной зависимостью почти от всех физико-химических параметров.

Поскольку нормальная скорость горения конечна, а температура окружающей топливо поджигающей среды должна быть не менее температуры воспламенения, то на область существования процесса горения налагаются два наиболее существенных ограничения. Во-первых, время пребывания горючей смеси в камере сгорания должно быть больше времени реакции, в противном случае топливо будет выброшено через выходное сопло несгоревшим. Во-вторых, при интенсивном турбулентном смешении с продуктами сгорания концентрация компонентов и температура должны сохранять значения, при которых горение возможно вообще. Поэтому процесс ограничен коридором оптимальных параметров потока, что обнаруживается явно при попытке создания сверхскоростных аппаратов. Говоря иначе, существует естественный предел эффективности подобного способа сжигания топлива.

Сценарий возникновения «торнадо», или Как детонационная волна воздействует на турбулентное пламя

Процесс взаимодействия структуры турбулентного пламени с детонационными и ударными волнами носит чрезвычайно сложный характер, но отказать себе в удовольствии привести ряд качественных соображений было бы обидно: схема этого мысленного эксперимента весьма не тривиальна, наглядна и многообещающа. Речь идет о «торнадо» в микромасштабе. Действительно, когда происходит высокоскоростной тангенциальный вдув в цилиндрическую камеру сгорания с ударной волной (нормально к направлению течения горючей смеси), затягивающей, как локомотив, длинный высокоскоростной «хвост» в камеру сгорания, генерируется мощнейший раскручивающийся вверх кольцевой, центрально-симметричный мновихрь, аналог «торнадо». «Хвост» (он же «шлейф») — это сложная суперпозиция волн сжатия и разрежения, способная сформировать хоть и из разрывных клочков, но фронт пламени. Уникальное явление — «псевдоламинарный» толстый фронт из обрывков первичного ламинарного неразрывного фронта! В целом, глобальная зона горения, состоящая из совершенно неоднородных по плотности микрозон (почти фрактального характера), при взаимодействии с «воронкой» подвергается сложному механизму «динамической сепарации» по составу и теплосодержанию. Вспомним, что если интенсивными круговыми движениями помешать ложечкой чай, то образуется воронка, а по мере успокоения жид-



Турбулентное пламя с разрывным «толстым» фронтом, состоящим из «кипящей» смеси клочков фронтов, холодной горючей смеси и горячих продуктов горения

кости тяжелые чаинки собираются в «жгутик» вблизи центральной оси стакана (так называемый эффект Эйнштейна) и на дне вокруг центральной точки. Аналогичным образом возникшее внутри «торнадо» разряжение будет втягивать внутрь воронки преимущественно горячие (более «легкие») очаги пламени и неостывшие продукты горения, готовые к «всплытию»,

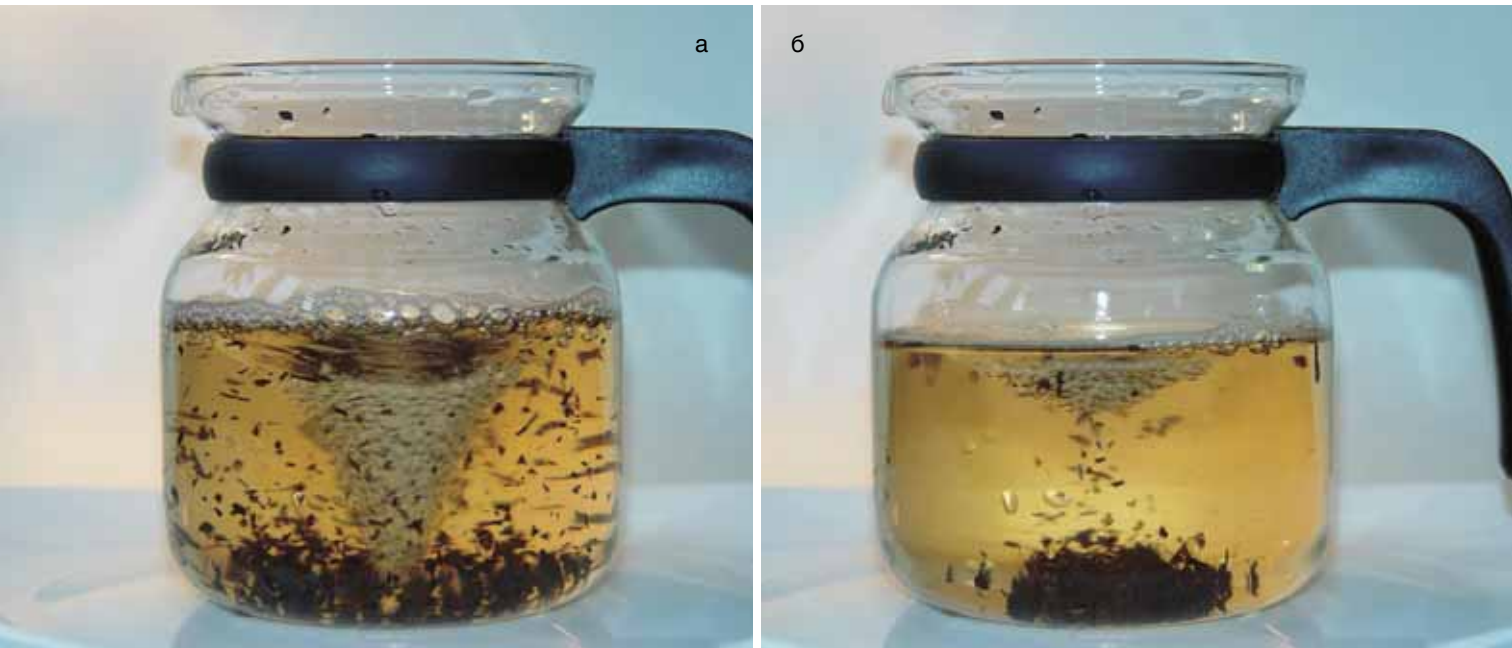
как воздушный шар. Толстый «псевдоламинарный» фронт, сформированный ударной волной (или несколькими ударными волнами) может быть затянут в воронку как единое целое, так как его теплосодержание высоко. Относительно холодная фракция продуктов горения и холодного несгоревшего топлива (более «тяжелая») будет отброшена центробежной силой

Шторм турбулентный дует в парус-фронт

С дальнейшим увеличением напряженности потока, характеризующимся возрастанием числа Рейнольдса (пропорционального произведению скорости потока на

диаметр устройства), увеличивает-ся и амплитуда скоростей вихрей. Крупные начинают раскалываться, пузырьки ломаются и трескаются, сталкиваются с большими скоростями, барабнят во фронт пламени и рвут его в клочья.

Наступил финальный, турбулентный, режим течения, и фронт пламени не только сильно гофрирован, но и прорван энергетически



Эффект Эйнштейна в стакане с сильно раскрученной жидкостью с чайниками.
 Образование воронки: легкая фракция — воздух (внутри воронки); тяжелая — чайники (вне воронки) (а).
 Затухание вихревого течения: чайники устремляются к оси цилиндрического стакана, а легкая фракция (воздух) поднимается вверх (б)

и силой кариолиса на периферию, к стенкам камеры. Гидродинамические и подъемные силы, сложившись, вызовут чудовищные по силе конвективные вихри, так как скорость вращения воронки может быть звуковой и выше, а разница между температурами холодной и горячей фракций громадной. Сочетания слов «торнадо в бочке с пламенем» и «торнадо с молниями» являются почти полными аналогами в связи с тем, что параметры

этих двух явлений эквивалентны по порядку величины и фрактально подобны. Сильный перепад давления на границах неоднородностей и молекулярное трение при движении к периферии и внутрь конуса гомогенизирует смесь, уплотняя более холодную фракцию ближе к стенкам. Этот эффект дополнительного охлаждения стенки может оказаться очень полезным, так как одна из первоочередных проблем сверхзвуковых двига-

телей — перегрев стенок корпуса и камеры сгорания. Судьба более горячих фракций, втянутых внутрь конуса, тоже может оказаться очень благотворной, так как интегральное теплосодержание этой фракции увеличится, следовательно, условия для увеличения полноты выгорания топлива будут улучшаться — и это также одна из важнейших по значимости проблем, как и охлаждение. Процесс горения в камере сгорания происходит непрерывно благодаря непрерывной подаче топлива. Синхронизация скорострельности детонационного пулемета со вдувом с характерным временем выгорания топлива и с периодом релаксации торнадо в промежутке между выстрелами может существенно повлиять на интенсификацию процесса горения, особенно если возможны резонансные явления при сопряжении этих сложных явлений. Динамика усиления торнадо во время выстрела и его затухания в период между выстрелами может привести к уже упомянутому эффекту Эйнштейна, частично обратив процесс «дрейфа» фракций. А изучение пульсирующей динамики этого процесса — к неожиданным эффектам и интересным результатам, например при изучении периодического характера противотоков фракций.

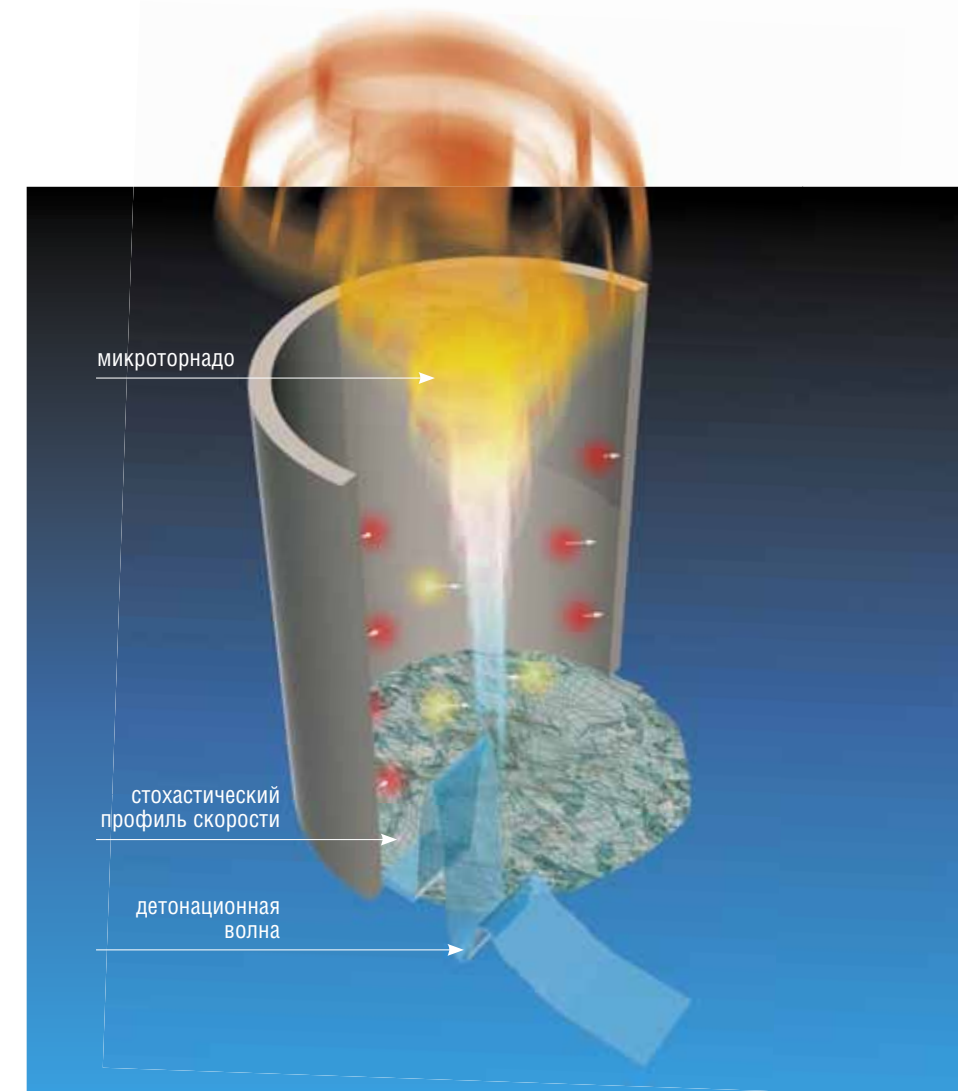
Следует упомянуть и вихревой эффект Ранка, работающий в том же направлении сепарации горячих и холодных газов, широко использующийся в различных технических приложениях. Он реализуется в процессе течения интенсивно закрученного потока по осесимметричному каналу, где первоначально термически однородный поток пространственно может быть разделен на более горячий и более холодный.

Таким образом, качественная картина процесса указывает на то, что динамический эффект «торнадо» может внести существенную лепту в модернизацию процесса турбулентного горения с целью

расширения оптимальных границ области существования, особенно применительно к использованию этого эффекта в камерах сгорания сверх- и гиперзвуковых летательных аппаратов. Рассмотренный сценарий развития микроторнадо и приведенные качественные рассуждения не бесполезны и не беспочвенны, напротив, они дают возможность, не обременяя себя деталями, наметить перспективные направления, что зачастую и делается на практике, исходя из

интуиции. Взглянуть со стороны и понять взаимосвязь многих явлений в целом, понять качественные изменения при эволюции процесса от простого к поэтапно трансформируемому, ретроспективно взглянуть и построить логически последовательную фрактальную и самоорганизующуюся цепь условий структуры — вот путь, по которому еще придется пройти.

Материал подготовил к.ф.-м.н. В.А. Суюшев



Закрученное течение смеси «кипящего слоя», свежей и сгоревшей смеси при тангенциальном вдуве с наложением детонационных чередующихся волн в виде «микроторнадо»



№1

Комплект № 1
«Реактивные самолеты»

Серия публикаций, посвященных прошлому, настоящему и будущему реактивных самолетов и проблемам, которые приходится решать ученым при их проектировании

Комплект №1 состоит пяти номеров:
 № 1(4), 3(6) — 2005 г.; № 6(12) — 2006 г.;
 № 2(14), 3(15) — 2007 г.

ЦЕНА 350 руб.

Порядок приобретения комплекта см. на стр. 126

БЫКОВСКИЙ Ф. А., ЖДАН С. А., ВЕДЕРНИКОВ Е. Ф.

на пути к

ДЕТОНАЦИОННОМУ ДВИГАТЕЛЮ



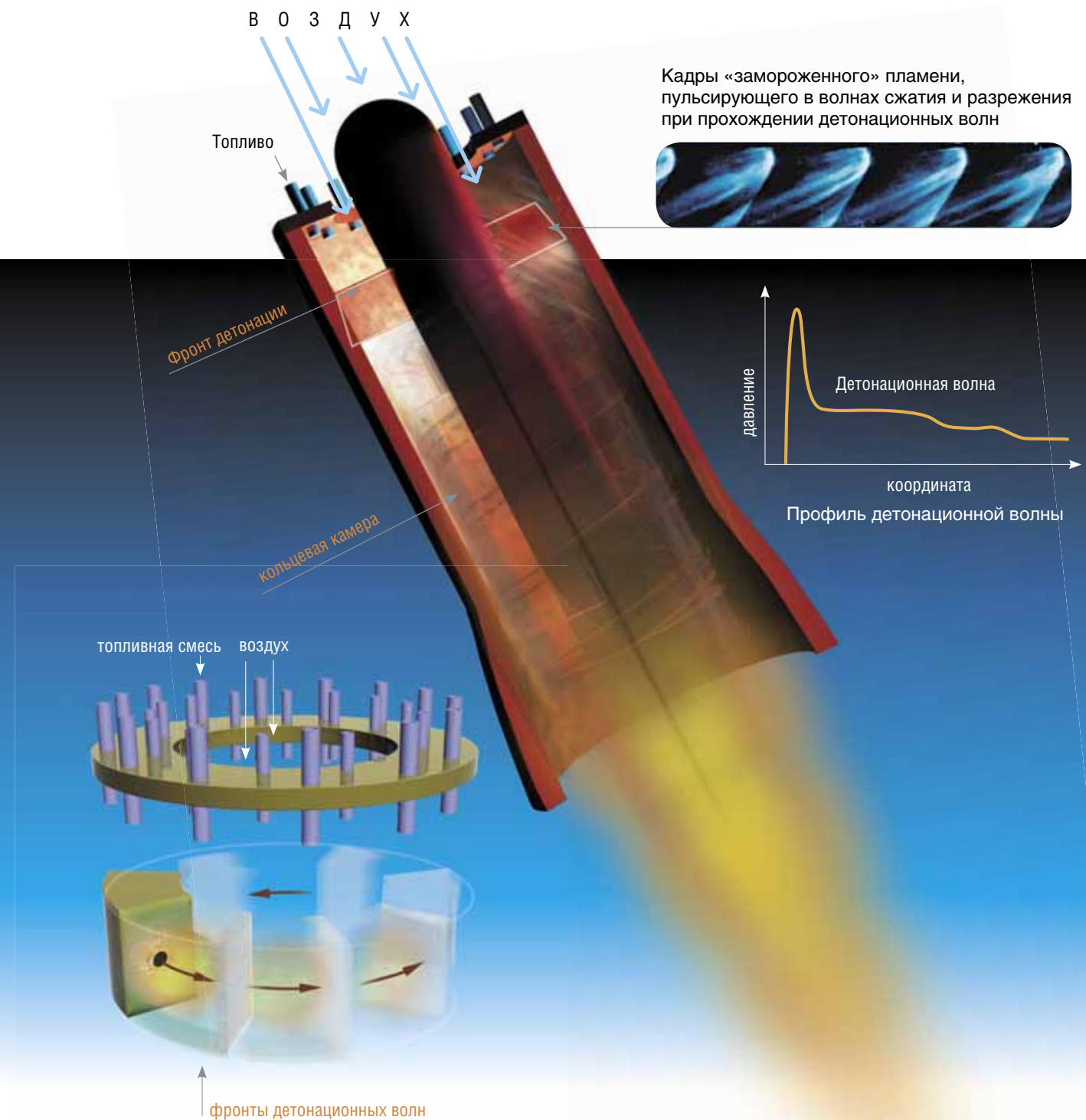
БЫКОВСКИЙ Федор Афанасьевич — доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории динамики гетерогенных систем Института гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН. Область научных интересов — экспериментальное исследование детонационного сжигания топлив, аэродинамика



ЖДАН Сергей Андреевич — доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией динамики гетерогенных систем Института гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН. Область научных интересов — исследование пульсирующих и непрерывных детонационных процессов в газовых и гетерогенных средах



ВЕДЕРНИКОВ Евгений Федорович — ведущий инженер лаборатории динамики гетерогенных систем Института гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН. Область научных интересов — экспериментальное исследование детонационного сжигания топлив, техническое обеспечение экспериментов



Кадры «замороженного» пламени, пульсирующего в волнах сжатия и разрежения при прохождении детонационных волн



Схема распространения детонационных волн через топливную смесь, компоненты которой вдуваются перпендикулярно направлению движения первых

Модель камеры сгорания детонационного двигателя

Неуправляемый детонационный срыв мягкого турбулентного режима горения — бич всех типов двигателей внутреннего сгорания. Использование контролируемого, непрерывного процесса генерации детонационных волн как основного элемента подобных двигателей приводит к качественно новому результату

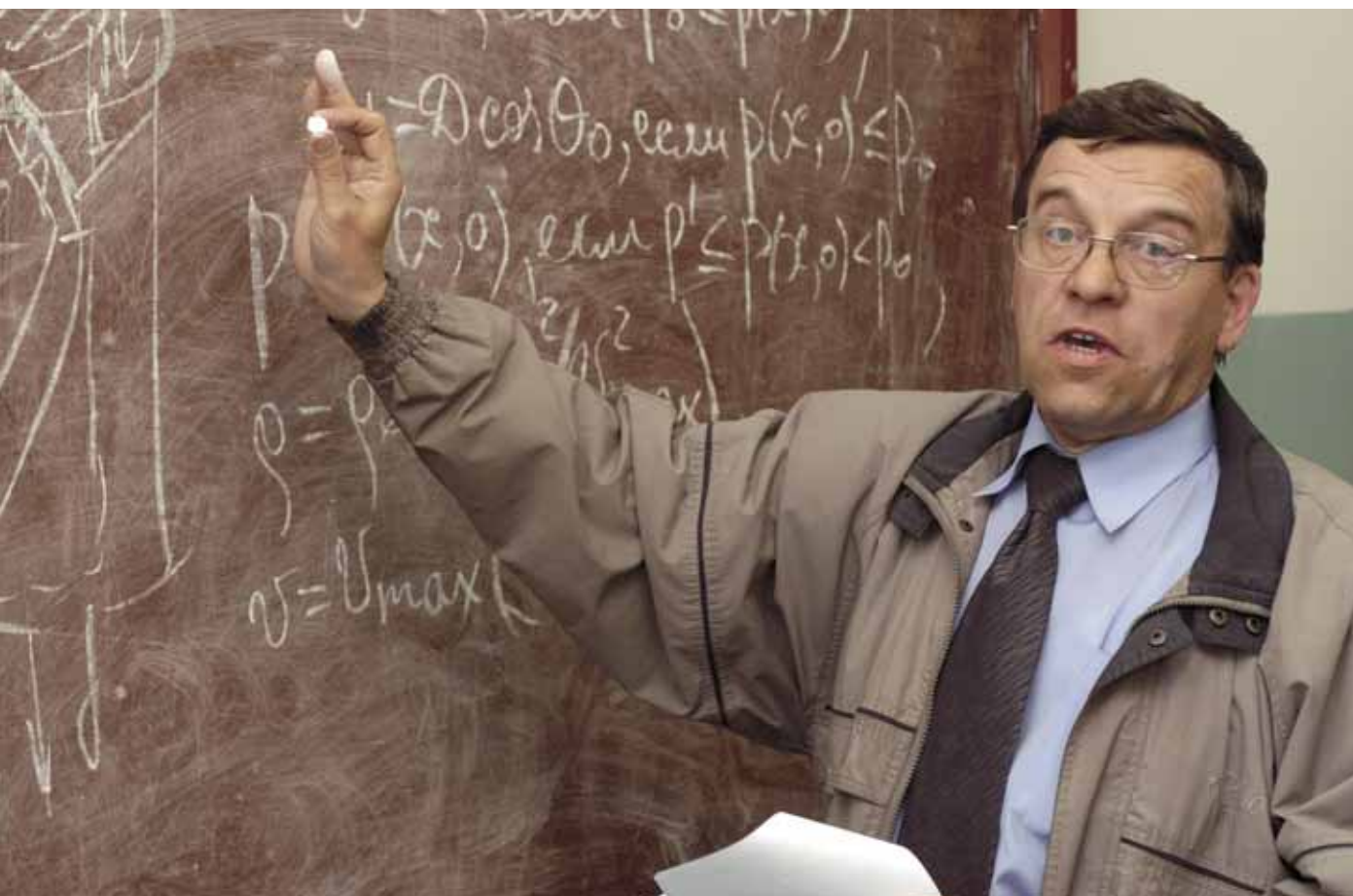
Наверняка многие из нас испуганно вздрагивали от громкого «хлопка» в двигателе проезжающего мимо автомобиля. Это — детонация. Непредсказуемость ее появления (практически взрыва) в камерах сгорания всех типов двигателей и энергетических установок, с последующим прогоранием и разрушением элементов конструкций, наводит на мысль: вместо того чтобы гасить процесс детонацион-

ного (взрывного) характера горения, не попробовать ли организовать его должным образом и использовать во благо?

Не секрет, что при достижении сверхзвуковых скоростей, например в воздушно-реактивных двигателях летательных аппаратов, а также в любых промышленных двигателях внутреннего сгорания, использующих турбулентное сжигание (а других практически и нет), существенная часть несгоревшего топлива выбрасывается в атмосферу, со всеми вытекающими отсюда последствиями для экологии. Сильно ядовитые присадки-антидетонаты, используемые для гашения детонации, усугубляют картину загрязнения.

В связи с этим внимание ученых всего мира привлечено к теме стабилизации детонационного горения.

Что касается реализации сжигания топливной смеси в поперечной детонационной волне (ПДВ), т. н. волне «спиновой» детонации, то приоритет в решении этой



Так можно описать схему распространения непрерывной спиновой детонации в кольцевой камере сгорания



Чем меньше размер камеры сгорания, оптимальный для эффективного детонационного сжигания топливно-воздушной смеси, тем компактней и энергетически выгодней двигатель

Фоторегистратор в течение секунды фиксирует «замороженные» на снимке промежутки времени в одну миллионную долю секунды





Черно-белые снимки «замороженного» пламени удобно рассматривать и через солнце

проблемы по праву принадлежит России, в частности Институту гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН. Впервые в непрерывном детонационном управляемом режиме Б. В. Войцеховскому удалось осуществить сжигание ацетиленокислородных смесей в поперечной детонационной волне [1]. После проведения этих опытов за рубежом было оформлено несколько патентов на использование режима непрерывного детонационного сжигания в ракетных двигателях.

Иными словами, то, что считали вредоносным явлением и от чего пытались избавиться много лет, стало неотъемлемым элементом, входящим в основу проектирования нового типа двигателей внутреннего сгорания. Теоретический приоритет принадлежит Я. Б. Зельдовичу, впервые исследовавшему возможности использования детонационного сжигания топлива в энергетике [2].

Он показал, что детонационное сжигание топлива происходит при меньшем возрастании энтропии

продуктов горения, а значит, с большей кинетической энергией, меньшей теплонапряженностью. Снимается и проблема борьбы с «хлопками», так как шумовые эффекты и вибрации в камере детонационного сгорания специальной конструкции не выше, чем для режима работы обычного двигателя внутреннего сгорания.

Преимущество детонационного горения в конкретных устройствах характеризуется меньшими габаритами камеры, определяемыми размером детонационной волны. Это приводит к более интенсивному и полному сжиганию широкого класса топлив с увлеченными продуктами детонации и обеспечивает повышенную тягу двигателя.

Авторами продемонстрировано применение оригинального фоторегистратора, позволяющего «заморозить» процессы микросекундного масштаба времени, протекающие в области ПДВ на протяжении длительного периода времени (до 1 секунды). Получен российский патент на способ сжигания топлив [3].

Как выглядит замороженное пламя

Что может гореть в спиновых волнах, почему и как? Возникает уместный с экономической и практической точки зрения вопрос: будут ли смеси традиционных видов топлив и окислителей вообще гореть в столь необычных условиях, «иссеченные» жесткими фронтами непрерывной спиновой детонации? А если даже и будут, то насколько устойчиво, непрерывно и эффективно? Для ответа на этот непростой вопрос было проведено более сотен (если не тысяч!) экспериментов и расчетов, сделано столько же чертежей различных конструкторских решений, из громоздкого «железа» изготовлено множество модификаций камер сгорания различного типа ЖРД (жидкостный реактивный двигатель) и ВРД (воздушный реактивный двигатель).

Результаты превзошли все ожидания, правда, не обошлось без трудоемких, кропотливых и большей частью рутинных исследований. Оказалось возможным, при надлежащей организации процесса горения (ноу-хау!) в этих непростых условиях эффективно сжигать практически любые традиционные газообразные или жидкие углеводородные виды топлив в смеси с газообразным кислородом, воздухом и жидким кислородом в качестве окислителя.

Удалось предсказать и наблюдать (что происходит не так уж часто) не совсем обычный эффект трансзвукового перехода в потоке, при неизменной площади поперечного сечения (чего не бывает в обычной камере, которая не профилирована под сверхзвук). При этом, давление в камере, в зоне поперечных детонационных волн, пульсирует с частотой вращения ПДВ, достигая максимальных значений во фронте, в 3–5 раз превышающих среднее давление в обычных условиях.

Когда человек быстро поднимается в гору, он чувствует, как учащенно начинает биться сердце. Точно так же, чтобы сверхзвуковой лайнер не «схватил инфаркт», не сгорел в течение нескольких секунд от перегрева или не развалился от «фибрилляций», поднимаясь к разным слоям атмосферы, нужно провести очень ответственную работу по определению области существования устойчивой ритмической и непрерывной спиновой ПДВ — сердца двигателя. Вот почему с целью определения области штатных безопасных режимов варьировалась разница давлений в камере сгорания и в окружающей среде. Очень интересным оказалось то,



Несмотря на скромные размеры детонатора его энергии достаточно для того, чтобы поджечь пламя

что в камере с расширением канала процесс непрерывной спиновой детонации может протекать устойчиво даже при давлении в камере, меньшем, чем давление окружающей среды. Выявлено было и существенное влияние качества процесса смесеобразования на стабильность скорости ПДВ и устойчивость ее структуры (не считая моментов смены количества детонационных волн) в широком диапазоне соотношений топливных компонентов и разности давлений в камере и во внешней среде [3–5].

Изменение соотношений концентраций компонентов горючей смеси, конфигурации элементов подачи топлива и давлений снаружи и внутри камеры сгорания аппарата приводит к смене скорости ПДВ, образованию сложных режимов суперпозиции 1-2-3 и более волновых структур, а также к их затуханию, усилению и изменению частоты вращения спина.

Все полученные знания совершенно необходимы, прежде всего, для разработки новых типов двигателей летательных аппаратов.



Шумопоглотитель



Макет «мини-камеры» детонационного сжигания топливной смеси

Эпилог, оптимистический и всегда грустный

Все догадываются, что если бы архитектор строил дом по принципу «нарисовал да и живи», то последний непременно рано или поздно рухнул бы, несмотря на то что имеет теоретическое обоснование стоять вечно. При всем том, далеко не каждый знает, что после проведения расчетов обязательно строится макет из различных материалов, втыкается фундаментом в различные грунты и подвергается всевозможным жестоким испытаниям, чтобы оттянуть как можно на более длительное время печальный исход. Неизмеримо более сильные и разнообразные типы нагрузок, не

сравнимые даже с земными стихиями, испытывают летательные и космические аппараты.

Несопоставимая стоимость этих двух, надежно защищенных от внешних и внутренних «стихий», проектов и их изделий, соизмеримых разве только по габаритам («земной дом» и «космическая ракета»), отражает несоизмеримость их сложности. Если первый проект может быть профинансирован небольшой группой даже не очень богатых частных лиц, то второй — только в масштабах целого государства. Наличие выделенных крупных инвестиций на аналогичный последний проект в конкурирующих зарубежных государствах требует своевременного выделения не меньших средств и в России.

Литература

1. Войцеховский Б. В. Стационарная детонация // ДАН СССР. — 1959. — Т. 129. — № 6. — С. 1254–1256.
2. Зельдович Я. Б. К вопросу об энергетическом использовании детонационного горения // ЖТФ. — 1940. — Т. 10. — Вып. 17. — С. 1453–1461.
3. Быковский Ф. А., Войцеховский Б. В., Митрофанов В. В. Способ сжигания топлива. Патент № 2003923. Заявка № 4857837/06 от 06.08.1990 // Бюллетень изобретений, 1993. — № 43–44.

4. Быковский Ф. А. Высокоскоростной ждущий фоторегистратор // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. — 1981. — № 2. — С. 85–89.
5. Быковский Ф. А., Ждан С. А., Ведерников Е. Ф. Спиновая детонация топливно-воздушной смеси в цилиндрической камере // ДАН. — 2005. — Т. 400. — № 3. — С. 338–340.

В.Е. РЕПИН, В.В. ВЛАСОВ

ПУТЕШЕСТВИЕ В НЕВИДИМЫЙ МИР

Человеку свойственно во всем искать начало начал. Чтобы заглянуть в истоки жизни, нужно найти тех простых прародителей, от которых все и пошло на Земле. Можно, правда, упростить себе задачу, перенести ее решение на гипотетических представителей других цивилизаций или же на Промысел Божий. Для этого есть все основания, а исследования и находки последних лет документально подтверждают наличие структур, схожих с биологическими, в метеоритах. Однако, когда даже за отпущенный нам короткий жизненный срок замечаешь признаки изменения, черты эволюционирования в природе, очень хочется попытаться восстановить последовательность событий, которые происходили почти 4 млрд лет назад. Существуют ли сейчас на Земле организмы, несущие признаки прародителей? Да, и это — микроорганизмы

А у нас на площади памятник *Escherichia coli* поставили натуральную величину...

*Из фольклора наукограда
Кольцово (Новосибирск)*

Скрытое от глаз невообразимое множество крошечных созданий буквально окружает нас со всех сторон. Куда бы мы ни обратили свой взор, везде в том или ином виде мы встречаемся со следами их жизнедеятельности. Число прокариотов (простых одноклеточных микроорганизмов без клеточного ядра) достигает примерно 5×10^{30} клеток (Whitman et al., 1998). А это означает, что лопата дачной земли содержит больше микроорганизмов, чем на планете живет людей.

Микроорганизмы обитают во всех средах и во всех местах: трудно представить себе уголок на Земле, где не было бы этих буквально вездесущих созданий. И с определенной долей скептицизма с последним

утверждением можно согласиться. Обязательно добавив при этом, что микроорганизмы живут везде, где есть вода в жидком состоянии, и не всегда «живут», но иногда «выживают». Эта вера во «всемогущество» микроорганизмов перевернула человеческое мировоззрение: теперь любой намек на существование воды на различных планетах расценивается как колебимое доказательство существования жизни. Здесь будет уместно привести известный афоризм знаменитого живого классика: «Где есть жизнь, там есть микробы» (Woese, 1994). Так что же уникального в этих «братьях наших меньших» в эволюционном смысле, кроме их действительно малых размеров?

Земные инопланетяне

Одно из необычных отличий микроорганизмов от всех остальных живых созданий на Земле — это их потенциальное бессмертие. Типичный для микроорганизмов процесс размножения — бинарное деление, т. е.



РЕПИН Владимир Евгеньевич — кандидат биологических наук, заведующий лабораторией микробиологии Института химической биологии и фундаментальной медицины Сибирского отделения РАН (г. Новосибирск). Автор более 300 научных публикаций, 78 изобретений. Дважды награжден медалью «Изобретатель СССР»



ВЛАСОВ Валентин Викторович — академик, доктор химических наук, директор Института химической биологии и фундаментальной медицины Сибирского отделения РАН, заведующий кафедрой молекулярной биологии Новосибирского государственного университета, лауреат Государственной премии РФ

простое деление надвое. А это означает, что у микроорганизма нет предшественника, умерших предков.

Бактерии, живущие сейчас, несут в себе, в своем геноме, все изменения, происходившие именно с ними, а не с их почившими в бозе родителями: такая своеобразная «летопись» жизни. Микроорганизмы, по существу, «клонированы», они равнозначны, как в следующем поэтическом опусе: «Раз бактерия моя поделилась втихаря. Высыпать бы ей впору, но как понять, которой?»

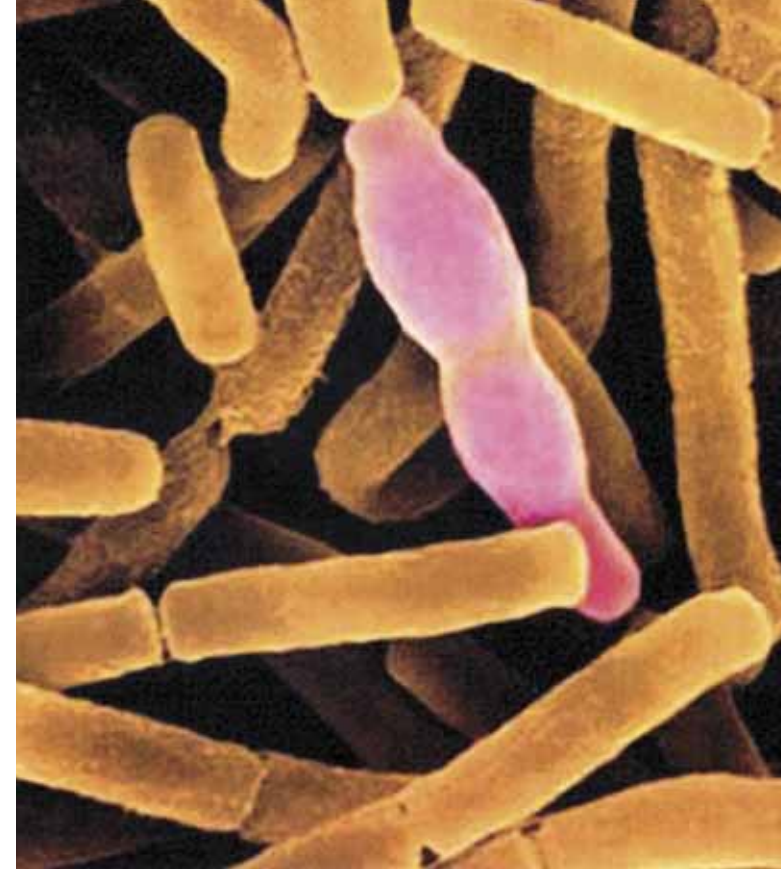
Именно благодаря этому свойству столь интересно изучать микроорганизмы, обитающие в условиях, максимально схожих с теми, что существовали на древней Земле, в местах, как можно меньше подверженных влиянию человека. Вследствие такого способа размножения у микроорганизмов также отсутствует онтогенез (индивидуальное развитие) в привычном понимании этого слова.

Следующее уникальное свойство — высокие скорости деления в благоприятных условиях. Рекордсмены удваивают свою численность за 10 минут, а кишечная

палочка *Escherichia coli*, традиционный объект исследования генных инженеров, — за полчаса. Простой арифметический подсчет показывает, что только за сутки одна бактерия может породить сонм себе подобных, число которых может в сотни и тысячи раз превышать численность всех других обитателей Земли.

Столь быстрые темпы деления компенсируются другим качеством микроорганизмов: способностью длительное время находиться в неактивном, анабиотическом состоянии. Эти периоды стагнации могут достигать десятков и сотен миллионов лет (Сапо et al., 1995). И если в состоянии подобного анабиоза в клетках не происходит каких-либо существенных перестроек генома, то это означает, что в природе существуют особи, биологические часы которых остановились на этот период. (Для контраста: возраст самого человечества оценивается приблизительно в 4,4 млн лет.)

Обращает на себя внимание и следующее свойство микроорганизмов: их полная зависимость от условий



На вкус и цвет товарищей нет

Подробное рассмотрение проблемы возникновения жизни в древних экстремальных условиях Земли выходит за рамки этой статьи. Мы же опираемся на следующее предположение: если наша планета была постепенно охлаждающимся огненным шаром, то наилучшими кандидатами на роль прародителей из ныне существующих на Земле организмов являются экстремофильные микроорганизмы, т. е. обитатели мест с экстремальными условиями.

Одним из перспективных мест для возникновения жизни считаются глубоководные термальные

Микроорганизмы можно найти даже в таких малопривлекательных на первый взгляд местообитаниях, как эта горячая грязевая ванна. Долина гейзеров, Камчатка



Змеи любят тепло. Аллинские источники, Бурятия

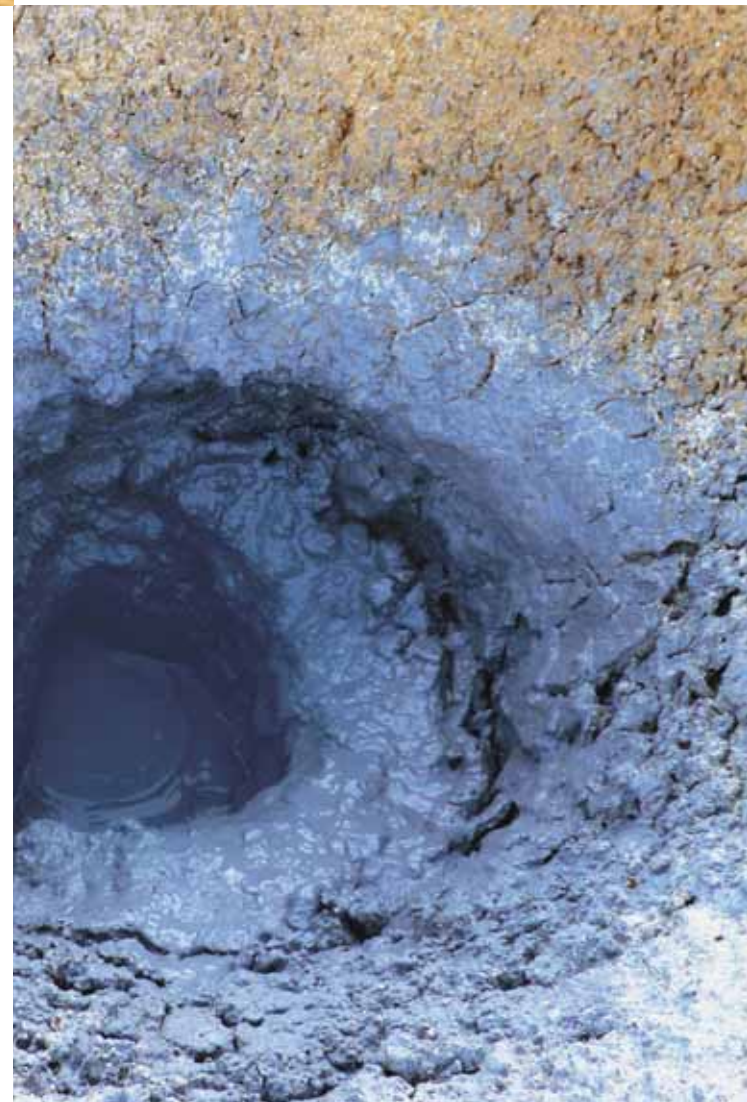
Делящиеся и спорулирующие клетки *Bacillus anthracis*, возбудителя сибирской язвы

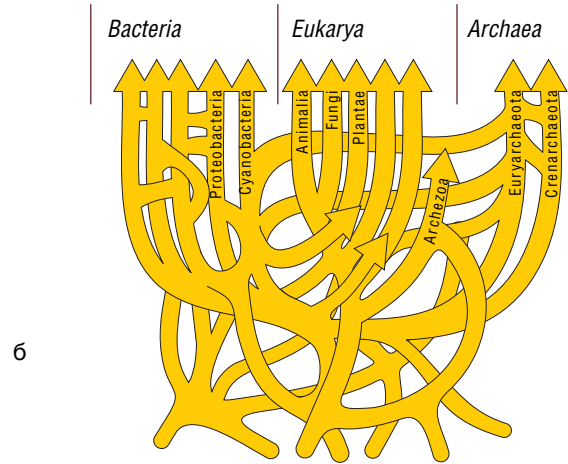
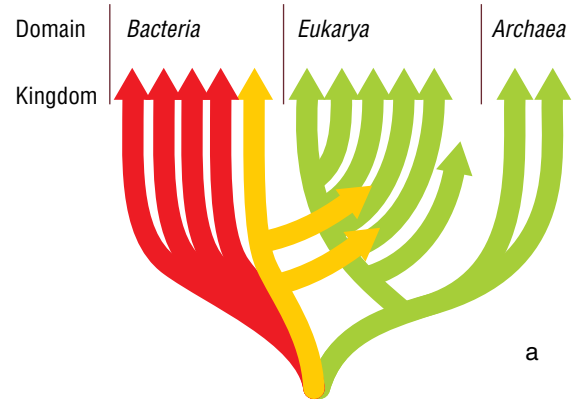
существования. Именно изменение среды обитания во времени приводит к появлению новых форм этих организмов; с другой стороны, результатом обитания в относительно стабильной среде является крайняя консервативность генома, как, например, у тех же обитателей кишечника энтеробактерий *Escherichia coli* и *Salmonella typhimurium* по сравнению с представителями рода свободноживущих почвенных бацилл.

Что касается генома микроорганизмов, то для него также характерны достаточно жесткие ограничения по объему при необычайно высокой информационной плотности: у бактерий 90—95 % генома кодируют белки или стабильные РНК.

Кроме того, микроорганизмы обладают несопоставимо большими возможностями по обмену генетического материала (так называемый латеральный перенос), который практически не ограничен внутривидовыми и даже межцарственными генетическими барьерами.

И конечно, одним из важных и наиболее бросающихся в глаза свойств этих организмов является их огромное разнообразие. Создается впечатление, что у них существует своего рода «мегагеном», благодаря чему при определенных условиях могут быть реализованы практически любые, не противоречащие друг другу, комбинации генов.





«Дерево жизни», отражающее эволюционные взаимоотношения между организмами:
 а — по Woese (1970);
 б — представление 1990—2000 гг.;
 в — современное (образное) представление



венты, представляющие собой выбросы горячих вод над земными разломами (Fliermans, Balkwill, 1989; Добрецов, 2005). В них жизнь не только защищена от стерилизующего действия метеоритов и космической радиации, но также имеет постоянный источник энергии и углерода. Косвенным подтверждением этого может служить тот факт, что если в каких-либо микробиологических таксонах присутствуют термофильные виды, то они, как правило, являются в них самыми древними представителями.

Таблица факторов среды и соответствующих параметров устойчивости экстремофильных микроорганизмов. Экстремальными факторами могут выступать также давление, гравитация, влажность и т. п.

Фактор среды	Категории микроорганизмов	Допустимые параметры среды	Примеры микроорганизмов
Температура	гипертермофилы	Рост при > 80 C°	<i>Pyrolobus fumarii</i>
	термофилы	60—80 C°	<i>Thermus aquaticus</i>
	мезофилы	15—60 C°	<i>Bacillus subtilis</i>
	психрофилы	< 15 C°	<i>Psychrobacter</i>
Кислотность (pH)	алкалофилы	pH > 8,5	<i>Bacillus firmus</i>
	ацидофилы	pH < 5	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Соленость	галофилы	2—5 М соль	<i>Halobacterium</i>
Радиация	радиоустойчивые		<i>Deinococcus radiodurans</i>



Нужно сказать, что само понятие экстремофильности дискуссионно и нуждается в пояснении, поскольку оно несет на себе печать антропоцентризма. Например, обычная для нас температура в 30 °С для гипертермофильных организмов будет экстремальным значением фактора, а уже при температуре 21 °С многие из них погибнут.

Где же сохранились, и сохранились ли вообще на нашей планете условия, приближенные к тем, что существовали на ранней стадии развития Земли? Учитывая описанные ранее удивительные свойства микроорганизмов, мы могли бы исследовать именно этих обитателей «реликтовых» мест, которые должны были сохранить в своем геноме архаичные черты. Далее, используя редуционистский подход, можно было бы путем сравнения геномов (или их частей) построить «универсальное дерево жизни», отражающее филогенетическое родство микроорганизмов.

Однако на основе уже имеющихся данных видно, что для бактерий невозможно построить «генеалогическое

дерево», как это удалось сделать для высших организмов. «Дерево» микроорганизмов сначала напоминало заросший кустарник, а к настоящему времени превратилось в подобие цветка семейства сложноцветных или рваной рыболовной сети со множеством ячеек.

Охотники за микробами

Наша страна представляет собой территорию с огромным разнообразием необычных местообитаний — от зоны вечной мерзлоты до гейзеров и вулканов.

Гейзеры — явление настолько же красивое, насколько и редкое. Крупные гейзеры есть только в Исландии, в Йеллоустонском парке США и в Новой Зеландии, небольшие — в Калифорнии, Японии и на Тибете. В нашей стране наибольшая концентрация дымящихся гейзеров и горячих источников отмечена на востоке: на Камчатке. Одним из перспективных мест для изучения реликтовых сообществ является Кроноцкий заповедник, где

Селевой поток, перегородив реку Гейзерную, способствовал образованию живописного озера, предварительно названного «Нежданым»



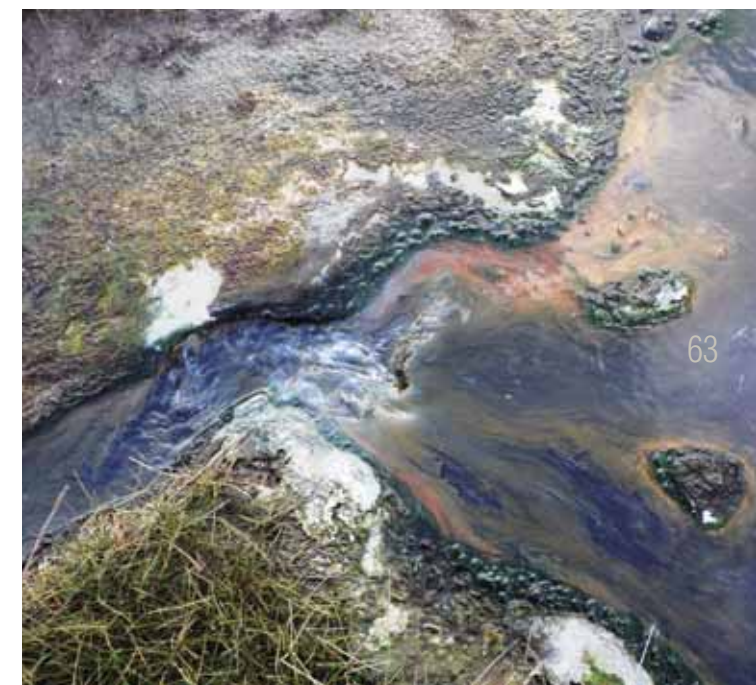
Селевой поток приблизился к стационару Кроноцкого заповедника вплотную, полностью уничтожив две вертолетные площадки.

Долина гейзеров, Камчатка

Краски кальдеры Узон

расположено 12 активно действующих вулканов (в том числе Кроноцкая сопка высотой 3 528 м), термальные озера, водопады, а также почти сотня гейзеров. Наиболее интересными для исследователей являются расположенные недалеко друг от друга Долина гейзеров и пахнущая сероводородом кальдера вулкана Узон*.

В долине реки Гейзерной отмечено и гидрохимически опробовано более 200 горячих источников. Все они являются пульсирующими, т.е. не обладают постоянным расходом воды. Около 90 источников относится к гейзерному типу, т.е. имеет циклический характер деятельности, когда в течение одного цикла период активности сменяется фазой покоя, во время которой



* Подробнее см.: НАУКА из первых рук. — 2007. — № 1 (13).



а

на поверхность источника не поступает ни пар, ни вода. Около 30 таких крупных источников имеет свои собственные названия.

Важным достоинством Долины гейзеров для исследователей является ее удаленность от обитаемых мест и труднодоступность. Кроме того, в настоящее время Долина гейзеров относится к особо охраняемым природным объектам.

В августе 2006 г. в рамках междисциплинарного интеграционного проекта «Происхождение и эволюция жизни на Земле: физико-химические, геологические, палеонтологические и биологические проблемы» состоялась научная экспедиция в Кроноцкий заповедник

(Репин и др., 2007). Во время экспедиции в Долину гейзеров было отобрано и транспортировано в Новосибирск более 200 образцов воды, глины, грязи, почвы из гейзеров, горячих источников, а также из грязевых вулканов и грязевых ванн. Кроме того, «охотники за микробами» на вертолетах дважды посетили кальдеру Узон, которая является местообитанием уникальных микроорганизмов.

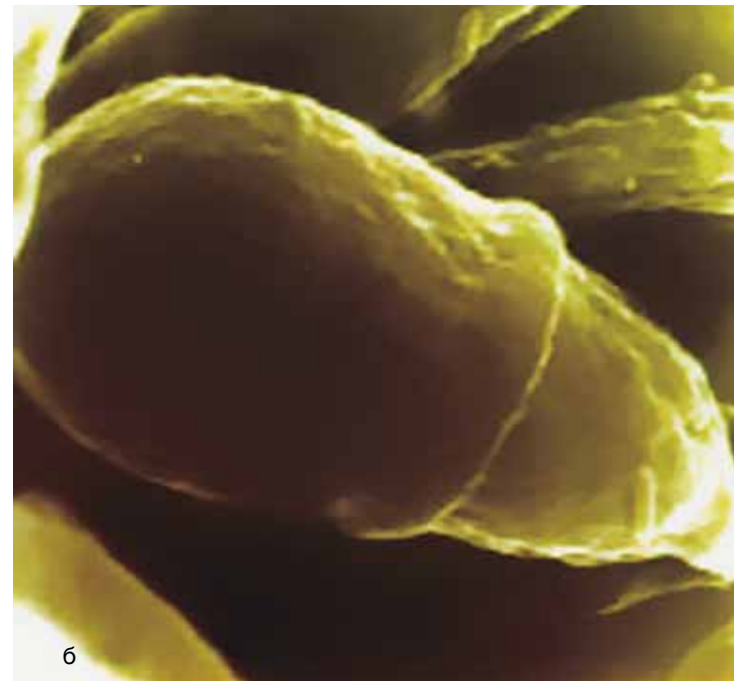
Экспедиция состоялась как нельзя кстати: уже на следующий год мощный селевой поток, прошедший по руслу реки Водопадной, неузнаваемо изменил облик Долины гейзеров. Под завалами были погребены гейзеры «Сахарный», «Сосед», «Удачный»; исчезли «30-метровый водопад» и «Джакузи»; до сих пор не работает гейзер «Малый», а «Большой» к настоящему времени начинает проявлять лишь первые, слабые признаки возрождения.

Селевой поток, перегородив реку Гейзерную, принес не только разрушения: благодаря ему в Долине гейзеров образовалось живописное озеро, предварительно оскрещенное нами «Нежданным».

Что мы узнали?

Через год после нашей экспедиции настало самое время подвести некоторые итоги, пусть и предварительные.

Нужно сказать, что необычные условия жизни закономерно порождают необычные микроорганизмы и необычные трофические (пищевые) связи в сообществах.



б

Ловчая петля (а) и конидия (орган размножения) (б) хищного гриба вида *Arthrotrys oligospora*. Автор штамма Т. Теплякова. Электронный микроскоп

№	Традиционные методы	FAME анализ	Индекс подобия	16S RNA	Гомология
1	<i>Pseudomonas sp.</i>	<i>Pseudomonas putida</i> biotype B	0,612	<i>Pseudomonas halodenitrificans</i>	98 %
2	<i>Alcaligenes sp.</i>	<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	0,594	<i>Alcaligenes sp.</i>	97 %
3	<i>Bacillus sp.</i>	—	—	<i>Bacillus anthracis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i>	100 %
4	<i>Cellulomonas sp.</i>	<i>Cellulomonas turbata</i>	0,389	Не обнаружено какого-либо подобия с <i>Cellulomonas</i>	—
5	<i>Pseudomonas sp.</i>	<i>Pseudomonas putida</i> biotype B	0,612	<i>Pseudomonas halodenitrificans</i>	98 %
6	<i>Pseudomonas sp.</i>	<i>Cellulomonas turbata</i>	0,318	<i>Pseudomonas halodenitrificans</i>	95 %
7	<i>Flavobacterium sp.</i>	<i>Flavobacterium jonsoniae</i>	0,022	<i>Flavobacteriaceae str. EP105</i> , <i>Flavobacterium sp. AMS2</i>	95 % 95 %

Сравнительный анализ штаммов микроорганизмов, полученных при изучении мозга Юкагирского мамонта разными методами. Поразительно, но ранее хорошо зарекомендовавшие себя методы идентификации микроорганизмов в ряде случаев показали различающиеся результаты (Репин et al., 2007)

Причем это касается не только экстремальных температур. Например, микробиологические исследования кернов глубокого бурения на озере Байкал показали, что более 40 % бактерий и около 70 % грибов, которые удалось культивировать, обладали сочетанием биохими-

ческих признаков, отличавших их от всех ранее описанных на Земле микроорганизмов (Репин et al., 2001). То есть речь идет о новых видах в традиционном понимании этого слова.

Удивительные результаты были получены и при микробиологичес-

ком исследовании мозга так называемого Юкагирского мамонта, возраст которого оценивается в 18 тыс. лет, причем, судя по состоянию тканей, останки не размораживались в течение всего этого периода (Репин и др., 2007).

Поразительным оказалось то, что ранее хорошо зарекомендовавшие себя методы идентификации микроорганизмов в ряде случаев показали различающиеся результаты (Репин et al., 2007).

Аналогичные расхождения были отмечены и при исследовании древних микроорганизмов, извлеченных из насекомых, застывших в янтаре (Greenblatt et al., 1999). В некоторых случаях удалось выявить своего рода комбинаторные сдвиги, когда ожидаемые характеристики штамма были как бы подменены другими, принадлежащими к од-

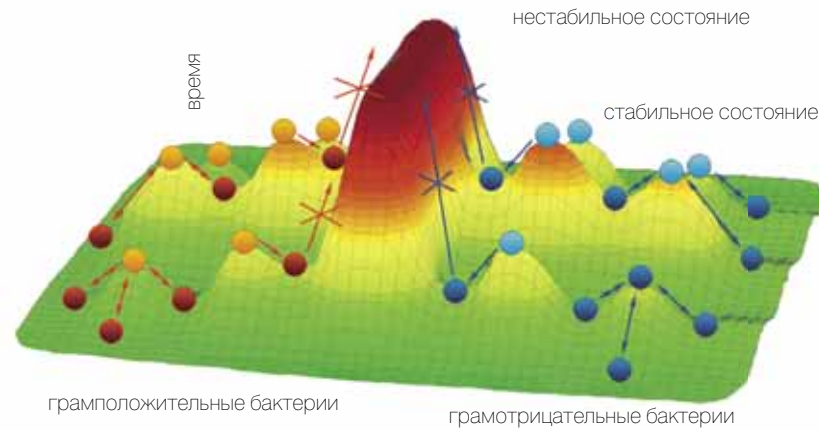


Голова Юкагирского мамонта — объект для микробиологического исследования

ному, достаточно ограниченному, пулу признаков. Это послужило поводом для предположения, которое сделали авторы: даже в янтаре идут эволюционные изменения генотипа на уровне обмена информацией, а это может косвенно объяснить выживание микроорганизмов в изолированных условиях в течение нескольких десятков миллионов лет.

Важное наблюдение было сделано при анализе проб одного из горячих источников Камчатки. Среди найденных микроорганизмов был проведен массовый поиск штаммов, производящих определенные ферменты рестрикции-модификации нуклеиновых кислот. При этом был обнаружен продуцент редкого фермента, который «узнавал» и расщеплял последовательность нуклеотидов 5'-CCNNNNN[^]NNGG-3'.

Через 10 лет из того же самого источника были вновь отобраны пробы и проведены аналогичные исследования. Среди прочих продуцентов этих ферментов были найдены и бактерии с ранее обнаруженной специфичностью. Причем таких микроорганизмов было



Теорию пластичности геномов и стабильных состояний (Repin et al., 2001) можно упрощенно проиллюстрировать схемой, где шарики обозначают популяции клеток, а ямки — изменяющиеся по времени экологические ниши. Попав в нестабильные условия (на верх бугорка), клетки неизбежно со временем перейдут в то или иное стабильное состояние. Если «барьер» значителен, то попасть из одного состояния в другое можно только через несколько актов перехода

Кальдера Узон.
Так после природной катастрофы 2007 г.
выглядит русло реки Гейзерной



Хозяин тайги



несколько, и все они отличались по биохимическим и морфологическим признакам как друг от друга, так и от ранее обнаруженной бациллы. Эти результаты могут служить косвенным подтверждением предположения о том, что если какая-либо генная система играет определенную (существенную) роль в поддержании жизнедеятельности микробиологического сообщества, то она долгое время будет сохраняться в природе, причем не обязательно в одном и том же штамме. С помощью горизонтального переноса генов она может попасть в другой штамм, вид, род и даже в другое царство.

Микробиологическое изучение Камчатки привело к открытиям многих необычных, ранее неизвестных микроорганизмов (Андреева и др., 2005). Эти исследования еще раз подтвердили удивительную пластичность геномов микроорганизмов и их высокую способность комбинировать свой генетический материал.

Так, одним из незыблемых правил систематики микроорганизмов являлось утверждение, что споры могут формировать только грамположительные бактерии. Наши камчатские исследования показали, что давать

Великан и карлик. Гейзер «Великан» и участник экспедиции В. Е. Репин

споры способны грамотрицательные бактерии. Эти факты полностью подтверждают высказанную ранее теорию (Repin et al., 2001).

Вышеперечисленные факты — лишь небольшая толика результатов исследований жизни в экстремальных условиях, в которых решаются тесно переплетенные между собой фундаментальные и прикладные проблемы. Ученые Сибирского отделения СО РАН с большим энтузиазмом продолжают эти исследования. И большим подспорьем для них должен стать научный стационар в кальдере Узон, построенный в 2007 г. (Проект IPP-DOE #10618).

Исследования в рамках междисциплинарного интеграционного проекта продолжаются и в других точках России. Например, в 2007 г. была проведена экспедиция в Забайкалье, где находятся горячие источники, с сочетанием ряда уникальных характеристик: высокой температуры, рН, наличием радона.



Особый интерес для ученых представляют микроорганизмы щелочных гидротерм с умеренно высокой температурой. Подобные условия гидротерм препятствуют тому, чтобы высшие организмы развивались и активно воздействовали на бактериальный мир, причем таких мест в мире очень мало (в России, помимо Забайкалья, к ним относится Долина гейзеров). Согласно нашему предположению, в Забайкалье должны обнаружиться археобактерии *Crenarchaeota*, изучение генетической организации которых поможет выяснить эволюционные связи и направление эволюции современных архей и бактерий.

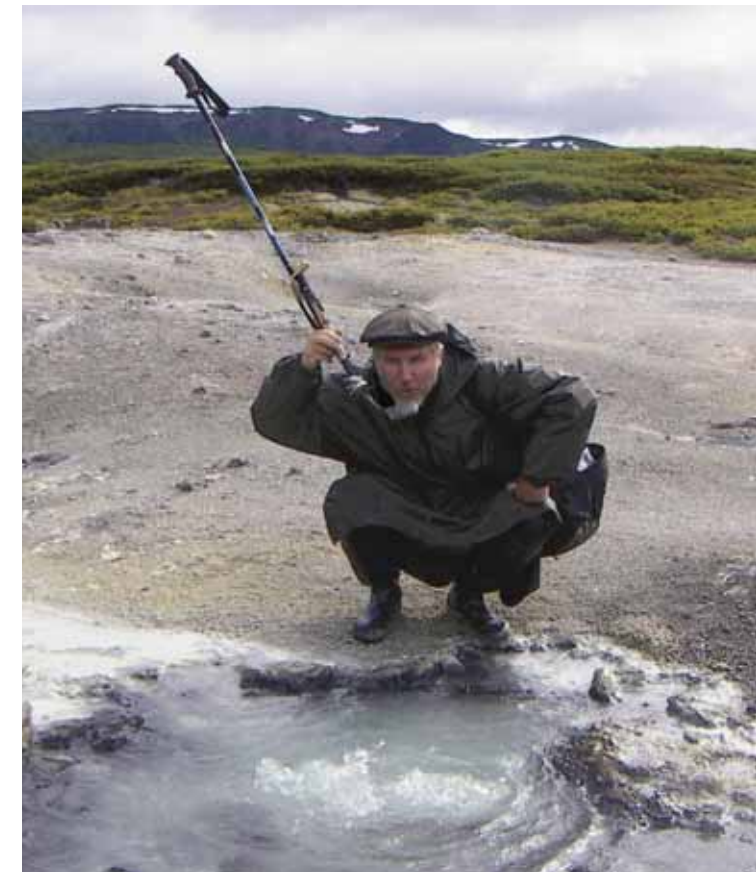
Задач поставлено много, но исследователи надеются, что междисциплинарный характер проекта позволит пролить свет на многие нерешенные до сих пор проблемы.

Научно-популярный крен статьи не позволяет представить фактический материал более полно. Но это не избавляет нас от почетного права высказать благодарность следующим соавторам или соучастникам, чье содействие, высказывания или даже мимолетные реплики неоценимо помогали в наших изысканиях. Это Н.Л. Добрецов, М.И. Кузьмин, Н.А. Колчанов, И. Андреева, В. Пугачев, О. Таранов, Л. Пучкова, Е. Рябчикова, Е. Дейнека, О. Пестунова, А. Симонов, Т. Торок, Е. Емельянова, И. Прокопкин. В организации экспедиции на Камчатку большую роль сыграли зам. директора Института вулканологии и сейсмологии ДО РАН профессор Г.А. Карпов и руководство Кроноцкого заповедника, за что им огромное спасибо

Термальное поле более чем с 70-ю термовыходами (источниками с температурой воды до 75° С).
Аллинские источники, Бурятия

Литература

1. Добрецов Н.Л. О ранних стадиях зарождения и эволюции жизни // Вестник ВОГИС. — 2005. — Т. 9. — № 1. — С. 43–54.
2. Репин В.Е., Дейнека Е.В., Пестунова О.П., Колчанов Н.А., Власов В.В., Прокопкин И.Г. Путешествие в горячую точку // Наука из первых рук. — 2007. — № 1(13). — С. 98–117.
3. Розанов А.Ю. Цианобактерии и, возможно, низшие грибы в метеоритах // Соросовский общенациональный журнал. — 1999. — № 10. — С. 61–67.
4. Cano R.J., Borucki M.K. Revival and identification of bacterial spores in 25–40-million-year-old Dominican amber // Science. — 1995. — V. 268. — P. 1060–1064.
5. Greenblatt C.L., Davis A., Clement B.G., Kitts C.L., Cox T., and Cano R.J. Microbial Diversity of Amber // Microbial Ecology. — 1999. — V. 38. — P. 58–68.
6. Repin V.E., Torok T., Kuz'min M.I. Biodiversity of microorganisms from bottom sediments of Lake Baikal // Russian Geology and Geophysics. — 2001. — V. 42. — № 2. — P. 219–221.
7. Whitman W.B., Coleman D.C., Wiebe W.J. Prokaryotes: the unseen majority // PNAS. — 1998. — V. 95. — P. 6578–6583.
8. Woese C. There must be a prokaryote somewhere: microbiology's search for itself // Microbiol. Rev. — 1994. — V. 58. — P. 1–9.



«Уха уже почти готова». Участник экспедиции на Камчатку В.Е. Репин занимается сбором проб из горячего источника



Комплект № 2 «Эволюция»

Серия публикаций, посвященных эволюции и происхождению жизни на Земле глазами крупных ученых, специалистов в самых разных областях знаний, интеграция которых стала совершенно необходимой для исследования столь основополагающей темы

Комплект № 2 состоит из девяти номеров: № 0(1), 1(2), 2(3) — 2004 г.; № 1(4), 2(5), 3(6) — 2005 г.; № 1(7) — 2006 г.; № 1(13), 2(14) — 2007 г.

ЦЕНА 585 руб.

Порядок приобретения комплекта см. на стр. 126

ХРУПКИЙ МИР ЗУБРОВ



ПРАСОЛОВ Владимир Сергеевич — профессор, доктор биологических наук, заведующий лабораторией биологии клетки Института молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта РАН. Круг научных интересов — исследование ретровирусов, молекулярной природы рака, создание систем переноса и экспрессии генов на основе вирусных векторов для биомедицины и биотехнологии. Участник многих биологических экспедиций у нас в стране и за рубежом

На ладони у автора — фигурка бизона, вырезанная из дерева индейцем племени навахо



Шесть утра. Рассвет едва брезжит. Небо бледнеет, но солнце еще скрыто за соседним кряжем. На юго-востоке самой яркой точкой на небосклоне виднеется Венера. Густой туман окутывает все вокруг, так что уже в 20-ти шагах не видно стволов берез. Тихо, только где-то внизу едва слышно бормочет ручей...

Сминая ржавые папоротники, вылезая из палатки в предвкушении счастливого дня: сегодня увижу зубров и, если повезет, подойду к ним близко и сделаю интересные снимки.

Здесь, в Шебалинском районе Республики Горный Алтай, неподалеку от села Черга, в заказнике экспериментального хозяйства Сибирского отделения РАН, на вольном выпасе содержится единственное за Уралом стадо зубров. И не просто зубров, а чистокровных беловежских — единственное такое стадо в России. Сейчас в питомнике Черга живет почти четыре десятка зверей — потомки 11 животных, завезенных на Алтай 25 лет назад.

У таких лесных гигантов, как эта взрослая зубриха, нет врагов среди обитателей тайги. Медведь и кабан избегают встречи с зубрами. Только волки или росомахи зимой могут напасть на отбившихся от стада телят или ослабевших, больных животных

Зубр (*Bison bonansus* L.) — единственный европейский дикий вид подсемейства бычьих (*Bovinae*), чудом сохранившийся до наших дней со времен мамонтов, шерстистых носорогов и гигантских оленей. Вес наиболее крупных быков может достигать 850 кг, иногда — даже 1 200 кг, а рост — 1 м 80 см! Внушительность зверю добавляет очень массивная передняя часть тела, с высокой холкой и горбом, крупная голова с относительно небольшими рогами, к тому же, весь он покрыт длинной густой шерстью. Самки по размерам, конечно, значительно уступают быкам.

Основной корм зубров — травянистые растения, листья, ветки и кора деревьев и кустарников. Рацион зубров разнообразен и включает в себя более сотни видов растений



Этот мощный и красивый зверь издавна был не только объектом охоты, но у многих народов имел и культовое значение: он олицетворял могучие природные стихии и являлся одним из символов родной земли.

В Евразии зубр был широко распространен от Атлантики до побережья Тихого океана; кости зубра находят также на стоянках первобытного человека в Западной Сибири и на Алтае. Еще совсем недавно, в XVIII—XIX вв. зубры не были редкостью в германских и польских землях, на территории Российской империи, на Кавказе, хотя это был

уже не сплошной ареал, по которому животные могли свободно перемещаться, а разрозненные очаги.

Браконьерство, вырубка и выжигание лесов, ничем не ограниченный отстрел животных в периоды войн, народных волнений и революций, а также инфекционные болезни (сибирская язва, ящур, бруцеллез и др.), которыми зубры заражались от домашнего скота во время эпизоотий, привели к тому, что к концу 20-х гг. прошлого века зубр в естественных местообитаниях был полностью истреблен. Согласно международной переписи 1926 г., в условиях неволи — в различных зоосадах и парках мира — сохранилось лишь 52 животных, причем все они происходили от 12 животных-основателей (5 быков и 7 коров), попавших в европейские зоопарки в начале XX в.



Первый снег накрыл тайгу ранним утром 17 сентября, но уже через несколько часов исчез без следа

К счастью, на помощь древнему исполину пришел сам виновник его исчезновения из природы — человек. Целенаправленное разведение зубров в зоологических садах, парках и лесных резерватах, создание специализированных питомников и последующий выпуск молодых животных в природу позволили значительно увеличить численность зубров. Поскольку все зубры были что называется на перечет, для того чтобы в максимальной степени избежать влияния близкородственного разведения, была создана Международная племенная книга, по которой можно было проследить родословную и перемещения каждого зверя.

На сегодняшний день выполнен первый этап работ по сохранению зубра: угроза исчезновения этого редкого вида в ближайшее время устранена. Тем не менее, в целом по международной классификации данный вид относится к категории «находящийся в состоянии угрозы» («EN», «endangered») сразу по двум критериям: «С» (сокращение численности и разобщение популяций) и «Е» (быстрое снижение общей численности вида) (IUCN, 1996). В России в соответствии с Красной книгой РФ (1998) зубр отнесен к категории 1, т. е. «находящийся под угрозой исчезновения».

В результате подобной целенаправленной международной деятельности к концу 1997 г. в мире в условиях неволи (в зоопарках, питомниках и прочих резерватах) содержалось уже 1 096 зубров, а численность природных популяций достигла 1 829 особей.

Кедры, лиственницы и кустарник, припорошенные снегом, в сочетании с зеленой травой и засохшими, порыжевшими растениями создают ощущение ирреальности, усиливаемое густым туманом





Облако, накрывшее кряж, поросший лиственницей и кедром, смягчило все краски...

Кровные родственники

Зубр очень похож на североамериканского бизона. Эти животные могут без ограничения скрещиваться в любых сочетаниях, давая плодовитое потомство. По этой причине некоторые зоологи склонны рассматривать их как один вид. У обоих животных диплоидное число хромосом равно 60, что сближает их с родом настоящих быков (*Bos*) ($2n = 58—60$), но отделяет от азиатских (*Bubalus*) и африканских (*Sinceros*) буйволов (у них набор хромосом составляет 46—50 и 52—54, соответственно).

Результаты молекулярно-генетических, цитогенетических и биохимических исследований анализов подтверждают большую близость, если не идентичность, зубров и бизонов. У этих копытных также сходны основные черты экологии, популяционной динамики, социальной структуры и поведения. Все это свидетельствует в пользу предположения об одновидовой структуре рода.

Вместе с этим на некоторых генетических родословных деревьях зубр и бизон заметно обособлены не только от других видов бычьих, но и друг от друга, особенно по частотам антигенов крови. По мнению крупнейшего знатока копытных А. А. Данилкина, профессора Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцева РАН, это, отчасти, может быть результатом гибридизации с домашним скотом (в некоторых популяциях обнаружен гаплотип (генетическая комбинация) митохондриальной ДНК, характерный для крупного рогатого скота).

По мнению наших зоологов Г. С. Раутиан и Б. А. Калабушкина (2003), «современные зубры и бизоны представляют собой разные виды, занимающие специфические экологические ниши и существенно различающиеся морфологически. Однако они дивергировали недавно (в геологическом масштабе времени), чем объясняется сохранение высокого генетического сходства по различным характеристикам: свободной межвидовой гибридизации», «гомологии групп крови и отдельных эритроцитарных антигенов и т. д.». Современные молекулярно-генетические исследования геномной ДНК зубров и бизонов свидетельствуют в пользу этого предположения.

Вместе с тем, как справедливо отмечает Данилкин, «таксономия субъективна, и, чаще всего, мнения ученых радикально расходятся даже при оценке одних и тех же результатов. Проведенные исследования сами по себе не могут дать однозначного ответа на вопрос о статусе зубра и бизона, но при всестороннем анализе чаша весов склоняется в пользу монотипической структуры рода *Bison* с двумя (или тремя) подвидами: *B. bison bison*, *B. bison athabascae* (североамериканские степной и лесной бизоны, соответственно) и *B. bison bonasus* — зубр» (Данилкин, 2005, С. 16 —76).

Принятие такой системы рода позволило бы решить острую проблему, связанную с имбридингом и его следствием — вырождением и зубров, и бизонов, все чаще отмечаемым в наше время; позволило бы оперативно провести расселение животных и осуществить восстановление их ареала.

Рассвело. Солнце золотит пожелтевшие березы. День обещает быть отличным, на небе — ни облачка. Туман исчез и воздух абсолютно прозрачен: то, что нужно для съемки. Теперь — к зубрам, пока солнце не поднялось высоко. Закрепляю на верном Никоне D 200 телевик побольше (140—400 мм) — и вперед!

Несколько минут по извилистой крутой дороге на УАЗике — и мы у ворот питомника. Еще немного — и легендарные животные перед нами! Трудно передать словами благоговейный восторг от встречи с этими мощными красавцами.

Зубры — их больше десятка — пасутся на пригорке в березняке. В основном это самки и с ними три родившихся в нынешнем году теленка: два рыжевато-бурых и один потемнее. Рядом пасется молодой самец. Сопровождающий нас молодой сотрудник экспериментального хозяйства А. Попугаев говорит, что в этом стаде есть еще и старый бык, но сейчас его не видно.

Делаю несколько снимков метров с 50—60. Животные совершенно спокойны и не обращают на нас никакого внимания. (Зубры вообще не отличаются острым зрением, а мы, к тому же, одеты в камуфляж и стараемся передвигаться тихо.) Попробую подойти поближе. Послунив палец, определяю направление ветра и захожу так, чтобы ветер дул на меня. В 25—30 метрах медленно передвигается стадо. Опираюсь на ствол сломанной березы и начинаю «щелкать». Выбор места оказался удачным: звери, не торопясь, передвигаются мимо меня, как бы поочередно позируя перед камерой. О таком «дефиле» можно было только мечтать...



Зубры на выпасе. Еды вдоволь, на аппетит не жалуются



администрации Орловской области был создан национальный парк — Орловское полесье; были подготовлены вольеры для передержки зубров; обеспечен уход и наблюдение за животными; собраны средства для их транспортировки.

Первые зубры были завезены из зубропитомников Окского и Приокско-Тerrasного заповедников — в дальнейшем эти питомники стали функционировать как пункты карантинной передержки зубров из Европы. Причем наиболее генетически ценные животные из европейских «эмигрантов» остаются в этих питомниках для дальнейшего разведения. К настоящему времени в регион передано в общей сложности 55 зубров. Начался естественный рост популяции и расселение зубров по соседним пригодным территориям.

Сохранение зубра, который является живым реликтом, прекрасным памятником природы, самым крупным и одним из самых красивых зверей нашей



Весь мир — на ладони. На Симинском перевале

82 Однако в нашей стране обстоятельства для зубров складывались не столь благоприятно, как в Европе: если в середине 80-х в СССР обитало более тысячи зубров (в том числе около 300 на территории России), то к концу 90-х популяции чистокровных зубров на Кавказе были практически уничтожены, а в России зубров осталось меньше двухсот.

К сожалению, исправить подобную ситуацию не просто: несмотря на высокую приспособляемость зубров их поголовье даже в условиях гарантированной охраны растет медленно; зубрихи приносят потомство не каждый год, и, как правило, у них рождается только один теленок. Негативно сказывается на потомстве и близкородственное скрещивание — телята часто

рождаются ослабленными. Так, из девяти зубрят, родившихся в Чергинском хозяйстве в этом году, к сентябрю осталось в живых только шесть. О вырождении животных свидетельствует и наблюдаемое зоологами уменьшение размеров современных зубров, в связи с чем остро встает вопрос о прилитии «свежей крови» не только чергинским зубрам, но и всем популяциям зубров России.

В 1997 г. при участии Государственного комитета РФ по охране окружающей среды была создана Межрегиональная программа сохранения российского зубра, утвержденная губернаторами Орловской, Калужской, Брянской областей. А на следующий год при Госкомэкологии России была создана рабочая

группа по зубрам и бизонам, которой было поручено разработать «Стратегию сохранения зубра в России» (она была принята в 2002 г.). С 1998 г. деятельность по сохранению и приумножению численности зубров в России (включая создание орловско-брянской популяции, трансграничной популяции в Карпатах, ведение племенной книги и т.д.) поддерживается и в рамках Европейской инициативы по крупным травоядным Всемирного фонда дикой природы (WWF), который финансируется правительством Голландии.

Реализацию проекта по созданию первой крупной вольно-живущей популяции зубров в Орловско-Брянском регионе Российское представительство WWF начало еще осенью 1996 г. При активной поддержке

Родины, — общенациональная задача, и она должна и может быть решена в ближайшие десятилетия. Заметную роль в этом способен сыграть Чергинский питомник. Относительная отдаленность Черги от Европейской части России, где в настоящее время в природных условиях обитают кавказско-беловежские зубры и зубробизоны, ставят его в особое привилегированное положение. Благодаря подобной изоляции полностью исключен неконтролируемый контакт живущих здесь чистокровных беловежских зубров с примесными сородичами, а также сведен к минимуму риск заражения их инфекционными патогенами в случае возникновения эпизоотий в Европейской части РФ.

Незаметно идет время. Зубры удаляются в чащу — пора заканчивать съемку. За это утро успел отснять более 200 кадров, и не только телевиком, но и с помощью объектива 28–105 мм, установленного на второй камере. Жаль только, что не захватил с собой штатив! Но ничего, в следующий раз непременно сделаю это. Уже сейчас мне ясно, что и на следующий год я обязательно приеду сюда со своими друзьями — «юным натуралистом-фотографом» из академгородка академиком В. В. Власовым, директором Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН, и профессором П. М. Чумаковым из Московского института молекулярной биологии АН.

Уже на обратном пути ловлю себя на том, что улыбка не покидает мою



Был снег — и нет его, остались лишь росинки на иглах лиственниц.
Туман окутал тайгу...

физиономию, а перед глазами так и стоят среди белых стволов берез освещенные солнцем величественные фигуры зубров. И так хорошо и радостно на душе! Такой же восторг испытал я впервые мальчишкой-семиклассником, когда вместе с другими членами КЮБЗа (кружка юных биологов Московского зоопарка, из которого вышло много

известных биологов) побывал в экспедиции в Беловежской Пуще в 1960 г. Потом я много раз встречал зубров и бизонов у нас и в других странах и каждый раз радовался встрече с этой ожившей детской сказкой.

Замечательный русский писатель, знаток и тонкий ценитель живого мира К.Г. Паустовский говорил, что

охранять и любить Родину — это значит охранять и любить природу. Так давайте же следовать этому девизу: сохраним зубров — легендарные реликты, живое олицетворение той свободы, мощи и спокойного достоинства, чего так часто недостает нашему современному обществу!

Вечерет. Синяя гора, урочище Сарлык



Чистокровные зубрята — будущее Черги и российских зубров



Фотографии автора

Все краски МИРА



КАРПОВА Елена Викторовна — кандидат химических наук, научный сотрудник лаборатории физических методов исследования Института органической химии СО РАН (Новосибирск), ассистент кафедры органической химии факультета естественных наук НГУ

Мы живем в мире красок: всеми цветами радуги переливаются платья и автомобили, дома и вазы, меха и женские прически... Невозможно представить, что когда-то окрашенные предметы одежды, ковры и гобелены были символами богатства, роскоши и даже власти: достаточно вспомнить пурпурные тоги римских властителей и желтые шелка одеяний китайских императоров. С давних времен красители служили важным объектом обмена и торговли наравне с драгоценными металлами и специями. Изучая красители, обнаруженные в археологических находках, с помощью современных методов мы можем многое узнать как о торговых путях, так и о происхождении народов древней ойкумены

Красильное искусство — одно из древнейших: первые из ныне известных свидетельств использования красителей относятся ко II тыс. до н.э. Это были так называемые прямые красители, окрашивающие волокна материала без специальной предварительной обработки. Процесс такого окрашивания был достаточно прост, однако его результатами, как правило, являлись бедная цветовая палитра и низкая устойчивость окраски по отношению к действию солнечного света и стиранию. Исключением можно считать лишь *индиго* — один из старейших природных красителей, известных человеку.

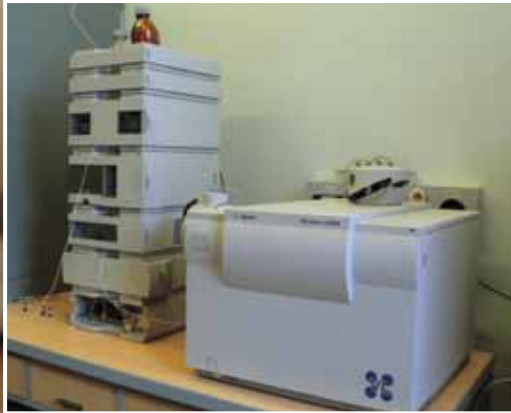
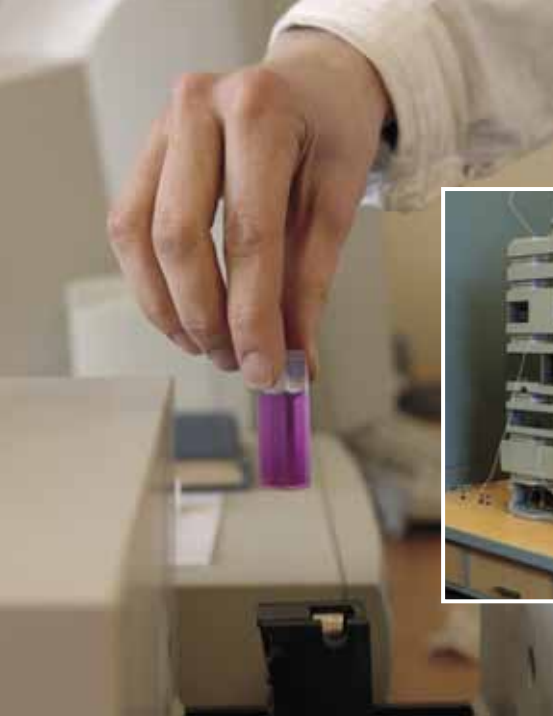
Синий, как индиго, благородный, как пурпур

Индиго является не только самым древним, но и самым популярным красителем благодаря сегодняшней моде на джинсовую ткань. В Европе источником синей краски долгое время служило произрастающее практически по всей территории растение *Isatis tinctoria* L. — *вайда* (или синильник). Листья вайды в специальных чанах оставляли неделями бродить на солнце, а потом «вызревать» в закрытых помещениях. Ткани, пропитанные полученным желтым красильным раствором, развешивали для просушки — и под действием кислорода они приобретали синий цвет. Процедуру крашения обычно повторяли несколько раз, чтобы закрепить на ткани как можно больше красителя (его содержание сильно различалось в зависимости от места сбора синильника: чем севернее область, тем меньше красителя). «Индийское» индиго из растения *индигоноска* — *Indigofera tinctoria* L. — начали ввозить в Европу в очень ограниченных количествах после окончания Крестовых походов. Однако листья индигоноски оказались намного богаче красящими веществами, чем вайда, и в XVII в. индийское индиго практически вытеснило синильник из красильного дела.

Как стало известно фитохимикам после анализа обоих растений, их листья содержат два разных вещества, окисление которых приводит к образованию индиго: индикан в индигоноске и индоксил-5-кетоглюконовая кислота в синильнике. Помимо индиго,

Халат духа-покровителя, выкрашенный индиго (Первая четверть XIX в. Музей Института археологии и этнографии СО РАН, сборы А. В. Бауло и И. Н. Гемуева)





Жидкостный хроматограф Agilent 1 100 Series LC/MSD
Спектрофотометр HP 8 453

АНАЛИЗ КРАСИТЕЛЕЙ

Для анализа красящих веществ использовались метод высокоэффективной жидкостной хроматографии и метод молекулярной электронной спектроскопии.

Для хроматографического анализа образец текстиля обрабатывался метанольным раствором соляной кислоты во время кипячения, для того чтобы разрушить связи между красителями, катионами протравы и волокнами.

При электронной спектроскопии образцы текстиля обрабатывались насыщенным водным раствором сульфата алюминия, благодаря чему красящие вещества удается перевести с волокон в раствор. Результаты хроматографического исследования дают информацию об использованных красителях.

Результаты электронной спектроскопии позволяют определить, какой метод крашения был применен, а также какие красители разрушились в кислой среде при подготовке проб для хроматографического анализа. Достоинствами обоих методов является то, что для их проведения требуются минимальные количества образца, а также то, что нет необходимости использовать дорогостоящие индивидуальные вещества в качестве стандартов. Таковыми в данном случае были красильные растения (в том числе сибирские) и их экстракты

при брожении листьев индигоноски в небольшом количестве образуется красное вещество *индирубин* (практически отсутствующее в вайде). Именно он придает тканям, окрашенным индийским индиго, теплый насыщенный цвет.

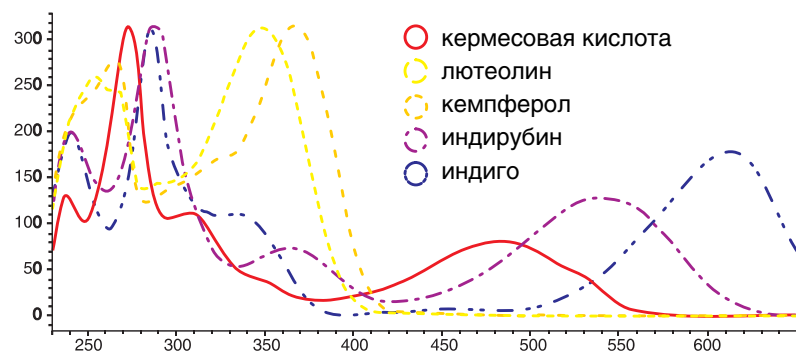
В России, помимо вайды, индиго получали из соломы растения *горец красильный* (*Polygonum tinctorium* Ait.) семейства гречишных, культивировавшегося на юге Украины и на Кавказе.

По свидетельствам археологов, индигоидный краситель *пурпур* появился примерно в середине II тыс. до н. э. на Крите. Его источником послужили средиземноморские переднежаберные моллюски рода *Murex*. Ткань, пропитанная их секреторной жидкостью, на воздухе окрашивается в малиновый цвет, который после обработки мылом становится густым пурпурным.

Пурпур использовался для окрашивания царских одежд, а позднее — одежд верховных сановников. Пурпурный цвет всегда означал власть, поэтому его зачастую имитировали смешиванием синей и красной краски, что было гораздо дешевле. Из-за того что старинные одежды, окрашенные пурпуром, со временем выцветали и превращались в синие, бытовало ошибочное мнение, что красящее вещество моллюсков представляет собой смесь синего индиго с красным, менее светопрочным красителем.

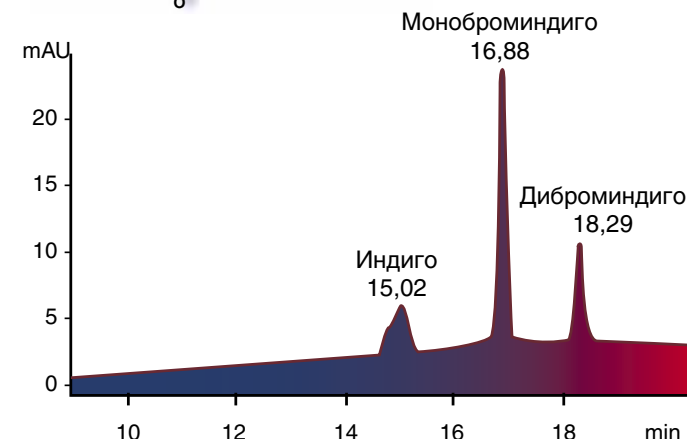
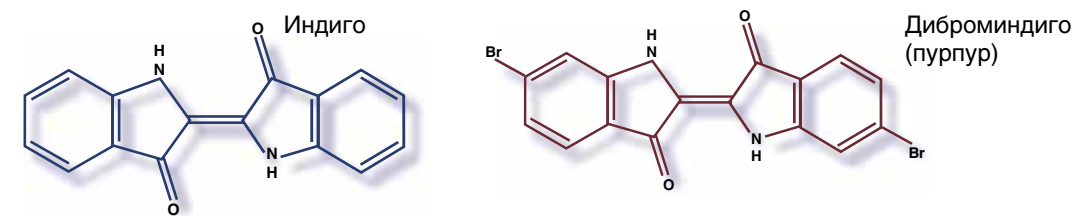
Основным красителем пурпура является *диброминдиго*. Интересно, что на свету от так называемой *лейко-формы* красителя — она растворяется в воде, является не-

Электронные спектры поглощения красящих веществ во всем спектральном диапазоне. Цвет окрашенного волокна определяется максимумом поглощения в видимой области спектра: лютеолин — ярко-желтый, кемпферол — темно-желтый, кермесовая кислота — красный, индирубин — красно-фиолетовый, индиго — синий



Фрагмент пазырыкского чепрака, покрытого шерстяной тканью. Пятый пазырыкский курган. Эрмитаж, № 1687—100. Фиолетовый фон — окраска пурпуром.
Фото из книги: Полосьмак Н. В., Баркова Л. Л. *Костюм и текстиль пазырыкцев Алтая (IV—III вв. до н. э.)*

устойчивой к свету и образуется, вероятно, биохимическим путем — происходит отщепление брома. Подобным свойством обладает еще один краситель, содержащийся в моллюсках, — *моноброминдиго*, изначальный цвет которого пурпурно-синий. Последующее окисление дебромированных форм красителя воздухом приводит к образованию индиго, чем и объясняется тот факт, что со временем пурпурная окраска становится синей.



Подготовка образцов для определения пурпура в текстиле из погребений пазырыкской культуры Горного Алтая (IV—III вв. до н. э.) по причине их малой величины (менее 0,1 мг) проводилась следующим способом. Образцы обрабатывались этиловым спиртом, подкисленным соляной кислотой, чтобы предотвратить появление олигомеров шерсти, которые образуются в сильноокислой среде и мешают определению красителя. В хроматограммах полученных растворов четко видны все компоненты пурпура

Красный, как кровь

Наиболее важные и известные красные природные красители относятся к группе *антрахинонов*. В основном это протравные красители, устойчивые к свету, механической обработке и стирке.

Основным растительным источником антрахиноновых красителей служат растения семейства мареновых — *марены* (род *Rubia*) и *подмаренники* (род *Galium*). В корнях этих растений обнаружен целый ряд красящих веществ, таких как *ализарин*, *пурпурин*, *псевдопурпурин* и т. п.

Особенно важным красным красителем считалась *марена красильная* (*Rubia tinctoria* L.). Этот вид происходит из Индии, однако в течение долгого времени он широко культивировался в Европе и в Средней Азии. Варьируя протравы, при крашении мареной можно было получить большое разнообразие оттенков — от розовых до черных, пурпурных, красных, оранжевых...



Выкраски кермесом (верхний ряд) и лак-деем (нижний ряд)

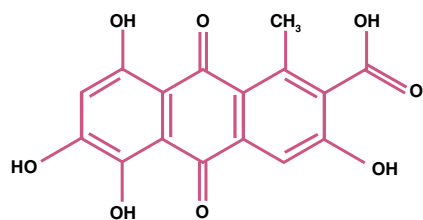
Как показал хроматографический анализ выкрасок шерсти, только крашением кермесом без протравы можно получить выкраску розового цвета. При крашении же с протравой кермесовая и флавокермесовая кислоты закрепляются на волокне в соотношении 1:1. Благодаря флавокермесовой кислоте полученные выкраски приобретают рыжеватый оттенок



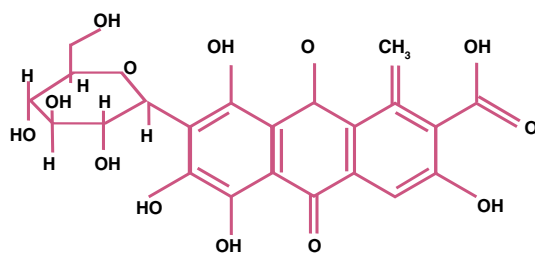
Мексиканская кошениль, обитающая на опунциях



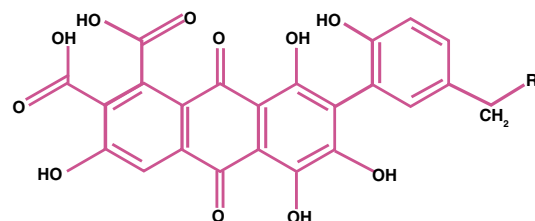
Кермес



Кермесовая кислота



Карминовая кислота



Общая формула лаккаиновых кислот. В зависимости от R различают А, В, С, Е лаккаиновые кислоты

Красные антрахиноновые красители животного происхождения обладали большей красящей способностью по сравнению с растительными. Основным источником этих красителей были насекомые-паразиты, принадлежащие к разным родам и семействам подотряда *кокцид* (*Coccoidea*).

Кермес использовался в красильном деле еще со времен Римской империи. Добывался он из высушенных самок червецов (*Kermes vermilio* Planchon), живущих на средиземноморском дубе. Красящими веществами кермеса являются *кермесовая* и *флавокермесовая кислоты*, содержание которых в червцах достигает 70% и выше. После пурпура он был основным красителем для одежды верховных священнослужителей.

Основным красящим веществом *кошенили* является *карминовая кислота*. Наибольшее количество карминовой кислоты (до 95%) содержится в армянской кошенили (*Porphyrophora hamelii* Brandt), обитающей в Армении, Турции и Иране. Есть свидетельства того, что армянская кошениль применялась для крашения еще в VII в. до н. э. Польская кошениль (*Porphyrophora polonica* L.), помимо карминовой, содержит до 30% кермесовой кислоты. Этот краситель использовали в Центральной и Северной Европе с VI в. н. э. во время военных конфликтов, когда другие источники красных красителей были недоступны.

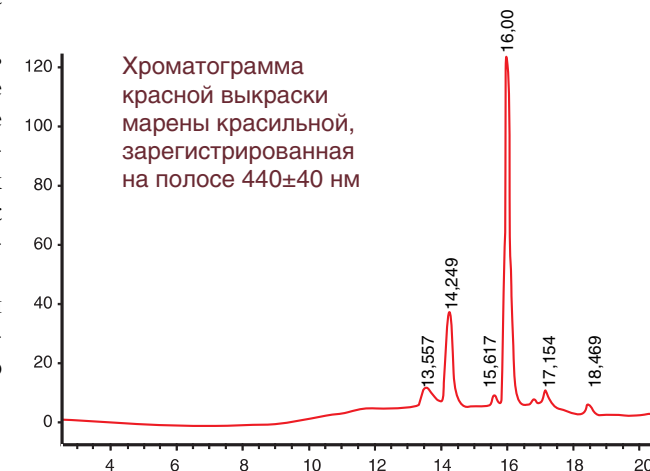
Однако самое широкое распространение получила *мексиканская кошениль* (*Dactylopius coccus* Costa), живущая на кактусах рода опунция. Богатая карминовой кислотой (до 95%), она, в конечном итоге, вытеснила все остальные виды кошенили, применявшиеся в красильном деле. В Европу этот краситель был завезен испанцами из Центральной и Южной Америки в XVI в., и, как свидетельствуют историки, объем его импорта был настолько высок, что уступал лишь серебру.

Лакдовые червецы (*Kerria lacca* Kerr.) использовались для производства красного красителя в Индии, Китае и на Дальнем Востоке с древних времен. Их красящее вещество *гуммилак* представляет собой смолообразный налет, образующийся на ветвях деревьев в местах укусов. Для получения красителя (*лак-дея*) гуммилак выщелачивают слабым раствором соды и затем осаждают квасцами.

Лак-дей, красящими веществами которого являются лаккаиновые кислоты, обладает более интенсивной красящей способностью, чем карминовая кислота, однако в Европу он попал только в XVIII в.

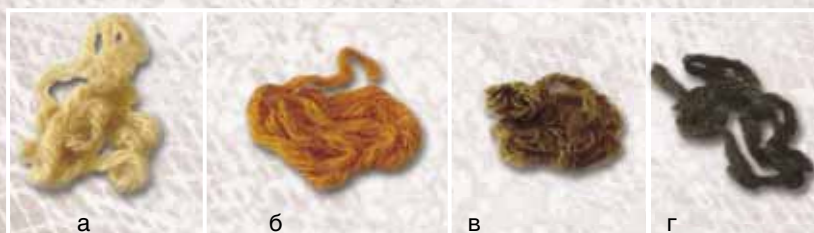
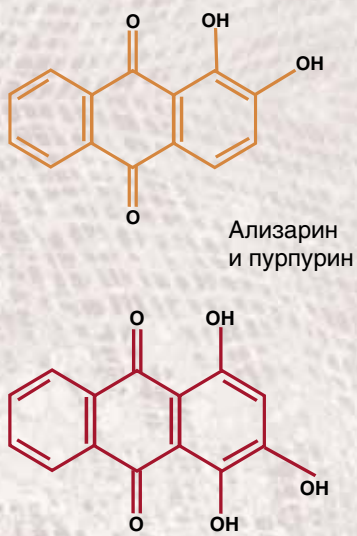


Войлочное покрытие седла коня. Курган № 1, могильник Ак-Алаха-3. Красители красного поля — карминовая и кермесовая кислоты. Раскопки Н. В. Полосьмак (ИАиЭТ СО РАН)





Выкраски ализарином, пурпурином и корнем марены красильной по различным протравам



Выкраски софорой японской с помощью разной протравы: алюминия (а), олова (б), меди (в), железа (г)

Для прочного окрашивания большинству природных красителей требуются вспомогательные вещества, способствующие образованию устойчивых связей между волокном и красителем. Эти вещества носят название «протрава», а красители, соответственно, называются «протравными». Раньше считалось, что протравы «разъедают» поверхность волокна, тем самым задерживая на ней краситель. В настоящее время к протравам относят вещества, которые могут прочно закрепляться на ткани и одновременно образовывать устойчивые комплексы с красителем. Наиболее часто протравами служат соли алюминия, железа, меди, хрома и олова. Наряду с солями металлов в качестве протравы используются соли винной кислоты («винный камень») и танины (обычно для хлопковых волокон). В древние времена для травления тканей использовали также растения — природные аккумуляторы определенных химических соединений: например, лишайники, накапливающие соли алюминия, плауны и т.п. При крашении одним и тем же красителем с использованием разных протрав можно добиться разного эффекта. Оттенки, близкие к истинному цвету красителя, можно получить только по алюминиевой протраве. Олово привносит яркие, чисто желтые тона, хром — золотисто-желтые или оранжевые, медь — желтовато-зеленые, железо — коричневые. Протрава может использоваться и с прямыми красителями: в этом случае она способствует достижению нужного оттенка в результате образования комплекса красителя и протравы непосредственно на волокне

Желтый, как солнце, оранжевый, как апельсин

Природными желтыми красителями являются флавоноиды — многочисленные производные флавона и изофлавона. Они содержатся во многих растениях преимущественно в виде гликозидов, которые обычно разрушаются в процессе крашения. Из-за широкого распространения флавоноидов невозможно выделить тот вид растений, с помощью которого можно окрашивать ткани в желтый цвет наиболее продуктивно. Единственным критерием при выборе растения стало то, что гидрокси-производные флавонов менее устойчивы к свету. По этой причине содержащие их растения мало ценились в красильном деле.

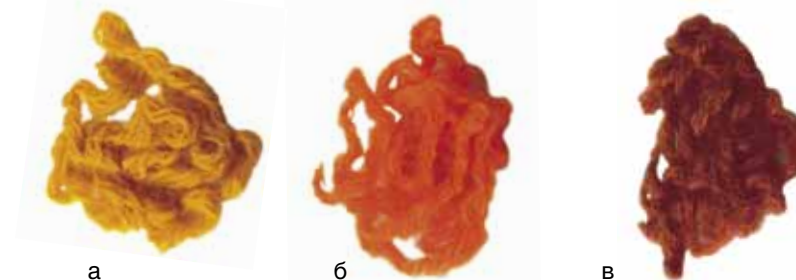
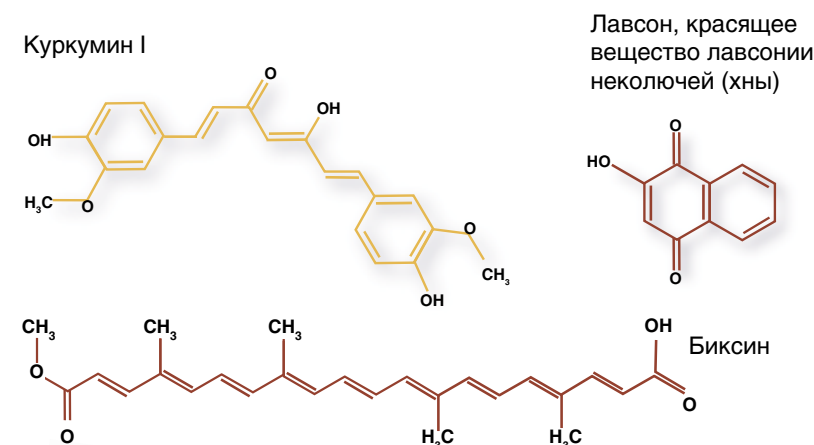
Основными источниками желтого красителя в Европе были *резеда* (*Reseda lutea* L.), *желтый сандал* (*Chlorophora tinctoria* (L.) Gaud.), *сумах красильный*, или *физетовое дерево* (*Cotinus coggygria* Scop.), *красильный дрок* (*Genista tinctoria* L.), *ромашка желтая* (*Anthemis tinctoria* L.) и др.

Несмотря на то что резеда произрастает по всей Европе, в прежние времена она дополнительно культивировалась в ряде стран. Крашение резедой по алюминиевой протраве дает очень яркие, живые желтые тона. Зачастую это растение использовалось вместе с вайдой или индиго для получения зеленых оттенков. Основными красящими веществами резеды являются *лютеолин* и *апигенин*, общее содержание которых составляет около 2%.

В незначительных количествах лютеолин содержится и в красильном дроке, но основным красящим веществом последнего является другое вещество — *генистеин*. Родина желтого сандала — Куба, Ямайка и Пуэрто-Рико. В Европу он был завезен в XVI в. и использовался как протравной желтый краситель, однако высокое содержание танинов

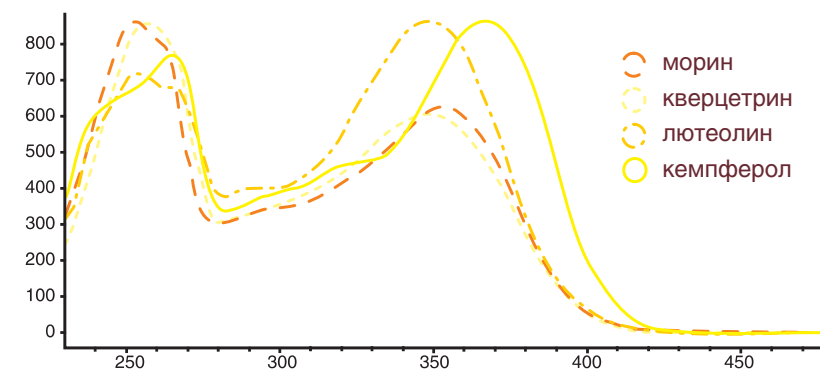


Выкраски резедой (а), физетином (красящее вещество физетового дерева) (б), желтым сандалом (в)



Выкраски куркумином I (а), биксином (б) и хной (в)

Электронные спектры флавоноидов: морина, кверцетрина, лютеолина и кемпферола. Все приведенные флавоноиды поглощают энергию практически в одном спектральном диапазоне и — поэтому окрашивают волокна в один и тот же цвет



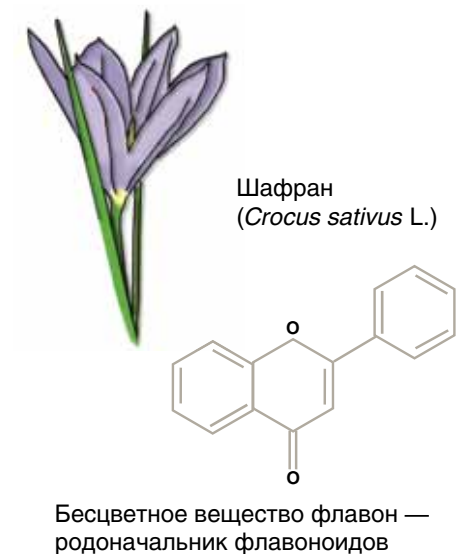
в этом растении затрудняло получение желаемого оттенка: выкраски зачастую имели не желтый, а коричневый цвет.

Каротиноиды — класс оранжево-красных веществ, очень широко распространенных в природе. Именно они определяют окраску многих цветов, фруктов и овощей, в том числе таких популярных, как морковь и абрикос.

Уже древние египтяне использовали лепестки *шафрана* (*Crocus sativus* L.) в красильном деле. Этот прямой краситель, окрашивающий ткани в оранжево-желтые тона, был особо популярен в Персии. Основным красящим веществом шафрана является *гликозид кроцин*.

Нежные персиковые оттенки шерсти, шелку и хлопку придает краситель *биксин*, получаемый из семян кустарника *аннато* (*Bixa orellana* L.), произрастающего в Центральной Америке. Этим красителем пользовались мексиканские индейцы майя и перуанские ацтеки; в Европу же он был завезен в XVI столетии. В настоящее время биксин широко используется в пищевой промышленности для подкрашивания йогуртов и сыров.

Еще одним красителем класса каротиноидов является *куркума* (*Curcuma longa* L.), известная как *индийский шафран*. Ее родиной являются Восточная Индия и Китай. Красящие вещества из корня растения использовались для прямого крашения шерсти, шелка и хлопка в желтые тона.



Нужно заметить, что с древности и до наших дней все растения, содержащие каротиноиды, широко применяются в кулинарии в качестве пищевых красителей и приправ.

С помощью *нафтохинонов* можно получить самые разные оттенки — от черных и коричневых до оранжевых и насыщенно красных. Одним из наиболее известных источников природных нафтохиноновых красителей является *лавсония неколючая* (*Lawsonia inermis* L.), произрастающая в тропиках от Северной и Восточной Африки до Индии в диком виде, а также кожура незрелых плодов *грецкого ореха* (*Juglans regia* L., *J. nigra* L.).

Такие красители очень прочно закрепляются на белковых волокнах; по этой причине они применялись для крашения шерсти и шелка. Хна, получаемая из лавсонии, с давних времен использовалась не только для крашения изделий из кожи и текстиля, но и как популярный косметический краситель для волос, кожи и ногтей. В зависимости от концентрации красителя и времени крашения с ее помощью можно получить цвета — от черного до красно-оранжевого.

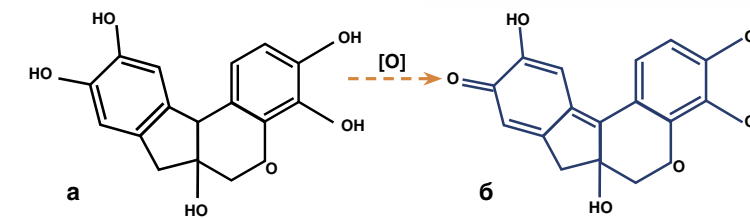


Кафтан, окрашенный индиго и сандаловым деревом (Предположительно начало XVIII в. У манси выполнял роль одежды духа-покровителя. Музей Института археологии и этнографии СО РАН, сборы А. В. Бауло и И. Н. Гемуева)



Штаны духа-покровителя. Ярко красная половина выкрашена карминовой кислотой, черная — гематеином (Ханты. Вторая половина XIX в. Музей Института археологии и этнографии СО РАН, сборы А. В. Бауло)

Фрагмент шелковой ткани. При увеличении видно, что цвет достигается за счет простого переплетения красных нитей, окрашенных бразильским деревом, и черных, окрашенных синим сандалом (Сборы А. В. Бауло)



Гематеин (а) легко образуется на воздухе в солнечном свете или при УФ-излучении путем окисления гематоксилина (б)

Красящие стружки

Под названием *красные деревья* объединяются тропические деревья, древесина которых окрашена в ярко-красный и красно-фиолетовый цвета. Их красильные свойства известны более 700 лет. Краска, полученная из этих растений, обладает меньшей прочностью при закреплении на тканях, поэтому они ценились меньше марены и кошенили и использовались обычно в смесях с другими красителями.

Красящие вещества красных деревьев подразделяются на две группы: растворимые (основные красящие вещества — *неофлавоноиды*) и нерастворимые (основные красящие вещества — *конденсированные бифлавоноиды*).

Синий сандал — общее название древесины некоторых растений рода *Haematoxylon* семейства бобовых, произрастающих в Южной и Центральной Америке. Красильные свойства синего сандала были обнаружены конкистадорами во время завоевания Америки; почти тогда же он начал разводиться на Карибских островах, а в XIX столетии был завезен в Южную и Юго-Восточную Азию.

Ядровая древесина синего сандала содержит около 10% бесцветного вещества — *гематоксилина*, который при окислении превращается в фиолетово-синий *гематеин*. Молодые ветви растения либо бесцветные, либо бледно-желтые, тогда как стволовая древесина за счет естественного окисления имеет яркую окраску.

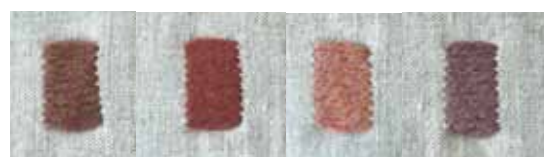
Экстракт синего сандала до сих пор сохраняет свое значение как краситель текстиля, с помощью которого можно получить черные и синие оттенки. По



Выкраски стружками и экстрактом бразильского дерева по алюминиевой протраве



Выкраски синим сандалом по различным протравам



Выкраски стружками сандалового дерева по разным протравам

алюминиевой протраве он окрашивает в фиолетовый цвет, по железной — в темно-коричневый, по медной — в зеленовато-черный, по оловянной — в сине-фиолетовый. Используется также для производства чернил пурпурно-красного цвета и в гистологии.

Бразильское дерево — общее название древесины некоторых видов рода *Caesalpinia* семейства *цезальпиниевых*. Некоторые виды произрастают и культивируются в азиатских тропиках: в Индии, Малайзии, на острове Шри-Ланка, — некоторые, и в том числе собственно бразильское дерево (*Caesalpinia brasiliensis* L.), — на атлантическом побережье Южной Америки. Их красящие вещества легко растворимы в воде: даже небольшое количество ядровой древесины

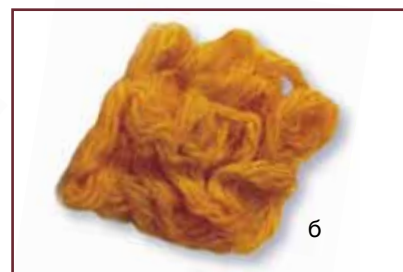


Платье/рубаха женского духа-покровителя. Красные отделки по низу платья и рукавов, а также центральная часть воротника выкрашены красителями бразильского дерева и марены. Желтое сукно канта ворота окрашено лютеолином и апигенином, набивной рисунок — коричневым узор — танинами, красный узор — красителями марены (Ханты. Конец XVIII — начало XIX в. Музей ИАЭТ СО РАН, сборы А. В. Бауло)

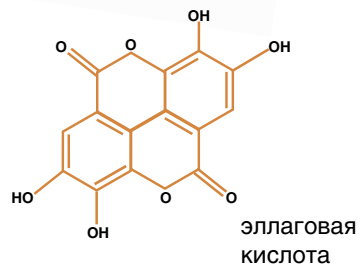
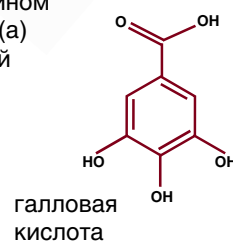
позволяет получить темно-красный раствор. Экстракт бразильского дерева по алюминию окрашивает в различные тона красного цвета, по другим протравам — в различные тона коричневого (от песочного до шоколадного). Основное красящее вещество бразильского дерева — *бразилеин* — родственен гематеину и так же легко образуется на свету при окислении предшественника.

К *сандаловым деревьям* относят растения рода *Pterocarpus* и близкого ему рода *Vaphia* из семейства бобовых. Местом возникновения первого является Юго-Восточная Индия, Цейлон. Около 100 видов рода *Vaphia* произрастает в Южной Африке, на островах Мадагаскар, Калимантан и на Филиппинских островах.

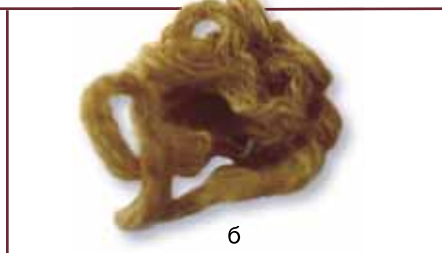
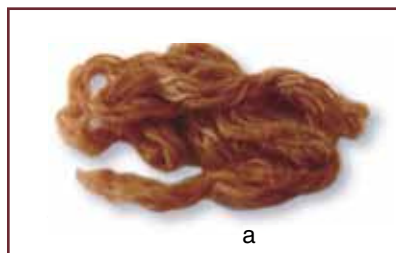
Опилки или стружка сандаловых деревьев применяются для окрашивания шерсти и хлопка в красные и коричневые тона. Краснение происходит как по протраве, так и непосредственно. Выкраски кислотопрочны, но неустойчивы к свету и щелочам. В настоящее время сандаловое дерево используется преимущественно в пищевой промышленности, для подкрашивания морепродуктов, мясopодуктов и алкогольных напитков.



Выкраски танином без протравы (а) и по оловянной протраве (б)



Паразитические образования на дубе — галлы (от лат. galla — чернильный орешек) — раньше использовались для приготовления черных чернил



в

г

Выкраски ольховником (а), молочаем (б), чистотелом (в) и корой ольхи (г)

Автор и редакция за предоставленные иллюстративные материалы благодарят д.и.н. Н.В. Полосьмак и д.и.н. А.В. Бауло (ИАиЭт СО РАН), к.б.н. Е.А. Королук и к.б.н. И.И. Баяндину (ЦСБС СО РАН); за предоставленные иллюстративные материалы и помощь в подготовке статьи — к.х.н. В.Г. Васильева, к.х.н. В.И. Маматюка и Г.Г. Балакину (НИОХ СО РАН)

Коричневый и черный

Танины (дубильные вещества) — группа полифенольных соединений растительного происхождения, содержащих большое количество гидроксильных групп. Основа танинов — сложные эфиры галловой и родственных ей кислот, а также эллаговой кислоты и углеводов.

Распространены они повсеместно: в коре, древесине, листьях и плодах растений. Особенно богата танинами кора дуба, каштана, акации, ели, лиственницы, эвкалипта, чая, сумаха, гранатового и хинного деревьев и др. Много танинов (до 75 %) содержится в *галлах* — наростах, образующихся на молодых ветвях и листьях некоторых видов дуба и сумаха под влиянием развития в них вредителей.

Танины использовались в первую очередь для дубления кож, окрашивания в различные тона — от коричневого до черного — и в качестве протравы.

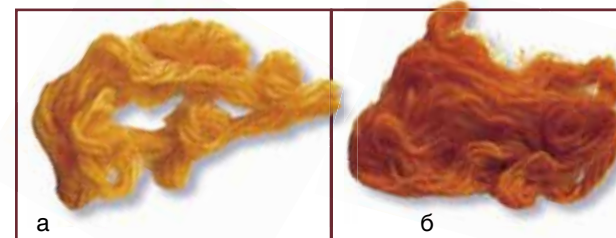
Сибирская палитра

Необходимо отметить, что по сравнению с мировыми красильными растениями сибирские растения бедны красящими веществами. Тем не менее, они издавна использовались местным населением для окраски холстов, шерстяной пряжи, войлока и дубления кож.

Основными красящими веществами сибирских растений являются танины и флавоноиды — производные *кверцетина*. Так, в эндемичном сибирском растении *рододендроне золотистом* (*Rhododendron aureum* Georgi) находятся *кверцетин*, *кемпферол* и *рутин*. Их содержание в листьях и коре растения различно, поэтому выкраски с помощью коры имеют ярко-желтую окраску, а с помощью листьев — красно-оранжевую.

В результате окрашивания корой *ольховника* (*Duschekia fruticosa* Rupr.) и *молочаем* (*Euphorbia esula* L.) ткани приобретают цвета — от черного и коричневого до желтого и красного. Травя *чистотела большого* (*Chelidonium majus* L.) придает шерсти желто-коричневые оттенки, *зверобоя продырявленного* (*Hypericum perforatum* L.) — коричневые и болотно-желтые.

Всего же сибиряки могли использовать более сотни местных растений, окрашивающих их жизнь пусть не в царственный пурпур, но в цвета, столь созвучные сдержанной красоте окружающего мира.



Выкраски корой (а) и листьями (б) рододендрона. Фото В. Седельникова

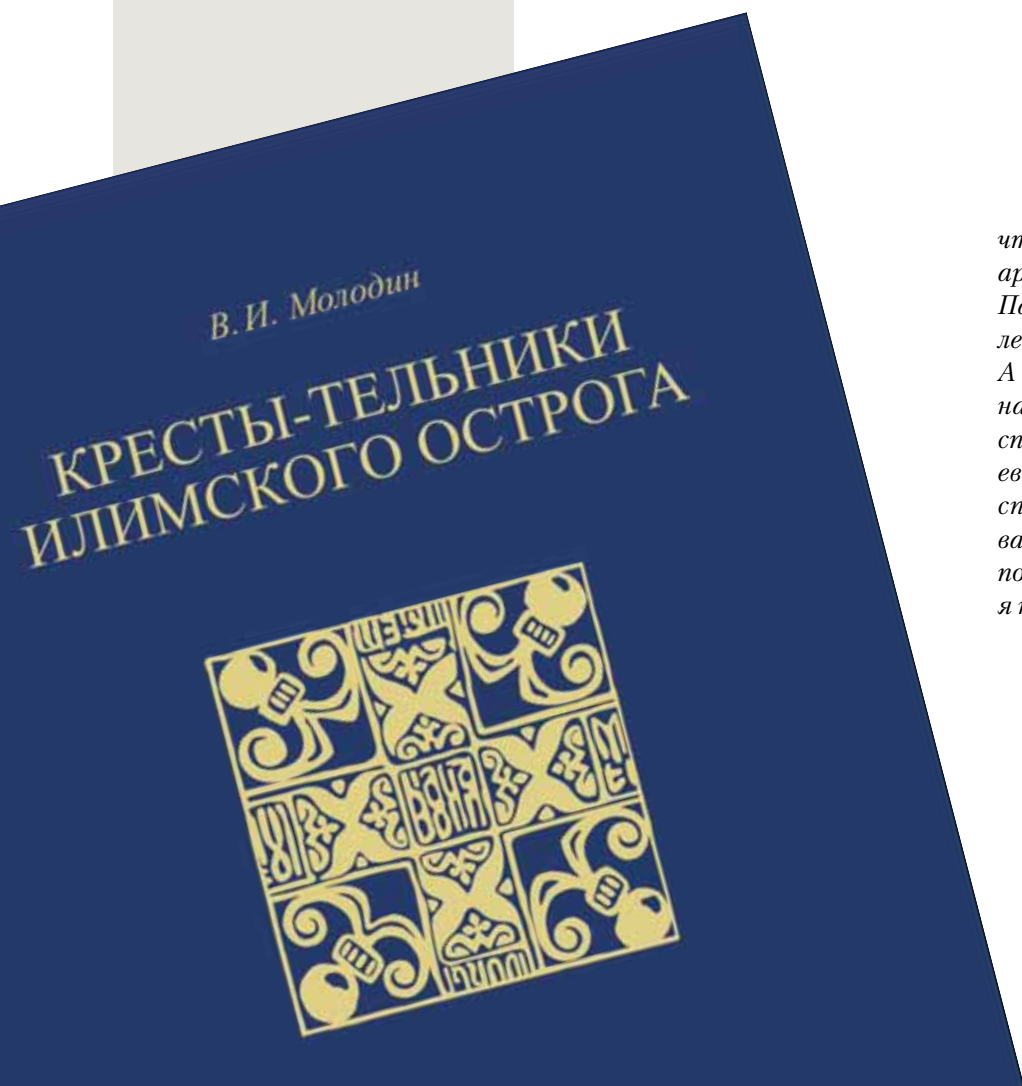
Выкраски зверобоем произведены сотрудником Центрального сибирского ботанического сада СО РАН к.б.н. И.И. Баяндиной, проверившей действенность 10-ти рецептов окрашивания зверобоем с различными протравами. В результате получилась шерсть разнообразных оттенков, из которой экспериментатор связала эксклюзивный жакет



Молодин В. И.
КРЕСТЫ-ТЕЛЬНИКИ
ИЛИМСКОГО ОСТРОГА. —
Новосибирск: ИНФОЛИО,
2007. — 248 с.: ил.
ISBN 978-5-89590-094-9
Формат 60x90 1/8



КРЕСТЫ-ТЕЛЬНИКИ ИЛИМСКОГО ОСТРОГА



«... тогда я представлял себе, что мало еще стою чего-то как археолог. <...> Но что делать?! Памятнику грозило скорое затопление, а значит — уничтожение! А посылать туда, как сказал мне начальник Ангаро-Илимской экспедиции профессор Р. С. Васильевский, все равно некого... Сейчас, спустя тридцать лет, оглядываюсь назад, и мне кажется, что повторись такая ситуация снова, я не стал бы рисковать...»

В. И. Молодин

История этой книги, посвященной коллекции нательных крестов Илимского острога — уникальной серии произведений декоративно-прикладного искусства XVII—XVIII вв. — началась в далеком 1973 г. Автору — будущему академику В. И. Молодину, а тогда начинающему археологу, — пришлось неожиданно возглавить экспедицию отряда Института археологии и этнографии СО РАН в зону затопления Усть-Илимской ГЭС, чтобы продолжить раскопки Илимского острога, находившегося на территории современного Илимска.

Согласно письменным источникам, Илимский острог уже в XVII в., вскоре после своего основания, стал опорным пунктом славянской земледельческой колонизации. Здесь, на Среднем Енисее, на Лене, а также в междуречье двух великих сибирских рек возник новый важный земледельческий район Сибири, который сразу же стал играть существенную роль в ее экономике. В результате раскопок, проведенных автором и его коллегами, был найден обширный археологический материал об истории Илимского острога и о повседневной жизни его обитателей. Главной же находкой стали артефакты, относящиеся к духовной жизни православных Илимска, в том числе кресты, обнаруженные на старом илимском кладбище, которое не было отмечено на имевшихся в распоряжении исследователей планах.

В России многие десятилетия тема креста как главного христианского символа находилась под запретом. Лишь в самом конце XX столетия началось возрождение науки о кресте — ставрографии, развитие которой успешно шло в XIX в., но было прервано революционными потрясениями. Сегодня этот лаконичный и в то же время семантически наполненный образ привлекает внимание новых исследователей поистине неисчерпаемым потенциалом для научных изысканий.

Кресты Илимского острога поражают разнообразием форм и художественных особенностей. Наиболее ценным представляется проведенное автором исследование комплекса надписей и текстов молитв, которые содержатся на нательных крестах, являющееся важнейшим источником атрибуции и классификации памятников пластики. Широкий региональный охват аналогов, которые В. И. Молодин приводит для крестов, обнаруженных в Восточной Сибири, помогает исследователю ввести обширную группу нательных крестов в контекст русской христианской культуры.

Монография «Кресты-тельники Илимского острога», наряду с другими изданиями подобного типа, является одним из шагов, возвращающих ставрографии статус отдельной вспомогательной исторической дисциплины как науки, изучающей историю и символику Креста. Своим оригинальным украшением книга может называться

каталог-определитель с великолепными прорисовками крестов и подробнейшим их описанием. Подобный каталог может послужить образцом для множества еще не изученных наукой коллекций крестов, находящихся в фондах музеев России и в частных собраниях.

И, что отнюдь немаловажно, — перед нами книга, написанная просто и ясно, что делает содержащуюся в ней информацию доступной и интересной не только ученым-профессионалам, но и широкому кругу читателей, которые увлекаются историей родной страны.



ЛЕПЕХОВ С. Ю.

СВЯТЫНИ БУДДИЙСКОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ



Изображение Будды Шакьямуни с двумя ближайшими учениками — Шарипутрой и Маудгальяной — в окружении будд. Из собрания Центра восточных рукописей и ксилографов ИМБТ СО РАН



Храм «Мулгандхакути вихара» в Сарнатхе



Олени в «Оленьем парке» в Сарнатхе на месте первой проповеди Будды. В ознаменование этого события над фронтоном каждого буддийского храма устанавливается золоченое изображение двух ланей и колеса, символизирующего буддийское учение



ЛЕПЕХОВ Сергей Юрьевич — доктор философских наук, заместитель директора по научной работе Института монголоведения, буддологии и тибетологии СО РАН (Улан-Удэ). Член Философского общества, Всероссийской ассоциации Китаеведов, Общества востоковедов РАН, действительный член Российской академии социальных наук. Автор 125 научных публикаций

Буддизм представляет собой одно из интереснейших и загадочных культурных явлений. Как и всякая религия, он имеет свой культ, почитаемые святыни — все то, что обычно относится к области сакрального. Но, оценивая степень влияния религиозно-философской системы Сиддхартхи Гаутамы на культурную историю Азии, не следует упускать из виду и «мирскую составляющую» — огромное воздействие буддизма на формирование политических образований Центральной, Восточной и Юго-Восточной Азии. Будучи мощным социокультурным механизмом, данное учение создало то, что сейчас называют «буддийской цивилизацией»

О буддизме слышали все, но немногие знакомы с историей этого учения в такой же степени, в какой мы осведомлены о христианстве или исламе. Это вполне понятно, но хотелось бы обратить внимание на тот факт, что часть населения России давно уже исповедует буддизм, и благодаря этому наша страна с полным основанием может считаться буддийской страной со всеми вытекающими из этого последствиями в области международных отношений. Жить в стране с разнообразием природного ландшафта куда интересней и приятней, чем в краю, где все всегда одинаково. Это

справедливо и по отношению к ландшафту культурному. Традиции межкультурного и межконфессионального диалога живы и в наши дни. Недавно, выступая на встрече с дискуссионным клубом «Валдай» в Москве, Патриарх Московский и всея Руси Алексий II отметил, что в России действует Межрелигиозный совет, куда входят православные, мусульмане, иудеи, буддисты, «которые сотрудничают уже много лет». «И когда возникают какие-то вопросы, а вопросы часто возникают общие, Межрелигиозный совет выступает от имени всех традиционных религий».



Участники экспедиции

Мы вместе живем, мы должны сотрудничать — другого не дано. Мы не можем воевать друг с другом, мы должны делиться культурой цивилизаций», — подчеркнул председатель Русской Православной Церкви.

В феврале 2006 г. состоялась международная российско-индийская комплексная экспедиция «Исторические памятники и культурное наследие Северной Индии», организованная ИМБТ СО РАН и Центральным институтом высших тибетологических исследований (ЦИВТИ, Сарнатх, Индия). Она проходила по маршруту: Дели — Варанаси — Сарнатх — Капилавасту — Санаули — Лумбини — Шравасты — Кушинагара — Вайшали — Наланда — Раджгир — Бодхгайя — Гайя — Патанкхот — Дхарамсала — Дели. Одной из основных задач, которые ставили перед собой исследователи, был сбор религиоведческого материала о современном бытовании традиций тибетского буддизма в Индии. Предметом изучения были также буддийские религиозные традиции гималайских народов и собственно индийская буддийская традиция в предгорьях Гималаев (Химачал-Прадеш) и в Северной Индии.



Ступа Ашоки в Сарнатхе на месте первой проповеди Будды (фрагмент)

Кем же был Будда?

А был ли Будда вообще? Именно так радикально поставил в свое время вопрос известный французский индолог Э. Сенар, считавший, что все истории о жизни Будды не более чем «солнечный миф». Смелые и революционные теории обычно привлекают последователей, но в данном случае этого не произошло. Большинство современных буддологов почти не сомневаются в том, что основатель общины странствующих монахов, учение и практическая деятельность которого имели решающее значение для последующего развития буддизма, действительно жил на территории Северной Индии. Убеждают в этом прочность существующих традиций и правдоподобность деталей биографии Будды несмотря на обилие всевозможных фантастических добавлений и преувеличений. Так, нет никаких расхождений в том, где родился будущий Будда. Все источники единодушно называют местечко под названием Лумбини (Румминдеи), находящееся на территории современного Непала в шести километрах от границы

с Индией. В те далекие времена здесь располагалось небольшое княжество, правителем которого был царь Шуддходана из рода Шакьев. Часто говорится, что Лумбини находится в предгорьях Гималаев, и воображение рисует заснеженные вершины гор на горизонте. На самом деле никаких гор оттуда не видно — пространство равнинное и, пожалуй, даже болотистое.

Известно, что на месте рождения Будды император Ашока повелел воздвигнуть колонну, которая стоит там и поныне. Рядом с колонной сооружена ступа, цоколь которой защищает находящиеся под ней руины древних сооружений. Именно здесь и расположено точно обозначенное место, где впервые на свет появился принц Сиддхартха Гаутама: это имя, согласно преданиям, дали ему при рождении.

Итак, известно, что в месяце вессака (8 апреля) у Шуддходаны и его супруги Майи в Лумбини родился сын Сиддхартха. По предсказанию астролога, в будущем он должен был стать великим царем, который завоюет весь мир, или великим отшельником, который мир спасет. Естественно, царь был заинтересован, прежде



Колонна Ашоки в Вайшали



Варанаси (Бенарес). Набережная Ганга



Барельеф над местом рождения Будды в Лумбини

«Точное» место рождения Сиддхартхи Гаутамы — будущего Будды Шакьямуни



всего, в продолжении рода и укреплении династии, о спасении же мира он думал в последнюю очередь. Поэтому, во исполнение первой части предсказания, Шуддходана приказал построить три дворца для царевича и повелел следить за тем, чтобы он не знал никаких забот. В возрасте 19 лет Сиддхартха женился на своей двоюродной сестре Яшодхаре. Когда ему исполнилось 29 лет, у него родился сын Рахула. Четыре знаменательных встречи (с дряхлым стариком, прокаженным, похоронной процессией и странствующим аскетом) коренным образом

Знаменитый род Шакьев, давший миру основателя одной из древнейших мировых религий, продолжает благополучно здравствовать и в наши дни

изменили жизнь царевича. Они заставили Сиддхартху задуматься над смыслом его жизни; понять, что его молодость, окруженная роскошью и наполненная удовольствиями, не вечна, что на смену ей неизбежно придут болезни, старость и смерть — общий удел всех людей. Но одновременно он узнал и то, что существуют люди, знающие путь спасения из бесконечного круговорота сменяющих друг друга удовольствий и страданий. И путь этот представлялся ему тогда как полный отказ от всяких удовольствий. Как гласит предание, ночью Сиддхартха прощается со спящей Яшодхарой и сыном, покидает свой дворец в Капилавасту и становится странствующим ас-

кетом-отшельником. История последних часов мирской жизни царевича описана достаточно красочно.

По странному стечению обстоятельств в Капилавасту мы попали тоже ночью и осматривали раскопанный фундамент дворца при свете лампад, установленных паломниками на расположенной неподалеку ступе, воздвигнутой тем же Ашокой. Можно подумать, что Капилавасту находится рядом с Лумбини, — в действительности же между ними не меньше десятка километров и сейчас они относятся к разным государствам.

Проведя ночь на границе с Непалом в индийском местечке Санаули, мы впервые увидели там индийскую свадьбу. Прежде всего, нас поразила процессия, шествовавшая по главной улице и иллюминированная светящимися электрическими гирляндами, укрепленными на высоких шестах. Для питания этого праздничного освещения в конце процессии на специальных носилках несли дизельный генератор. И здесь же оркестр, исполнявший ни с чем не сравнимую зажигательную музыку, и пускавшиеся в пляс молодые друзья жениха и невесты. Стоит ли говорить, что все индийцы прирожденные танцоры. Подобное веселье, с пальбой в воздух, как на наших свадьбах где-нибудь на Кавказе, продолжается три дня (а может, и больше), но при этом, заметьте, не выпивается ни капли спиртного. Конечно, во времена Будды свадьбы проходили по-другому, но очень многое в культуре и традициях сохранилось с тех времен практически без изменения.

В некоторых деревнях, которые нам приходилось видеть, люди жили в таких же соломенных хижинах и пользовались почти той же утварью, что и тысячи лет назад. В центральной части древнего города Варанаси жилища

те же самые, что и многие столетия назад, а образ жизни их обитателей в основе своей изменился мало. В древности Варанаси (Каши) не уступал таким городам, как Вавилон и Ниневия, и являлся одним из старейших живых городов мира. После нескольких лет странствий по Северной Индии в Варанаси пришел и Будда. Шесть лет, как утверждает предание, царевич Сиддхартха бродил по долине Ганга, беседовал с мудрецами и проповедниками, изнурял свое тело строгим постом. Аскетические подвиги отшельника Гаутамы привлекли внимание других аскетов, надеявшихся стать свидетелями его окончательного духовного освобождения. Однако, осознав, в конце концов, что умерщвление плоти само по себе не приближает к истине, царевич без колебания прекратил свой строгий пост и, совершив омовение в реке, принял молочную кашу из рук молодой девушки Суджаты.

Пятеро отшельников, совершавших аскезу вместе с Гаутамой, решили, что он не выдержал тягот и, покинув его, ушли в другое место. Царевич остался один. Он продолжал свои странствия, находил разных

учителей, но разочаровался во всех методах, которые они практиковали.

Гаутаме было 35 лет, когда в одну из ночей, находясь в Бодхгайе в глубокой медитации, он осознал, что все в мире причинно обусловлено, а следовательно, подвержено страданию. Причина этого страдания заключается в неведении людей. Поскольку, воздействуя на причину, мы можем ее устранить, значит, существует и прекращение страдания. Размышляя дальше, Гаутама нашел и путь, ведущий к прекращению страдания. Открыв «четыре благородные истины», он достиг наивысшего полного и окончательного Просветления (аннута-ра самьяк самбодхи). Находясь в этом состоянии, Гаутама узнал все тайны мироздания и бытия, обрел сверхъестественные способности, окончательно освободился от страданий и новых рождений, достиг состояния абсолютного умиротворения и покоя — нирваны. Так он стал Буддой (Пробужденным).



Ступа Ашоки в Сарнатхе на месте первой проповеди Будды



Новорожденный Будда. Непал



Молитва буддийского монаха в Лумбини

Обретя Просветление, Будда отправился к пяти отшельникам, которые вместе с ним предавались аскезе в течение шести лет в Сарнатхе. Там, в Оленьем парке, состоялась первая проповедь учения Будды. В память об этом событии на фронте буддийских храмов устанавливают изображение двух ланей по обе стороны колеса (дхармачакра), символизирующего учение Будды — Дхарму. В течение 45 лет Шакьямуни проповедовал свое учение в Индии, с общиной учеников переходя с места на место. Последнюю проповедь он произнес в Кушинагаре, где окончательно ушел из этого мира. Тело Шакьямуни было кремировано, а останки разделены на части и отданы представителям всех основных народов, населявших Индию в то время. Часть из них хранится в настоящее время в Национальном музее Индии.

Когда жил Будда?

В буддийской хронологии традиционно важнейшим считается вопрос установления возможно более точного времени жизни Будды Шакьямуни. В традициях

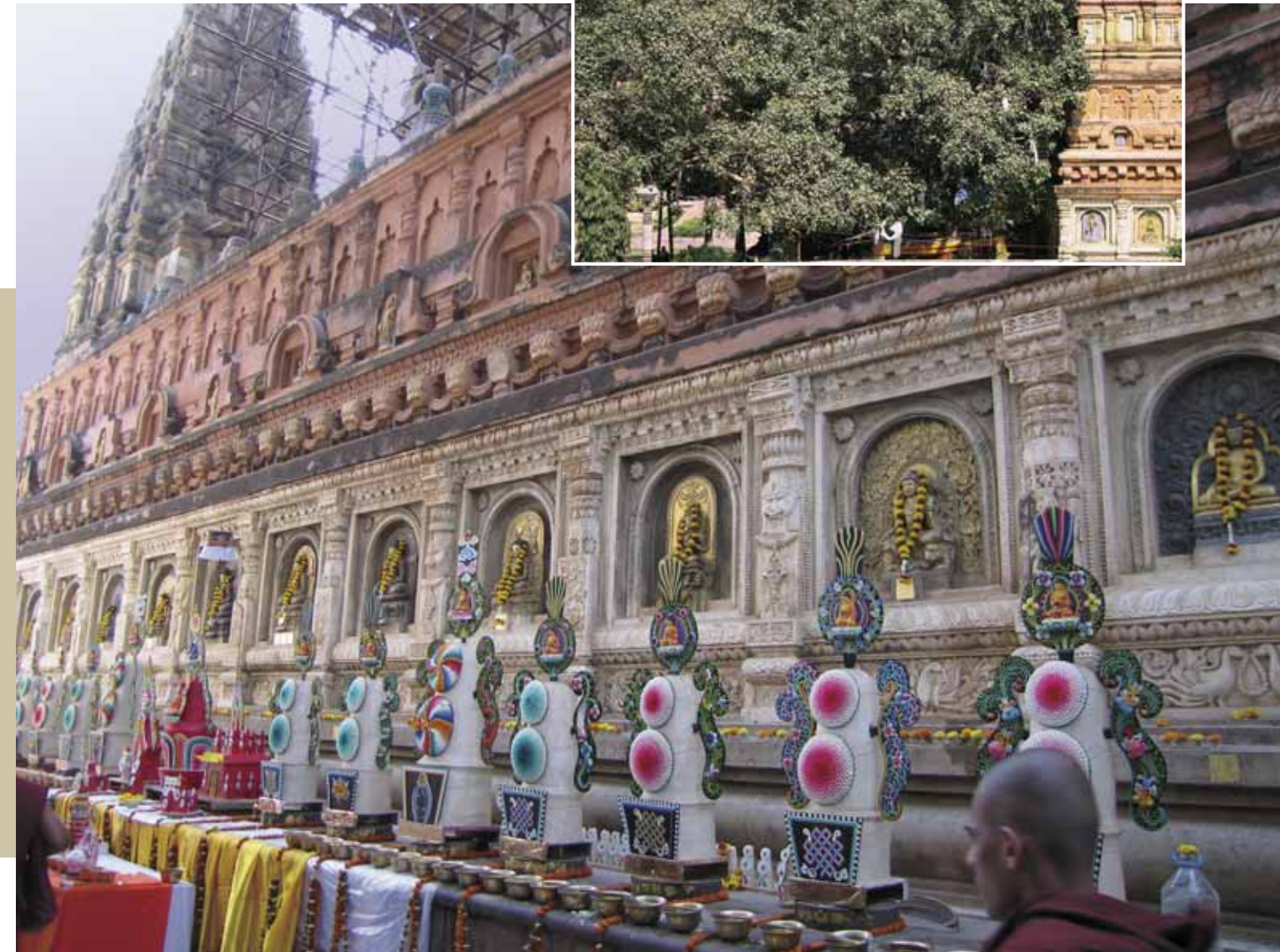
На месте, где Будда достиг Просветления, под деревом бодхи, царь Аджаташатру повелел установить алмазный трон (ваджрасана). Ваджра в буддизме — это особый ритуальный предмет, символизирующий нерушимость, вечность, неизменность. В древнеиндийской мифологии — это оружие верховного Бога Индры. «Алмазный трон» в Бодхгайе под деревом бодхи существует в действительности (хотя вряд ли это тот самый, что повелел установить Аджаташатру). Храм Махабодхи, построенный рядом с деревом, «Самовозникший» в нем образ Будды Шакьямуни, разумеется, дерево бодхи и вся прилегающая к нему территория считаются самыми почитаемыми святынями буддийского мира. Передвигаются здесь, только сняв обувь

«Алмазный трон» на месте Просветления Будды под деревом бодхи

Общий вид дерева бодхи рядом с храмом Махабодхи

Храм Махабодхи в Бодхгайе

различных буддийских школ приняты различные даты nirваны Будды Шакьямуни: от 2422 до 486 г. до н.э. Так, японские буддисты праздновали 2 500-летие Будды в 1932 г., опираясь на расчеты индийского монаха Сангхабхадры, пришедшего в Китай в 489 г., который датировал жизнь Будды 566—486 г. до н.э., ориентируясь на точки в конце рукописи «Винаи» (буддийского





«Самовозникший» образ Будды в храме Махабодхи в Бодхгае на месте Просветления Будды

Одна из башен храма «Мулгандхакути вихара» в Сарнатхе



канонического текста). В настоящее время буддологи полагают, что паринирвана Будды наступила никак не позднее 400 г. до н.э.

«Проповедь Будды» и Дхарма

Проблема паринирваны Будды имеет значение прежде всего потому, что к этой дате привязано время начала буддийской проповеди.

Так что же такое «buddha-vacana» (букв. «сказанное Буддой») или «buddha-dharma» (букв. «учение, проповеданное Буддой»)?

Согласно ранним буддийским текстам, сам Будда не считал Дхарму (т.е. высшее учение, содержащее истинное представление о мире) собственным произведением, но полагал, что это некий верховный принцип, которому должны служить и поклоняться все, в том числе и он сам. Соответственно, не совсем справедливо во всех случаях отождествлять Дхарму, о которой упоминается в буддийских текстах, с буддийским учением или даже с проповедью Будды. Точнее было бы сказать, что проповедь Будды следует Дхарме. Что же такое Дхарма?

Несмотря на то что идеологема «дхарма» выполняла практически одну и ту же функцию в процессе формирования как индийской, так и буддийской цивилизаций, — причем все это происходило одновременно и параллельно, — реконструкция истории общества на основе ведически ориентированных источников и текстов буддийского канона приводит исследователей к противоречивым результатам. «Эти два круга текстов, — считает Л. Б. Алаев, — примерно одновременные и территориально близкие, рисуют совершенно различные общества».

Генезис буддийской цивилизации

Один из выводов, который совершенно очевидно следует из этого обстоятельства, заключается в том, что мы действительно имеем дело с разными цивилизациями, хотя генетически и близкородственными. Причем процесс дивергенции возник, по-видимому, еще на сравнительно раннем этапе развития.

Таиландский храм в Бодхгае



Некоторые исследователи предполагают, что буддизм с самого начала формировался на основе неарийского этнокультурного субстрата, т.е. находился за пределами ведийско-брахманской культуры.

Анализ текстов показывает, что социальной основой первых буддийских общин являлись состоятельные люди. Среди монахов было немало представителей высших варн: брахманов и кшатриев, — иначе буддизм не смог бы так быстро распространиться и укрепить свое влияние среди высших слоев общества.

Многие положения буддийского учения вполне соответствовали наметившимся тенденциям в развитии социальной структуры, существенным сдвигам в политической организации зарождающегося общественного строя. Буддизм оказался мощной интегрирующей и стабилизирующей силой, культурным и полити-

ческим ядром для зарождения принципиально новой цивилизации.

Буддисты в период империи Ашоки (268–231 гг. до н.э.) создали основной идеологический стержень всей внешней и внутренней политики самого большого государственного образования на Индостанском субконтиненте со времен харапской цивилизации. Причем следует подчеркнуть, что эта политика не имела прецедентов в прошлом.

Предельный универсализм буддийской философии, освобожденное от всяких этнических, и в особенности варновых, ограничений, ее социальное учение позволило Ашоке использовать эту философию в качестве эффективной идеологии и политического обоснования для создания многонациональной империи. Именно с этого момента буддийская «дхарма» приобрела значение не только этической нормы, но и гражданского права, а также стала восприниматься как «цивилизационное начало».



Храм паринирваны Будды. Кушинагара

Цивилизация Ашоки и распространение буддизма махаяны

Во время правления Ашоки (268–231 гг. до н.э.) империя Маурьев расширилась до небывалых в истории Древней Индии размеров. Принципы, которые были положены Ашокой в основу его государственной идеологии, социальной политики и всей системы управления во многом опирались на буддийскую дхарму. Маурийской империи как государственному образованию не суждена была долгая жизнь. После Ашоки она быстро распалась. Буддизм же за это время перерос рамки религиозно-философского учения локального уровня и приобрел черты универсалистской цивилизации, распространившейся на всю центральную, южную, восточную и юго-восточную части евразийского континента, Шри-Ланку, Индонезийский и Японский архипелаги.

В силу своего происхождения буддийская цивилизация всегда была цивилизацией как бы «второго порядка» (или даже «третьего»), носила «надстроечный характер» по отношению к цивилизациям, возникшим на основе этногенеза. Именно поэтому ее институты были особенно востребованы всякий раз, когда речь шла о преодолении религиозных, этнических рамок, национальных границ, и недоверчиво, враждебно встречались носителями идей узкого этноцентризма и жесткой унитарности

И буддисты, и Ашока исходили из того, что полным знанием истинной Дхармы не обладает никто, но приблизиться к ее пониманию и исполнению, хотя бы даже и частично, быстрее и эффективнее всего возможно, если следовать буддийскому учению и соблюдать правила благодетельного поведения. Новаторство буддийского понимания дхармы, использованного Ашокой, заключалось в том, что она мыслилась единой для представителей различных варн и религиозных течений. Соответственно, едиными для всех должны были быть и нормы, и правила поведения. Буддисты первыми указали путь, на котором Дхарма из

идеала ритуального поведения для избранных превращалась в этическое основание цивилизационного образа жизни. На обязательность исполнения дхармы для всех без исключения указывается в VI Большом колонном эдикте: «Я обращаю внимание на все группы людей», — заявляет Ашока. Преимущественно светский, а не религиозный характер его дхармы проявлялся также в том, что контролировать надлежащее ее исполнение должны были не жрецы или монахи, а специально выделенные для этого чиновники — дхармамахаматры.

В наиболее концентрированном виде вся цивилизационная программа Ашоки выражена в следующих словах из I Большого колонного эдикта: «Вот правило — управление с помощью дхармы, принесение счастья с помощью дхармы и защита с помощью дхармы».

Прежде всего, была реформирована вся административная структура государства. Помимо высших должностных лиц, «ведающих защитой государства» (сенаянака) и «ведающих правопорядком» (вохарика), указом Ашоки были введены уже упоминавшиеся чиновники, «ведающие дхармой», а также чиновники «особых поручений» (раджавачаника), в функции которых входил контроль над должностными лицами более низких рангов. В обязанности пративедаков (чиновников, занимающихся сбором информации для царя) вменялось оперативное снабжение императора важной информацией, касающейся его подданных, в полном объеме: «Обо всем этом следует немедленно



Листы из тибетского канона «Ганчжура», написанные «семью драгоценностями» (золото, серебро и драгоценные камни, измельченные в порошок). Листы предварительно покрыты краской индиго

оповещать меня, где бы я ни был, и в любое время» (VI Большой на-скальный указ из Гирнара).

Ашоке впервые в истории Индии удалось создать единую для всей страны систему судопроизводства (IV Большой колонный эдикт). Деятельность судебных властей строго контролировалась самим императором. Функции двух высших совещательных органов — паришада и более представительного и древнего раджа-сабхи — были разделены. Несмотря на усилившуюся тенденцию к централизации власти система провинциального и городского управления отличалась большой гибкостью. Многие присоединенные Маурьями

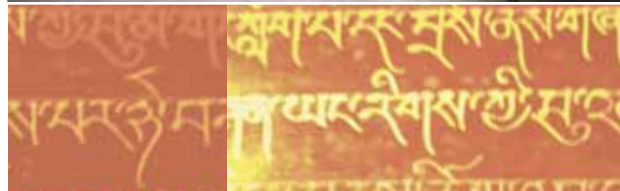
Сочинение из палийского канона, написанного на пальмовых листьях. Из собрания ИМБТ СО РАН





Рождение Будды. Рядом стоит его мать – Махамайа

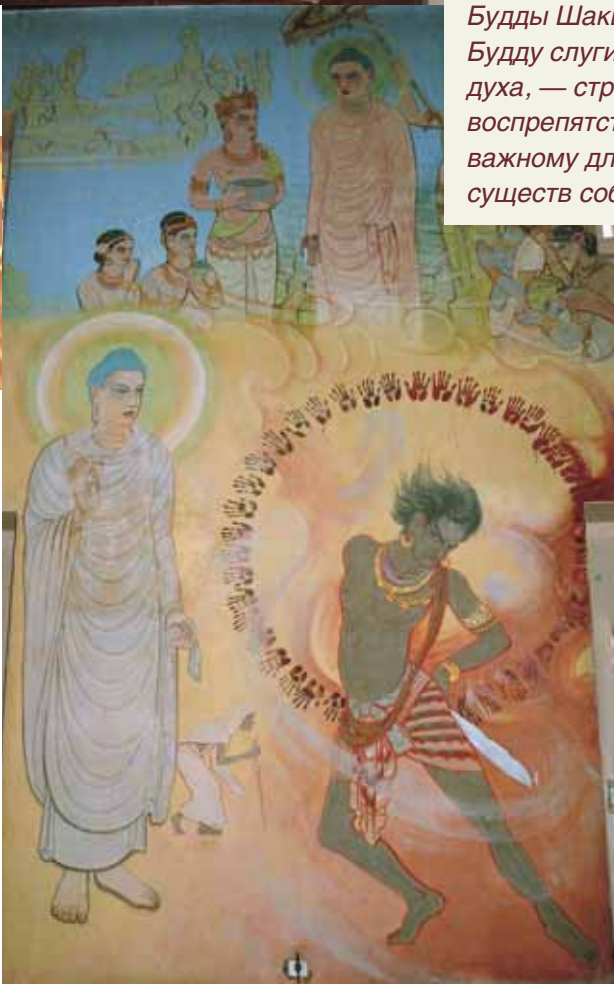
Царице Майе явился во сне белый слон с шестью бивнями, вошедший в ее бок, что предвещало грядущее рождение Будды
 В нижней части: отцу Шуддходане предсказывают, что его новорожденный царевич Сиддхартха станет в будущем или великим царем, который завоюет весь мир, или великим святым, который даст всему миру освобождение



Подношение Суджаты. В течение многих лет царевич Сиддхартха изнурял себя строгим постом, стремясь достичь освобождения, но потом понял, что аскетизм — такая же крайность, как и безудержные удовольствия, и не ведет к истине. После этого он принял подношение девушки Суджаты и вкусил пищи (рисовой каши на молоке)



Фрагменты росписи храма «Мулгандхакути вихара» в Сарнатхе. Храм построен известным реформатором индийского буддизма (Анагарика Дхармапала) в 1922 г. и расписан японским художником Ноусу Косетсу в 1932—1935 гг. На фрагменте изображено Просветление Будды Шакьямуни. Окружают Будду слуги Мары — злого духа, — стремящиеся воспрепятствовать этому важному для всех живых существ событию



Встреча с Ангулималой. Ангулимала — разбойник, наводящий на всех ужас, — отрубал у своих жертв пальцы для собственного ожерелья. Согласно преданию, в тот момент, когда он задумал убить свою мать, ему встретился Будда, который одним словом разрушил все злые замыслы разбойника. После этого Ангулимала стал последователем Будды и вступил в общину его учеников



Нирвана Будды



Будда покинул Капилавасту и через семь лет, уже достигнув Просветления, вернулся в родной город, где был встречен своим отцом Суддходаной и сыном Рахулой

Проповедь Будды



Литература

1. Алаев Л.Б. Темп и ритм индийской цивилизации // Цивилизации. — М., 1992. — Вып. 1.
2. Бонгард-Левин Г.М., Ильин Г.Ф. Индия в древности. — М., 1985.
3. Бэзиам А. Чудо, которым была Индия. — М., 1977.
4. Ерасов Б.С. Культура, религия и цивилизация на Востоке (очерки общей теории). — М., 1990.
5. Шарма Р.Ш. Древнеиндийское общество. — М, 1987.
6. Bagby Ph. Culture and history. Prolegomena to the Comparative Study of Civilizations. — Westport, 1976.
7. Corpus inscriptionum indicarum. — L., 1925. — Vol. I.
8. Cousins L.S. The Dating of the Historical Buddha: A Review Article // Journal of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland. — London, 1996. — Ser. 3,6,1. — P. 57—63.
9. Jayatilike K.N. The Buddha: Buddhist Civilization in India and Ceylon. — London, 1973.

государственные образования продолжали сохранять республиканскую форму правления и пользовались правами широкой автономии.

Ашока осуществлял широкую программу благоустройства, в особенности во вновь присоединенных территориях, включающую обмер и последующее распределение земель, рытье колодцев и водоемов, строительство дорог (IV и VII Колонные эдикты, II Малый наскальный эдикт, II Арамейская надпись из Лагмана).

Именно в это время повсеместно вводится важнейший для сельского хозяйства Древней Индии запрет на убийство животных, который получил распространение именно благодаря буддизму, поскольку эта мера позволила сохранить крупный рогатый скот, без которого развитие земледелия было бы невозможным.

Наиболее характерным пунктом цивилизационной программы Ашоки является «защита страны с помощью дхармы». Она понимается как тотальный отказ от убийства и причинения вреда всему живому. В VII Колонном эдикте упоминается два способа введения правил дхармы: «ограничивающими предписаниями» и «внутренним убеждением». «Ограничивающие предписания, — разъясняет Ашока, — это когда я (например) указываю: «Таких-то и таких животных убивать не следует!» — и другие подобные ограничения, установленные мною. Однако благодаря внутреннему убеждению люди гораздо больше продвигаются на пути дхармы в том, что касается ненанесения вреда живым существам и неубийства животных».

Можно сказать, что «оборотной стороной» этого принципа была знаменитая «дхармавиджая» («завоевание с помощью дхармы»). В XIII Большом наскальном эдикте из Шахбазгархи говорится, что «Угодный богам (т. е. Ашока. — С. Л.) желает всем живым существам безопасности, самообладания, душевного спокойствия и мягкости. И Угодный богам считает главной ту победу, которая [одержана с помощью] дхармы. И эта победа одержана им здесь и на всех границах, даже отстоящих отсюда на шестьсот йоджан».

Именно в целях реализации политики дхармавиджайи в различные страны после III Всебuddийского Собора в Паталипутре были направлены буддийские миссии.

Образ Ашоки как идеального царя, покровителя дхармы, и созданной им цивилизации как модели идеального

социума служили предметом подражания для правителей во многих странах Азии.

Идея неразрывной связи царской власти и буддийской дхармы, впервые провозглашенная Ашокой, в сочетании с идеей непрерывности дхармы в буддийской историографии трансформировалась в идею династийной связи всех царей буддийского мира, происходивших от одного мифического родоначальника — Махасамматы.

Объединение принципа светской власти (концепция чакравартина) с безусловным духовным авторитетом Дхармы, которое действительно активно и осознанно впервые стало осуществляться в Индии именно Ашокой, позволило буддизму махаяны быстро занять ведущие позиции в ряде стран Юго-Восточной Азии.

Итоги экспедиции

Экспедиционный отряд ИМБТ СО РАН побывал в крупнейших буддийских исторических центрах Северной Индии, которые в буддийской традиции связаны с жизнью и деятельностью Будды Шакьямуни. Практически во всех этих исторических местах действуют международные буддийские организации. В Бодхгайе находятся буддийские монастыри всех буддийских стран, за исключением, к сожалению, России.

В исторических буддийских центрах Северной Индии заметно усилилось присутствие японского буддизма. Отмечается и оживление диалога между представителями двух основных ветвей в буддизме — махаяны и тхеравады. Монахи расположенных рядом монастырей, принадлежащих разным направлениям, проводят различные совместные благотворительные акции, организуют общие конференции, примером которых может служить конференция «Буддизм в Азии: вызовы и перспективы», состоявшаяся 10—12 февраля 2006 г. в Сарнатхе, в которой принимали участие буддийские деятели из Индии, Таиланда, Шри-Ланки, Непала, Кампучии, Кореи, Вьетнама, Лаоса, а также монахи из разных буддийских тибетских школ Индии, Ладака.

Участники экспедиции встречались с Далай-ламой XIV, Богдо-гэгэном, Нейчжуном-ринпоче (государственным оракулом Тибета), Геше Самтенем (директором Центрального института высших тибетологических исследований), Добум-тульку (директором Тибет-хауза) и другими деятелями высшего тибетского духовенства.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА «НАУКА из первых рук» 2004—2007 гг.

ИСТОРИЯ НАУКИ	
2004	
№ 0	К. Лобачев. ЧП СОВЕТСКОЙ АРКТИКИ. ТРУДЫ И ДНИ ГЕОЛОГА САКСА
№ 1	В. И. Молодин, В. А. Ламин. НАУКА И СИБИРЬ. ОТ ПЕТРА I ДО ВЕКА 21-ГО
№ 1	М. А. Грачев. БАЙКАЛ В МОЕЙ ЖИЗНИ
2005	
№ 1 (4)	А. П. Деревянко. «У МЕНЯ ДУША НОМАДА»
№ 3 (6)	П. М. Бородин. ПРАВДИВАЯ И ПЕЧАЛЬНАЯ ИСТОРИЯ О ФУЗГИИ БАСКЕТ И КАПИТАНЕ ФИЦРОЕ
2006	
№ 1 (7)	АКАДЕМИК ДОБРЕЦОВ: ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ЖИЗНИ
№ 1 (7)	РЫЦАРИ КРУГЛОГО СТОЛА
№ 2 (8)	НАУКА И ОБЩЕСТВО ГЛАЗАМИ ФИЗИКОВ. Круглый стол
№ 4 (10)	В. А. КОПТЮГ: ПУТЬ В НИКУДА ИЛИ В БУДУЩЕЕ? По материалам круглого стола в Новосибирском государственном университете
№ 5 (11)	Г. А. Ковальская. А. А. КОВАЛЬСКИЙ: НА БРАННОМ ПОЛЕ ЦЕПНЫХ РЕАКЦИЙ
2007	
№ 2 (14)	Н. Л. Добрецов. ГАРМОНИЯ ТРИЕДИНСТВА
№ 2 (14)	Д. В. Черемисин. В ПОИСКАХ ОЛЕНЯ ЗОЛОТЫЕ РОГА
№ 3 (15)	А. А. ТРОФИМУК: «СИБИРЬ ПЛАВАЕТ НА НЕФТИ»
№ 3 (15)	А. Э. Конторович. ФАРМАН САЛМАНОВ: «ПУСТЬ НАС ОБЪЕДИНЯЕТ ЛЮБОВЬ К НАШЕЙ РОДИНЕ — РОССИИ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ	
2005	
№ 2 (5)	С. А. Язев. САЯНСКАЯ СОЛНЕЧНАЯ
№ 2 (5)	С. В. Сухинин. СОЛОВЕЙ-РАЗБОЙНИК И КОТ БАЮН В ВАШЕМ АВТОМОБИЛЕ
№ 3 (6)	В. А. Собянин, В. А. Кириллов. НА ПОРОГЕ ВОДОРОДНОЙ ЭРЫ
2006	
№ 1 (7)	ЭКСКУРСИЯ ПО ГОСУДАРСТВУ ИЯФ
№ 2 (8)	ЭКСКУРСИЯ ПО ГОСУДАРСТВУ ИЯФ: ТАМ, ГДЕ РОЖДАЮТСЯ ЧАСТИЦЫ
№ 3 (9)	А. К. Петров. ЛСЭ: МЯГКОЕ ПРИКОСНОВЕНИЕ ЛАЗЕРА
№ 3 (9)	А. В. Кузьмин, А. С. Лахтычкин. ЭКСКУРСИЯ ПО ГОСУДАРСТВУ ИЯФ: ДА БУДЕТ СВЕТ!
№ 3 (9)	С. В. Сухинин. ЭФФЕКТ ШЕПЧУЩЕЙ ГАЛЕРЕИ
№ 3 (9)	С. А. Язев, В. С. Пещеров. КОРОНАЦИЯ ЧЕРНОГО СОЛНЦА
№ 5 (11)	А. Г. Полещук, В. П. Коронкевич. НОВЫЙ ОБЛИК ОПТИКИ
№ 5 (11)	М. А. Могилевский. ОПТИКА ОТ ЛЕОНАРДО

2007	
№ 1 (13)	В. Б. Кашкин, Р. Г. Хлебопрос. ОЗООНОВЫЕ ДЫРЫ — «ДЕТИ» СТРАТОСФЕРНЫХ ВИХРЕЙ
№ 2 (14)	ЛСЭ: НЕЖНО И ТОЧНО
№ 2 (14)	Е. В. Болдырева. МЕЖ АЛМАЗНЫХ НАКОВАЛЕН
№ 2 (14)	МАСТЕР-СИ
№ 2 (14)	Ю. Н. Молин, Ю. Д. Цветков. СИЛА СЛАБЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ
№ 2 (14)	А. В. Козырев, И. В. Пегель. ТОМСКИЙ ИМПУЛЬС
№ 2 (14)	УСКОРИТЕЛИ ЧАСТИЦ — МИКРОСКОПЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ
НАНОТЕХНОЛОГИИ	
2006	
№ 4 (10)	Р. Кроуфорд, И. Гибшубер, К. Таматраколын, М. Хильдебранд. МИНИ-НАНОИНЖЕНЕРЫ
2007	
№ 1 (13)	Д. В. Калинин, В. В. Сердобинцева, А. И. Плеханов. ОТ ДРАГОЦЕННОГО ОПАЛА — К НАНОПЛЕНКАМ
№ 2 (14)	А. Л. Асеев. ОТКРЫТИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ
№ 2 (14)	В. Е. Панин, В. П. Сергеев. НАНОСТРУКТУРНЫЕ ПОКРЫТИЯ: ЭФФЕКТ «ШАХМАТНОЙ ДОСКИ»
№ 2 (14)	НАНОРАЗНООБРАЗИЕ
№ 3 (15)	А. В. Ненашев, Д. В. Щеглов, Л. И. Федина. СИБИРСКИЙ НАНОФОРУМ
МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА	
2005	
№ 1 (4)	В. М. Фомин, Ю. П. Гунько, И. И. Мажуль. РЕАКТИВНЫЕ САМОЛЕТЫ БУДУЩЕГО
№ 2 (5)	А. В. Тетенов. НЕМНОГО О ФРАКТАЛАХ
№ 3 (6)	В. М. Фомин, Ю. П. Гунько, И. И. Мажуль. ЭВОЛЮЦИЯ РЕАКТИВНЫХ САМОЛЕТОВ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)
2006	
№ 2 (8)	А. Д. Медных. ТРЕХМЕРНЫЙ МИР, В КОТОРОМ МЫ НЕ ЖИВЕМ
№ 6 (12)	Э. Краузе. МНОГОЛИКИЕ ВИХРИ
2007	
№ 2 (14)	В. М. Фомин, С. М. Аульченко, А. Ф. Латыпов. ЗА ЗВУКОВЫМ БАРЬЕРОМ
№ 3 (15)	В. М. Фомин, С. М. Аульченко, А. Ф. Латыпов. СО СКОРОСТЬЮ ЗВУКА
НАУКИ О ЗЕМЛЕ	
2004	
№ 1	П. П. Шерстянкин, М. Де Батист. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОТКРЫТИЯ: ПУТЕШЕСТВИЕ ПО БАЙКАЛЬСКОМУ ДНУ
№ 1	А. В. Иванов. ОДИН РИФТ — ДВЕ МОДЕЛИ
№ 2 (3)	Я. Клеркс. ГАЗОГИДРАТЫ ПРЕСНОВОДНОГО «ОКЕАНА»

2005	
№ 2 (5)	М. В. Панченко. БАЙКАЛ, ШАМПАНСКОЕ, КИТО...
№ 3 (6)	М. И. Кузьмин. ПРОГНОЗ ПОГОДЫ НА 8 МЛН ЛЕТ НАЗАД
№ 3 (6)	Е. А. Елкин, Г. М. Прашкевич. У БЕРЕГОВ АНГАРИДЫ. УРОКИ ПАЛЕОНТОЛОГИИ
2006	
№ 1 (7)	А. Д. Павлушин. САГА О НЕСОСТОЯВШИХСЯ БРИЛЛИАНТАХ
№ 2 (8)	С. В. Наугольных. ЖИВЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ
№ 3 (9)	Е. М. Высоцкий, И. С. Новиков, А. Р. Агатова. КОГДА РУШИТСЯ ЗЕМНАЯ ТВЕРДЬ. ЧУЙСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ ГОРНОГО АЛТАЯ
№ 4 (10)	Э. И. Посева, Р. Кроуфорд, А. Ю. Гладенков, Д. Смол, М. Дуглас, М. Полен, Т. А. Гребенникова. ЛЕТОПИСЬ ПЛАНЕТЫ ПО ДИАТОМЕЯМ
№ 6 (12)	В. В. Ружич, С. Г. Псахье. БРОСИТЬ ВЫЗОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЮ
№ 6 (12)	Е. А. Ваганов, С. В. Верховец. КРАСНОЯРСКАЯ ЭЙФЕЛЕВА
2007	
№ 1 (13)	В. Е. Репин, Е. В. Дейнека, А. Н. Симонов, О. В. Пестунова, Н. А. Колчанов, В. В. Власов, И. Г. Прокопкин. ПУТЕШЕСТВИЕ В ГОРЯЧУЮ ТОЧКУ
№ 2 (14)	В. В. Ружич. ЛЬДОТРАСЕНИЕ КАК ТЕКТОНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
№ 2 (14)	БАЙКАЛ — ПРИРОДНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
№ 2 (14)	Е. Л. Гольдберг. БАЙКАЛЬСКАЯ КЛИМАТИЧЕСКАЯ ЛЕТОПИСЬ
№ 3 (15)	К. Бунама, В. фон Блох, З. Франк. КОНЕЦ КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ ЗЕМЛЯ
НАУКИ О ЖИЗНИ	
2004	
№ 0	А. С. Исаев. В РОССИИ ПОЯВИЛАСЬ ЦИФРОВАЯ КАРТА ЛЕСОВ!
№ 1	Е. В. Лиховшай, Р. М. Кроуфорд. НЕВИДИМАЯ СЕТЬ. ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ ПРОШЛОГО И НАСТОЯЩЕГО НА ПРИМЕРЕ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ
№ 1	СОЗДАВАЯ ЖИВУЮ КАРТИНУ
№ 1	О. А. Тимошкин. «ПРЕСНОВОДНАЯ АВСТРАЛИЯ» СИБИРИ
№ 1	Н. А. Бондаренко, Л. А. Оболкина, О. А. Тимошкин. ЛЕД — ХРАНИТЕЛЬ ЖИЗНИ
№ 1	Т. Я. Ситникова, П. Репсторф. ЭТИ МОЛЛЮСКИ ЖИВУТ ТОЛЬКО В БАЙКАЛЕ
№ 2 (3)	Е. В. Дейнеко. ЛЕГКО ЛИ БЫТЬ СОЗДАТЕЛЕМ? РЕАЛИИ ТРАНСГЕНЕЗА РАСТЕНИЙ
№ 2 (3)	Л. Е. Овчинникова. МОРКОВКА ВМЕСТО КАПЕЛЬНИЦЫ
№ 2 (3)	С. Н. Щелкунов, Р. К. Салыев. ВАКЦИНЫ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ
№ 2 (3)	Д. Б. Дорохов. БИОБЕЗОПАСНОСТЬ: ВЗГЛЯД ПРОФЕССИОНАЛА
№ 2 (3)	В. К. Шумный, Л. Е. Овчинникова. «РУССКИЙ СЛЕД» В ОТКРЫТИИ СТРУКТУРЫ ДНК
№ 2 (3)	Л. В. Суханова. БАЙКАЛ — ОМУЛЕВАЯ БОЧКА

№ 2 (3)	Н. Г. Мельник. РАКООБРАЗНИЕ БАЙКАЛЬСКИХ ВОД
№ 2 (3)	В. К. Шумный. ПРИРОДА БЫЛА ПЕРВЫМ ГЕННЫМ ИНЖЕНЕРОМ
№ 2 (3)	В. Г. Сиделева. ДЛИННОКРЫЛКА, ЖЕЛТОКРЫЛКА, ШИРОКОЛОБКА И ДРУГИЕ... РЫБЫ БАЙКАЛА
2005	
№ 2 (5)	М. П. Мошкин, Л. А. Герлинская, Р. Нагатоми. ЗАПАХ, КОТОРЫЙ НЕ ЛЖЕТ
№ 3 (6)	Х. Х. Шредер, С. И. Беликов, В. Мюллер. БИОГЕННЫЙ КРЕМНЕЗЕМ — МАТЕРИАЛ НОВОГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ
№ 3 (6)	М. П. Мошкин. ЗАМОРСКАЯ ЕЖОВАЯ...
2006	
№ 1 (7)	Ю. М. Яковлев. О ЕЖАХ — ЗЕЛЕННЫХ И ЧЕРНЫХ, КРУГЛЫХ И ПЛОСКИХ, СЪЕДОБНЫХ И ЯДОВИТЫХ
№ 2 (8)	Н. М. Бажан. БЕРЕМЕННОСТЬ КАК СРЕДСТВО БОРЬБЫ С ОЖИРЕНИЕМ
№ 3 (9)	А. М. Шестопалов. СТАРЫЙ ЗНАКОМЫЙ — ПТИЧИЙ ГРИПП
№ 3 (9)	А. К. Юрлов. ЛЕТЯТ ПЕРЕЛЕТНЫЕ...
№ 3 (9)	А. П. Яновский. НА КРЫЛЬЯХ ЛЮБВИ
№ 3 (9)	В. В. Власов. ПЕСНЯ ТАЕЖНЫХ АБОРИГЕНОВ
№ 4 (10)	ДИАТОМЕИ: СТРОИТЕЛИ СТЕКЛЯННЫХ ЗАМКОВ По материалам 19-го Международного диатомового симпозиума (28 августа — 2 сентября 2006 г., пос. Листвянка)
№ 4 (10)	Э. И. Посева, Р. Кроуфорд, М. Полен, Н. Б. Балашова. ШЕСТЬ КОНТИНЕНТОВ ВЕЧНОЙ ЖИЗНИ
№ 4 (10)	Э. И. Посева, Л. Медлин, Р. Кроуфорд. ДИАТОМЕИ И ЧЕЛОВЕК
№ 4 (10)	АСЕТАБУЛАРИА
№ 4 (10)	В. А. Иванисенко, Н. А. Колчанов. ИОННЫЙ ЩИТ ВИРУСА ГРИППА
№ 4 (10)	В. В. Власов. ЧТО ДЕЛАТЬ? РОССИЯ ПЕРЕД ВОЗМОЖНОЙ ПАНДЕМИЕЙ
№ 4 (10)	НОВАЯ ВАКЦИНА: ПОБЕДА ФОРМЫ НАД СОДЕРЖАНИЕМ
№ 4 (10)	Л. Медлин, П. Симс, Р. Кроуфорд, Н. И. Стрельникова, Р. Ян, В.-Х. Кузбер, Д. Вильямс. «...ПОЧТИ БЕССМЕРТНЫ И ВСЕГДА МОЛОДЫ»
№ 5 (11)	С. Е. Качев. ПОД ПРИЦЕЛОМ У ЭНЦЕФАЛИТА
№ 5 (11)	Н. Н. Ливанова. ВОСЬМИНОГИЕ ВАМПИРЫ
№ 5 (11)	В. Я. Фет. СТРАНСТВИЯ ПОД СОЗВЕЗДИЕМ СКОРПИОНА
№ 6 (12)	Д. О. Жарков. ЗАГАДКИ «РЖАВОЙ» ДНК
№ 6 (12)	Г. Г. Карпова, Д. М. Грайфер, А. А. Малыгин. РИБОСОМА — МИНИФАБРИКА ПО ПРОИЗВОДСТВУ БЕЛКОВ
№ 6 (12)	Г. А. Невинский. ТАИНСТВЕННЫЕ АБЗИМЫ
2007	
№ 1 (13)	А. К. Сытин, Л. Я. Боркин. «БЛАЖЕНСТВО ВИДЕТЬ ПРИРОДУ В САМОМ ЕЕ БЫТИИ...»
№ 1 (13)	Л. П. Захаренко. ПРЫГАЮЩИЕ ГЕНЫ
№ 1 (13)	В. Я. Кузванов. ХРАНИТЕ ЗЕЛЕНОЕ ДЕРЕВО В СВОЕМ СЕРДЦЕ...

№ 2 (14)	ВАКЦИНАЦИЯ ЗАПАХОМ
№ 2 (14)	<i>В. В. Власов.</i> ЛЕКАРСТВО ДЛЯ ГЕНОВ
№ 2 (14)	<i>М. Фукуда, А. В. Брушков.</i> МЫ ЖИВЕМ НА ХОЛОДНОЙ ПЛАНЕТЕ
№ 3 (15)	<i>Е. А. Новиков, Д. В. Петровский, М. П. Мошкин.</i> НЕСПЯЩИЕ ПОД ЗЕМЛЕЙ
№ 3 (15)	<i>М. П. Мошкин, В. Н. Бахвалова, Е. А. Новиков.</i> КОМУ НУЖЕН ПРОГНОЗ ПО КЛЕЩЕВОМУ ЭНЦЕФАЛИТУ? ИТОГИ 27-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА ПРИРОДНОГО ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО ОЧАГА
№ 3 (15)	<i>Н. В. Фоменко.</i> КЛЕЩЕВОЙ БОРРЕЛИОЗ: БОЛЕЗНЬ НА ВСЮ ЖИЗНЬ?
№ 3 (15)	<i>Г. И. Лифшиц.</i> ТИХИЙ УБИЙЦА АТЕРОСКЛЕРОЗ. ОТ ТЕОРИИ — К ПРАКТИКЕ
№ 3 (15)	<i>С. Н. Ходырева, О. И. Лаврик.</i> КАК КЛЕТКА РЕМОНТИРУЕТ ДНК
ГУМАНИТАРНЫЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ	
2004	
№ 0	<i>В. И. Молодин.</i> СТРАНСТВУЮЩИЙ РЫЦАРЬ
№ 0	<i>Иоганн Георг Гмелин.</i> ПУТЕШЕСТВИЕ ПО СИБИРИ. Перевод и публикация А. Х. Элрета
№ 0	<i>А. М. Панфилов.</i> НЕВОЗВРАЩЕНОЦ. ИСТОРИЯ ОДНОГО ПОБЕГА
№ 2 (3)	<i>Г. В. Стеллер.</i> ОПИСАНИЕ ГОРОДА ИРКУЦКА И ОКРЕСТНЫХ МЕСТНОСТЕЙ. Перевод и публикация А. Х. Элрета
№ 2 (3)	<i>А. М. Панфилов.</i> ИДУЩИЙ ЗА ГОРИЗОНТ, ИЛИ МОЛИТВА О ПРЕОДОЛЕНИИ. ЖИЗНЬ И СУДЬБА ГЕОРГА ВИЛЬГЕЛЬМА СТЕЛЛЕРА
№ 2 (3)	<i>К. Л. Банников, Е. А. Кузнецова.</i> В БЕСКОНЕЧНОСТИ НЕВОПЛОЩЕННЫХ СМЫСЛОВ: МЫСЛИ О ТОФАЛАРСКОЙ ГЛИНЕ
№ 2 (3)	<i>В. Хинтцше.</i> ВТОРАЯ КАМЧАТСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ — НАУЧНЫЙ ПОДВИГ XVIII СТОЛЕТИЯ
2005	
№ 1 (4)	<i>Н. В. Полосьмак.</i> ПУРПУР И ЗОЛОТО ТЫСЯЧЕЛЕТИЙ
№ 1 (4)	<i>М. В. Шуньков.</i> ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ АНУЯ
№ 1 (4)	<i>В. Н. Зенин.</i> ОХОТНИКИ ЗА МАМОНТАМИ
№ 1 (4)	<i>А. И. Соловьев.</i> СВЯЩЕННЫЕ ЛИКИ БОЛЬШОГО ЛЕСА
№ 1 (4)	<i>К. А. Сагалаев.</i> МЕДВЕЖИЙ ПРАЗДНИК
№ 1 (4)	<i>В. Е. Медведев.</i> ВОСХОД ЗОЛОТОЙ ИМПЕРИИ ЧЖУРЧЖЭНЕЙ
№ 1 (4)	<i>И. В. Октябрьская, А. В. Шаповалов.</i> ШАМАНЫ ТУВЫ: ТАНЦЮЮЩИЕ С ДУХАМИ. Фоторепортаж В. Дубровского
№ 1 (4)	<i>В. И. Молодин.</i> МЕЧ КАРОЛИНГОВ
№ 1 (4)	ОПИСАНИЕ СИБИРСКИХ НАРОДОВ ГЕРАРДА ФРИДРИХА МИЛЛЕРА. Перевод и публикация А. Х. Элрета
№ 1 (4)	<i>Г. Ф. Миллер.</i> РЫЦАРИ ТАЙГИ. Перевод и публикация А. Х. Элрета
№ 1 (4)	<i>А. М. Панфилов.</i> «ОХОТА МОЯ К УСЛУЖЕНИЮ ОБЩЕСТВУ...». ГЕРАРД ФРИДРИХ МИЛЛЕР — ЧЕЛОВЕК И УЧЕНЫЙ
№ 2 (5)	<i>В. Е. Медведев.</i> НЕКРОПОЛЬ «НЕПОКОРНЫХ». БОЛЬШОЙ УССУРИЙСКИЙ ОСТРОВ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ СОКРОВИЩ

№ 2 (5)	ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПРЕМИЯ — СИБИРСКИМ АРХЕОЛОГАМ
№ 2 (5)	ОПИСАНИЕ СИБИРСКИХ НАРОДОВ ГЕРАРДА ФРИДРИХА МИЛЛЕРА. Перевод и публикация А. Х. Элрета
№ 2 (5)	<i>Г. Ф. Миллер.</i> ПРОБЛЕМЫ БРАКА И СЕМЬИ У КОРЕННЫХ НАРОДОВ СИБИРИ. Перевод и публикация А. Х. Элрета
№ 3 (6)	ПАЛЕОЛИТИЧЕСКОЕ ДЕТСТВО АЛТАЯ
№ 3 (6)	«МИНИ»-АРТЕФАКТЫ. АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЕНСАЦИЯ ИЗ ДАГЕСТАНА
№ 3 (6)	В ПОПУТЧИКАХ У ГЕРАРДА ФРИДРИХА МИЛЛЕРА. ФОТОРЕПОРТАЖ С КОНФЕРЕНЦИИ
№ 3 (6)	<i>А. А. Саввин.</i> ЙОГУРТ ПО-ЯКУТСКИ
№ 3 (6)	<i>М. Ф. Косарев.</i> В ПОИСКАХ ВЕЛИКОЙ ВЕНГРИИ
2006	
№ 1 (7)	<i>В. И. Молодин.</i> ИЛИМСКОЕ РАСПЯТИЕ
№ 1 (7)	<i>Н. В. Полосьмак, В. А. Трунова.</i> СМЕРТЕЛЬНОЕ НАСЛАЖДЕНИЕ. СИ ОБНАРУЖИВАЕТ УБИЙЦУ
№ 1 (7)	<i>А. А. Иконников-Галицкий.</i> ЧОРЕМЕ, ХАН И АРАКА В ТУВИНСКОЙ ЮРТЕ
№ 2 (8)	<i>В. Е. Ларичев, А. П. Бородовский.</i> ДРЕВНИЕ КЛАДЫ ЮЖНОЙ СИБИРИ
№ 2 (8)	<i>М. И. Гардамшина, Н. А. Чеботаева, Е. В. Калитенко, Г. П. Саврасова.</i> СОСЕДИ. ЛЕСНЫЕ НЕНЦЫ
№ 4 (10)	<i>Е. С. Гвоздева, Т. А. Штерцер.</i> БЫТЬ УМНЫМ, ЧТОБЫ БЫТЬ БОГАТЫМ
№ 4 (10)	<i>М. И. Гардамшина, Н. А. Чеботаева, Е. В. Калитенко, Г. П. Саврасова.</i> СОСЕДИ. ЛЕСНЫЕ НЕНЦЫ. ТРАДИЦИОННАЯ МЕДИЦИНА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)
№ 5 (11)	<i>А. Г. Абайдулова, Н. А. Петрова.</i> ПЕРВЫЙ ПОСЛЕ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ. ВСЕРОССИЙСКИЙ АРХЕОЛОГИЧЕСКИЙ СЪЕЗД (НОВГОРОД, 1911 — НОВОСИБИРСК, 2006)
№ 5 (11)	<i>О. В. Яншина.</i> ХРАНИТЬ ВЕЧНО. ПЕРВАЯ ПУБЛИКАЦИЯ ИЗ АРХИВА АКАДЕМИКА А. П. ОКЛАДНИКОВА
№ 5 (11)	<i>С. И. Руденко И. В. Тункина.</i> В ПОИСКАХ СОКРОВИЩ БОГАТЫРЯ ХАРА-ЦЗЯНЬ-ЦЗЮНЬ. НЕИЗДАННЫЕ ТРУДЫ
№ 5 (11)	<i>И. Л. Тихонов.</i> АРХЕОЛОГИЯ И АРХИВЫ
№ 5 (11)	<i>М. В. Шуньков.</i> ПЕРВЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ АЛТАЙСКИХ ПЕЩЕР
№ 5 (11)	<i>Д. Н. Старостин.</i> АРХЕОЛОГИЯ... НА ФРОНТЕ. РУССКИЕ УЧЕНЫЕ В ТРАПЕЗУНДЕ
№ 6 (12)	<i>В. В. Ламин.</i> ВЕРСТЫ В БУДУЩЕЕ. ПРЕДЫСТОРИЯ ТРАНССИБА
№ 6 (12)	<i>А. А. Иконников-Галицкий.</i> ДОГЭЭ-БААРЫ — СЕРДЦЕ СФИНКСА
№ 6 (12)	<i>Н. В. Полосьмак.</i> НА 18 МЕТРОВ В ГЛУБИНУ ВЕКОВ
2007	
№ 1 (13)	<i>Н. Н. Крадин, Т. Д. Скрынникова.</i> ПОД ЗНАМЕНАМИ ЧИНГИС-ХАНА
№ 1 (13)	<i>Б. В. Базаров.</i> ВОИНЫ И СКОТОВОДЫ ВЕЛИКОЙ СТЕПИ
№ 1 (13)	<i>Ю. С. Худяков.</i> НЕПОБЕДИМАЯ АРМИЯ МОНГОЛОВ

№ 1 (13)	<i>С. П. Нестеров.</i> «МЕСТО НАШЕГО ПОСЛЕДНЕГО ЖИЛИЩА ДОЛЖНО БЫТЬ ЗДЕСЬ!»
№ 1 (13)	<i>С. В. Данилов.</i> ГОРОДА... КОЧЕВНИКОВ
№ 1 (13)	<i>С. Г. Скобелев.</i> ЮЖНАЯ СИБИРЬ ПОД ВЛАСТЬЮ МОНГОЛОВ
№ 1 (13)	<i>Л. А. Бобров.</i> ДЖУНГАРСКОЕ ХАНСТВО — ПОСЛЕДНЯЯ КОЧЕВАЯ ИМПЕРИЯ
№ 2 (14)	<i>А. Х. Элрт.</i> АЛКОГОЛЬ И ГАЛЛЮЦИНОГЕНЫ В ЖИЗНИ КОРЕННЫХ НАРОДОВ СИБИРИ
№ 2 (14)	<i>Б. В. Базаров.</i> КОЧЕВНИК В ЭПОХУ ГЛОБАЛИЗАЦИИ
№ 2 (14)	<i>М. В. Шуньков.</i> НОВАЯ СИБИРСКАЯ АРХЕОЛОГИЯ
№ 3 (15)	<i>Е. Э. Войтишек, С. А. Комиссаров.</i> ИГРОМАНИЯ ПО-ВОСТОЧНОМУ
№ 3 (15)	<i>Н. П. Матханова, Н. Н. Александрова.</i> ПЕРВЫЕ ДАМЫ. СИБИРСКАЯ ПРОВИНЦИЯ XIX В.
ЭВОЛЮЦИЯ	
2004	
№ 0	<i>Н. А. Колчанов.</i> ЛОВЧИЕ СЕТИ ЭВОЛЮЦИИ
№ 0	<i>В. А. Бердников.</i> СЛОЖНОСТЬ КАК МЕРИЛО ЭВОЛЮЦИОННОГО ПРОГРЕССА
№ 0	<i>Н. Л. Добрецов.</i> ЧТО МЫ ЗНАЕМ И ЧЕГО НЕ ЗНАЕМ ОБ ЭВОЛЮЦИИ
№ 0	<i>Н. П. Юшкин.</i> РОЖДЕННЫЕ ИЗ КРИСТАЛЛОВ?
№ 0	<i>В. Н. Снытников, В. Н. Пармон.</i> ЖИЗНЬ СОЗДАЕТ ПЛАНЕТЫ?
№ 0	<i>В. Н. Пармон.</i> ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР СРЕДИ МОЛЕКУЛ
№ 1	<i>Г. А. Заварзин.</i> МИКРОБЫ ДЕРЖАТ НЕБО
№ 1	<i>Д. Ю. Щербаков, С. В. Семовский.</i> НУКЛЕОТИДНЫЕ ХРОНИКИ «СМУТНОГО ВРЕМЕНИ»
№ 1	<i>А. В. Каныгин.</i> ПОХВАЛЬНОЕ СЛОВО КАТАСТРОФАМ
№ 2 (3)	<i>В. В. Власов, А. В. Власов.</i> ЖИЗНЬ НАЧИНАЛАСЬ С РНК
№ 2 (3)	<i>С. Г. Инге-Вечтомов.</i> ПОИСКИ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ... В ЭВОЛЮЦИИ
№ 2 (3)	<i>С. В. Шестаков.</i> ТРАНСГЕННЫЕ РОДСТВЕННИКИ
2005	
№ 1 (4)	<i>А. П. Деревянко.</i> ЧЕЛОВЕК ИДЕТ ПО СВЕТУ
№ 1 (4)	<i>А. И. Кривошапкин.</i> НЕДОСТАЮЩЕЕ ЗВЕНО?
№ 1 (4)	<i>А. Ю. Розанов.</i> ОТ КЕМБРИЯ И ДО СОТВОРЕНИЯ МИРА
№ 2 (5)	НА НОВОМ ВИТКЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
№ 2 (5)	<i>Н. Л. Добрецов.</i> ДОЛГАЯ ЮНОСТЬ ПЛАНЕТЫ. О РАННИХ СТАДИЯХ ЗАРОЖДЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ ЖИЗНИ
2006	
№ 1 (7)	<i>А. В. Власов.</i> ЭВОЛЮЦИЯ В ПРОБИРКЕ
2007	
№ 2 (14)	<i>Л. Н. Трут.</i> ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

ЭНЕРГЕТИКА	
2005	
№ 2 (5)	<i>А. Э. Конторович.</i> ИСПОВЕДЬ ГЕОЛОГОРАЗВЕДЧИКА...
№ 2 (5)	<i>Э. П. Кругляков.</i> ЗВЕЗДНЫЕ РЕАКТОРЫ: НА ПУТИ К ТЕРМОЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ
№ 2 (5)	<i>Д. С. Стребков.</i> ПОД ЗНАКОМ ГЕЛИОСА. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
№ 2 (5)	<i>Н. И. Воропай.</i> ЭНЕРГЕТИКА: ОТ ПРОШЛОГО К БУДУЩЕМУ
ДЕТСКАЯ СТРАНИЦА	
2005	
№ 0	ДЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ 100 ЛЕТ НАЗАД
№ 1	ХОЧУ БЫТЬ НЕРПОЙ
№ 2 (3)	<i>И. А. Захаров.</i> ЭТОТ ПРЕДАННЫЙ ДРУГ ЧЕЛОВЕКА
2006	
№ 3 (9)	ТИТО — ЖИВОПИСЕЦ. Репортаж В. Короткоручко
№ 5 (11)	<i>Я. Ливанов.</i> МОЕ ЭКСПЕДИЦИОННОЕ ЛЕТО
НЕ НАУКОЙ ЕДИНОЙ	
2004	
№ 0	<i>А. Павлова.</i> ДАЛЕКОЕ ЭХО РЕНЕССАНСА
2005	
№ 2 (5)	<i>Л. И. Корочкин.</i> КАК БИОЛОГ СТАЛ ХУДОЖНИКОМ
2006	
№ 1 (7)	<i>А. В. Коптюг, Й. Остром, Л. Г. Ананьев.</i> КАК СДЕЛАТЬ ИДЕАЛЬНЫЙ СНЕГ
№ 2 (8)	<i>А. В. Коптюг, М. Тиннстен, М. Бэкстрем.</i> ЛЮДИ И ЛЬЖИ
№ 3 (9)	<i>В. В. Власов.</i> ПЕТРА
№ 4 (10)	ПУТЕШЕСТВИЕ В РАЙСКОЕ МЕСТЕЧКО АРШАН. Репортаж В. Короткоручко
№ 4 (10)	<i>А. Г. Толстиков.</i> В ПЕРЕСЕЧЕНИИ ПАРАЛЛЕЛЕЙ
2007	
№ 1 (13)	<i>В. В. Власов.</i> ФОНТАНЫ ЗАТЕРЯННОГО МИРА
№ 3 (15)	<i>В. С. Прасолов.</i> ЗООПАРК ГАГЕНБЕКОВ: «ТАК БЛИЗКО, ТАК ЕСТЕСТВЕННО, ТАК ПРЕКРАСНО!»
МУЗЕИ И КОЛЛЕКЦИИ	
2004	
№ 0	<i>К. Толоконникова.</i> ПУТЕШЕСТВИЕ ДЛИННОЮ В 300 ТЫСЯЧ ЛЕТ
№ 1	<i>С.-Х. Д. Сыртыпова.</i> ДОМ ДЛЯ ГАНДЖУРА
2006	
№ 3 (9)	<i>Н. П. Копанева.</i> ПРОГУЛКИ ПО «НАРИСОВАННОМУ МУЗЕЮ»
№ 4 (10)	ДУХИ ЗА МУЗЕЙНОЙ ЗАНАВЕСКОЙ. Этнографический музей пос. Шеркалы
№ 5 (11)	<i>Е. Ф. Королькова.</i> ЗОЛОТО КОЧЕВНИКОВ. О «СИБИРСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ» ПЕТРА I
№ 5 (11)	<i>К. М. Бэр, А. А. Шифнер.</i> О СОБИРАНИИ ДОИСТОРИЧЕСКИХ ДРЕВНОСТЕЙ В РОССИИ ДЛЯ ЭТНОГРАФИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ!
 ВЫ МОЖЕТЕ ПРИОБРЕСТИ КОМПЛЕКТЫ И ОТДЕЛЬНЫЕ НОМЕРА ЖУРНАЛА
«НАУКА из первых рук» за 2004—2007 гг.

2007

№ 1 (13)



ЧИНГИС-ХАН: взгляд из третьего тысячелетия

№ 2 (14)



Гармония триединства

№ 3 (14)



НЕФТЬ: герои не нашего времени

Льготная цена комплекта из 3-х номеров за первое полугодие 2007 г. — 270 рублей
 Цена одного номера без скидки — 100 рублей

ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ!

ВЫ МОЖЕТЕ ПРИОБРЕСТИ КОМПЛЕКТЫ И ОТДЕЛЬНЫЕ НОМЕРА ЖУРНАЛА
SCIENCE First Hand на английском языке за 2004—2007 гг.

2007

№ 1 (13)



CHINGGIS KHAN: in the Eye of the Third Millennium

№ 2 (14)



The Harmony of Trinity

№ 3 (14)



OIL: Heroes of Our Past... and Present

Льготная цена комплекта из 3-х номеров за первое полугодие 2007 г. — 270 рублей
 Цена одного номера без скидки — 100 рублей

2006

№ 1 (7)



Наука как образ жизни

№ 2 (8)



Клад тагарского жреца

№ 3 (9)



Птичий грипп. Новая глава в старой истории

№ 4 (10)



Первый после Первой мировой

№ 5 (11)



Диатомеи — строители стеклянных замков

№ 6 (12)



Загадки «ржавой» ДНК

Льготная цена комплекта из 6-ти номеров — 420 рублей
 Цена одного номера без скидки — 90 рублей

2006

№ 2 (7)



Science as a way of life

№ 3 (8)



The Tagar priest's cache

№ 4 (9)



Bird flu

№ 5 (10)



Diatoms: creators of glass castles

№ 6 (11)



The first after World War I

№ 7 (12)



The enigma of "rusty" DNA

Льготная цена комплекта из 6-ти номеров — 420 рублей
 Цена одного номера без скидки — 90 рублей

2004

№ 0 (1)



Происхождение и эволюция жизни на Земле

№ 1 (2)



Славное море, священный Байкал...

№ 2 (3)



Природа — первый генный инженер

№ 1 (4)



Открытие Сибири

№ 2 (5)



В поисках энергии

№ 3 (6)



По следам Великой Северной экспедиции

Льготная цена комплекта из 3-х номеров — 150 рублей
 Цена одного номера без скидки — 60 рублей

Льготная цена комплекта из 3-х номеров — 150 рублей
 Цена одного номера без скидки — 60 рублей

Льготная цена полной коллекции журналов из 15-ти номеров — 960 рублей

! В стоимость покупки не входят расходы на доставку журналов

Оформить покупку отдельных номеров журнала вы можете также в редакции и на сайтах:
www.sciencefirsthand.ru, www.sibsciencenews.org

2004

№ 0 (1)



The origin and evolution of life on the Earth

№ 1 (2)



Glorious sea, sacred Baikal...

№ 2 (3)



Nature — the first genetic engineer

№ 1 (4)



Discovery of Siberia

№ 2 (5)



In search of Energy

№ 1 (6)



Following the traces of the Great Northern Expedition

Льготная цена комплекта из 3-х номеров — 150 рублей
 Цена одного номера без скидки — 60 рублей

Льготная цена комплекта из 3-х номеров — 150 рублей
 Цена одного номера без скидки — 60 рублей

Льготная цена полной коллекции журналов из 15-ти номеров — 960 рублей

! В стоимость покупки не входят расходы на доставку журналов

Оформить покупку отдельных номеров журнала вы можете также в редакции и на сайтах:
www.sciencefirsthand.ru, www.sibsciencenews.org

СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ
ТЕМАТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКТЫ ЖУРНАЛА «НАУКА из первых рук» за 2004—2007 гг.
ПО ЛЬГОТНОЙ ЦЕНЕ



Комплект № 1 «Реактивные самолеты»

Серия публикаций, посвященных прошлому, настоящему и будущему реактивных самолетов и проблемам, которые приходится решать ученым при их проектировании

Комплект № 1 состоит пяти номеров: № 1(4), 3(6) — 2005 г.; № 6(12) — 2006 г.; № 2(14), 3(15) — 2007 г.

ЦЕНА 350 руб.



Комплект № 2 «Эволюция»

Серия публикаций, посвященных эволюции и происхождению жизни на Земле глазами крупных ученых, специалистов в самых разных областях знаний, интеграция которых стала совершенно необходимой для исследования столь основополагающей темы

Комплект № 2 состоит из девяти номеров: № 0(1), 1(2), 2(3) — 2004 г.; № 1(4), 2(5), 3(6) — 2005 г.; № 1(7) — 2006 г.; № 1(13), 2(14) — 2007 г.

ЦЕНА 585 руб.



Комплект № 3 «Археология»

Представляет серию оригинальных публикаций, посвященных археологии Сибири: от собрания сибирских древностей, привезенных в Петербург в 1727 г. Д. Г. Мессершмидтом, и золота «Сибирской коллекции Петра I» — до современных находок «замерзших могил» на плато Укок и на древней стоянке Карамы в Горном Алтае

Комплект № 3 состоит из семи номеров: № 1(4), 2(5) — 2005 г.; № 1(7), 2(8), 5(11), 6(12) — 2006 г.; № 1(13) — 2007 г.

ЦЕНА 490 руб.



Комплект № 4 «Вторая Камчатская экспедиция»

Представляет серию уникальных публикаций, посвященных Второй Камчатской экспедиции (1733—1743 гг.), — одному из самых грандиозных научных мероприятий за всю историю полевых исследований в России. Кроме рассказов о легендарных участниках экспедиции: Г. Ф. Миллере, И. Г. Гмелине и Г. В. Стеллере, — впервые опубликованы фрагменты из фундаментального рукописного труда Г. Ф. Миллера «Описание сибирских народов».

Автор публикации — крупнейший знаток и переводчик трудов Г. Ф. Миллера д. и. н. А. Х. Элерт

Комплект № 4 состоит из семи номеров: № 0(1), 2(3) — 2004 г.; № 1(4), 2(5), 3(6) — 2005 г.; № 6(12) — 2006 г.; № 2(14) — 2007 г.

ЦЕНА 455 руб.

ПОРЯДОК ПРИОБРЕТЕНИЯ КОМПЛЕКТОВ СМ. НА СТР. 126
В заявке и в платежном документе следует указывать **номер** комплекта и его **ЦЕНУ**



Комплект № 5 «История науки»

Представляет серию публикаций, посвященных тому, как сибирские ученые, говоря словами Устава Академии 1803 г., «расширяли пределы знаний человеческих, совершенствовали науки, обогащали их новыми открытиями», «направляли, колико возможно, познания ко благу общему...»

Комплект № 5 состоит из одиннадцати номеров: № 0(1), 1(2) — 2004 г.; № 1(4), 2(5), 3(6) — 2005 г.; № 1(7), 2(8), 4(10), 5(11) — 2006 г.; № 2(14), 3(15) — 2007 г.

ЦЕНА 715 руб.



Комплект № 6 «Коренные народы Сибири»

Представляет серию публикаций, посвященных этнографическому и историческому описанию коренных народов Сибири: от фрагментов из так и не переведенной на русский язык книги участника Великой Северной экспедиции И. Г. Гмелина «Путешествие по Сибири» и труда Г. Ф. Миллера — до публикаций результатов современного многолетнего проекта «Соседи. Лесные ненцы» по изучению и сохранению культуры небольшой этнографической группы, проживающей на юге Ямало-Ненецкого автономного округа

Комплект № 6 состоит из семи номеров: № 0(1), 1(2) — 2004 г.; № 1(4), 2(5), 3(6) — 2005 г.; № 1(7), 2(8), 4(10) — 2006 г.

ЦЕНА 455 руб.



Комплект № 7 «Человек»

Представляет серию публикаций, посвященных человеку: существу биологическому и общественному, возможно, — вершине эволюции, венцу творения, ради которого миллиарды лет трудилась природа, с одной стороны, а с другой — существу, которое подвержено болезням, предрассудкам и страхам. Точка зрения на человека ученых: медиков, биологов, археологов, историков, социологов и... прочих людей

Комплект № 7 состоит из семи номеров: № 2(3) — 2004 г.; № 2(8), 3(9), 4(10), 5(11), 6(12) — 2006 г.; № 3(15) — 2007 г.

ЦЕНА 490 руб.

ГОДОВЫЕ И ТЕМАТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКТЫ

ЖУРНАЛА «НАУКА ИЗ ПЕРВЫХ РУК»

можно приобрести наложенным платежом

через Почту России (только на территории РФ), заполнив заявку:

1. Прошу оформить покупку следующих комплектов/номеров журнала (выбрать нужно):

			на русском языке	на английском языке
Годовые комплекты журналов по ЛЬГОТНОЙ цене:				
2004 г.	3 номера	150 руб.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2005 г.	3 номера	150 руб.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2006 г.	6 номеров	420 руб.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Полугодовой комплект журналов по ЛЬГОТНОЙ цене:				
2007 г.	3 номера	270 руб.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Полную коллекцию журналов по ЛЬГОТНОЙ цене:				
	15 номеров	960 руб.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Тематические комплекты по ЛЬГОТНОЙ цене:				
№ 1 «Реактивные самолеты»	5 номеров	350 руб.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
№ 2 «Эволюция и происхождение жизни»	9 номеров	585 руб.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
№ 3 «Археология»	7 номеров	490 руб.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
№ 4 «Вторая Камчатская экспедиция»	7 номеров	455 руб.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
№ 5 «История науки»	11 номеров	715 руб.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
№ 6 «Коренные народы Сибири»	7 номеров	455 руб.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
№ 7 «Человек»	7 номеров	490 руб.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Отдельные номера журнала (цены смотрите на стр. 122):

на русском языке			на английском языке				
2007	№ 1 (13) <input type="checkbox"/>	№ 2 (14) <input type="checkbox"/>	№ 3 (15) <input type="checkbox"/>	2007	№ 1 (13) <input type="checkbox"/>	№ 2 (14) <input type="checkbox"/>	№ 3 (15) <input type="checkbox"/>
2006	№ 1 (7) <input type="checkbox"/>	№ 2 (8) <input type="checkbox"/>	№ 3 (9) <input type="checkbox"/>	2006	№ 1 (6) <input type="checkbox"/>	№ 2 (7) <input type="checkbox"/>	№ 3 (8) <input type="checkbox"/>
	№ 4 (10) <input type="checkbox"/>	№ 5 (11) <input type="checkbox"/>	№ 6 (12) <input type="checkbox"/>		№ 4 (9) <input type="checkbox"/>	№ 5 (10) <input type="checkbox"/>	№ 6 (11) <input type="checkbox"/>
							№ 7 (12) <input type="checkbox"/>
2005	№ 1 (4) <input type="checkbox"/>	№ 2 (5) <input type="checkbox"/>	№ 3 (6) <input type="checkbox"/>	2005	№ 1 (4) <input type="checkbox"/>	№ 2 (5) <input type="checkbox"/>	
2004	№ 0 (1) <input type="checkbox"/>	№ 1 (2) <input type="checkbox"/>	№ 2 (3) <input type="checkbox"/>	2004	№ 0 (1) <input type="checkbox"/>	№ 1 (2) <input type="checkbox"/>	№ 2 (3) <input type="checkbox"/>

2. Ф. И. О. _____

3. Почтовый адрес:
Индекс _____ Город _____

Тел./факс _____ E-mail _____

Комплекты и отдельные номера журналов можно купить в редакции по адресу:

г.Новосибирск, ул. Мусы Джалиля, 15, тел./факс: (383) 332-1540, e-mail: zakaz@info-press.ru

Отдельные статьи в формате PDF можно заказать на сайте: www.sciencefirsthand.ru

! В стоимость покупки не входят расходы на доставку журналов

ПОДПИСКА для ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ (за наличный расчет)

Стоимость одного номера 120 руб.
Стоимость подписки на полугодие
для физических лиц **360 рублей** за 3 номера

● Чтобы оформить подписку на первое полугодие 2008 г., **заполните заявку:**

● **Оплатите** стоимость подписки в любом отделении Сбербанка, заполнив прилагаемую ниже Форму № ПД-4, или почтовым переводом по платежным реквизитам, указанным на с. 128

● **Вышлите** заполненную заявку и копию квитанции о переводе денег по адресу:

1. Прошу оформить подписку на журнал «НАУКА из первых рук» на первое полугодие 2008 г.
Количество комплектов* _____ стоимостью 360 руб. каждый:

2. Ф. И. О. _____

3. Почтовый адрес:

Индекс _____

Тел./факс _____ E-mail _____

Копия квитанции об оплате от _____ (дата оплаты)

прилагается

* Один комплект журналов на полугодие состоит из 3-х номеров

**630090, г. Новосибирск, а/я 96,
Редакция журнала «НАУКА из первых рук»
или отправьте по факсу: 8 (383) 332-1540**

Вы также можете оформить подписку на сайте: www.sciencefirsthand.ru

**В стоимость подписки
включена доставка журналов
заказной бандеролью**

ИЗВЕЩЕНИЕ		Форма № ПД-4	
Получатель платежа: ООО «ИНФОЛИО» ИНН 5408148073		Получатель платежа: ООО «ИНФОЛИО» ИНН 5408148073	
Банк: ОАО «УРСА БАНК», г. Новосибирск, БИК 045004821		Банк: ОАО «УРСА БАНК», г. Новосибирск, БИК 045004821	
Счет получателя 40702810603120002214 К/с 30101810100000000821		Счет получателя 40702810603120002214 К/с 30101810100000000821	
Ф. И. О., адрес _____		Ф. И. О., адрес _____	
Журнал «НАУКА из первых рук»		Цена	Кол-во
			Сумма
Кассир		Всего	
Плательщик		Плательщик	
ИЗВЕЩЕНИЕ		Форма № ПД-4	
Получатель платежа: ООО «ИНФОЛИО» ИНН 5408148073		Получатель платежа: ООО «ИНФОЛИО» ИНН 5408148073	
Банк: ОАО «УРСА БАНК», г. Новосибирск, БИК 045004821		Банк: ОАО «УРСА БАНК», г. Новосибирск, БИК 045004821	
Счет получателя 40702810603120002214 К/с 30101810100000000821		Счет получателя 40702810603120002214 К/с 30101810100000000821	
Ф. И. О., адрес _____		Ф. И. О., адрес _____	
Журнал «НАУКА из первых рук»		Цена	Кол-во
			Сумма
Кассир		Всего	
Плательщик		Плательщик	

ПОДПИСКА для ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ (по безналичному расчету)

Чтобы оформить подписку на первое полугодие 2008 г.,
заполните заявку:

1. Полное наименование организации _____
 2. Юридический адрес _____
 3. ИНН/КПП _____
 4. Тел./ факс _____
 5. E-mail _____
 6. Контактное лицо (Ф.И.О. полностью) _____
 7. Ваши реквизиты для получения изданий по почте _____
Почтовый адрес (включая индекс) _____
 8. Получатель издания в организации (отдел, Ф.И.О.) _____
 9. Прошу выслать счет на подписку русской / английской (нужное подчеркнуть)
версии журнала «НАУКА из первых рук» на первое полугодие 2008 г.,
количество комплектов* _____
стоимостью 900 руб. каждый:
почтой факсом e-mail
- * Один комплект журналов на полугодие состоит из 3-х номеров и стоит 900 руб. за 3 номера

и вышлите ее по адресу:

630090, г. Новосибирск, а/я 96
Редакция журнала
«НАУКА из первых рук»

или отправьте по факсу: 8 (383) 332-1540
или по e-mail: zakaz@infolio-press.ru
Счет на оплату будет выслан в течение
трех рабочих дней после получения заявки

По всем вопросам обращаться:
Редакция журнала «НАУКА из первых рук»
630055, г. Новосибирск,
ул. Мусы Джалиля, 15.
Тел.: 8 (383) 332-1540, 332-1439.
Факс: 8 (383) 332-1540,
e-mail: zakaz@infolio-press.ru

Вы также можете оформить
подписку на нашем сайте:
www.sciencefirsthand.ru
www.sibsciencenews.org

Комплект подписки на полугодие для
юридических лиц 900 рублей за 3 номера

В стоимость подписки включена доставка журналов заказной бандеролью

Подписка по каталогам:

Объединенный каталог
«Пресса России»:

12923 — для индивидуальных
подписчиков

12924 — для предприятий
и организаций

Каталог агентства
«Роспечать»:

46495 — для индивидуальных
подписчиков

46498 — для предприятий
и организаций

Платежные реквизиты:

ООО «ИНФОЛИО»,
ИНН 5408148073
Р/счет 407 02 810 603 120 002 214
в ОАО «УРСА БАНК»,
г. Новосибирск
Кор/счет 3010181010000000821,
БИК 045004821



Читайте в журнале «В мире науки» № 01 2008

СПЕЦИАЛЬНЫЙ РЕПОРТАЖ:
БУДУЩЕЕ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
НА ЛУНУ И ЗА ЕЕ ПРЕДЕЛЫ
пять АКТУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ В ИЗУЧЕНИИ КОСМОСА

АЛМАЗЫ ДЛЯ СПИНТРОНИКИ
Недавно разработанные методы введения в высокочистые монокристаллы синтетических алмазов нужных примесей (легирование) сделали их привлекательными для электроники — после легирования они могут стать полупроводниками с исключительными свойствами. Но есть еще одна область применения — квантовая спинтроника, которая может привести к созданию квантового компьютера, способного решать задачи, считающиеся непосильными для обычных компьютеров.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СРЕДСТВА
Судебный иск «Общество друзей Абигейл за доступность для больных экспериментальных лекарственных препаратов против Эндриу фон Эшенбаха» предъявляет претензии к государственному регулирующим органам, которые лишили Абигейл Барроуз возможности пройти курс химиотерапии с использованием экспериментальных противораковых препаратов. Окончательный исход процесса может стать одним из самых важных решений, принятых когда-либо в сфере медицины. С одной стороны — умирающие больные, готовые пойти на риск и испытать на себе действие еще не опробованных лекарственных средств. С другой — ученые, отстаивающие апробированный метод тестирования лекарственных средств, в основе которого лежат длительные клинические испытания.

ОХРАНА ПРИРОДЫ ВО ИМЯ ЧЕЛОВЕКА
Взаимосвязь между благополучием людей и состоянием окружающей среды зачастую очевидна только для экологов. Общественность и правительства некоторых стран часто негативно относятся к природоохранным мероприятиям. Чтобы изменить такое положение дел, все большее число экологов заявляет о необходимости ориентироваться на новые приоритеты. Спасение растений и животных и сохранение экосистем, находящихся под угрозой гибели, в конечном счете означает защиту здоровья людей и их средств к существованию.

Читайте в журнале «В мире науки» № 12 2007
СПЕЦВЫПУСК
ОЖИРЕНИЕ, ПРАВИЛЬНОЕ ПИТАНИЕ
И ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЕ РЕСУРСЫ

КАК «СЖЕЧЬ» ЛИШНИЙ ЖИР?
На заре возникновения человечества и далее на протяжении почти всей его эволюционной истории пища была в большом дефиците. Поэтому организм просто обязан был запасать энергию впрок. Роль энергетического депо играла (и продолжает играть) жировая ткань. Жировые запасы и сегодня являются существенной предпосылкой выживания в экстремальных условиях, позволяя человеку продержаться на очень скудном рационе несколько месяцев. Однако в последние лет сто объемы этих запасов во многих человеческих популяциях стали превосходить все разумные пределы.

МОЖНО ЛИ БЫТЬ ТОЛСТЫМ И ЗДОРОВЫМ?
Два года назад исследователи из Центров контроля и профилактики заболеваний провели новый статистический анализ данных по ожирению в США и пришли к неожиданному заключению: взрослые люди с чрезмерным весом меньше подвержены риску преждевременной смерти, чем те, кто обладает так называемым «здоровым» весом. Если избыток жира не является значимой причиной сердечно-сосудистых и других серьезных заболеваний, то усилия, направленные на снижение веса, становятся совершенно бессмысленными. Многие лидеры исследований вреда ожирения категорически не согласны с такой критикой.

МОЗГ И ПИЩА
Результаты современных исследований показывают, что переизбыток и наркомания обусловлены одними и теми же процессами в мозге, и это дает возможность по-новому взглянуть на причины ожирения и способы борьбы с ним. Интервью с Норой Волков, директором Национального института наркомании.

ЖИРЕЮЩИЙ МИР
В последние 20 лет произошли резкие изменения в пищевом рационе и состоянии здоровья сотен миллионов жителей развивающихся стран. В большей части стран третьего мира ожирение превратилось в куда более серьезную угрозу здоровью, чем голод. Показатели ожирения населения соперничают с аналогичными показателями в США и других государствах с высоким уровнем дохода. Причем смена в этих странах недоедания переизбытком — часто именуемая «переходом в питание» — произошла менее чем за одно поколение.





Фото В. Короткоручко

«Монголия великолепна своей суровостью. Средняя высота над уровнем моря 1400—1600 метров. Это накладывает неповторимый отпечаток на пейзаж. Даже отсутствие в центральной и южной части страны растительности для любящего глаза превращается в своеобразную игру: когда с пригорка смотришь на долину, небольшой какой-нибудь водопойчик, она кажется зеленой, а когда подъезжаешь поближе, то видишь, что травинка от травинки находится на расстоянии десятков сантиметров... За границей, кстати, меня очень часто спрашивают: «Какая страна Вам больше всего нравится?» Я всегда отвечаю честно, что после России — Монголия.

Это удивительное какое-то чувство... Видимо, я номад от рождения и душа у меня номада-кочевника. Сколько бы мы ни работали там — по 10 — 14 часов в сутки, изо дня в день, — чувствую себя великолепно. 30 — 40 километров пройти по пустыне — не проблема. И никогда не скучно ехать по одному и тому же маршруту...»

*Академик А. П. Деревянко,
ведущий российский ученый в области
археологии и древней истории
(«У меня душа номада»,
«НАУКА из первых рук», 2005, № 1 (4))*