

РЕСТАВРАЦИЯ
Исчезающие
дагеротипы

БИОИНЖЕНЕРИЯ
Протез
для дельфина

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ
Эволюция
ПИНГВИНОВ

ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC
AMERICAN

В мире науки

www.scientificrussia.ru

12+

№5 2013

Происхождение творчества

Как родилось
новаторское
мышление



ЛИДЕРЫ РОССИЙСКОЙ НАУКИ

СПЕЦРЕПОРТАЖ: «ЭНЕРГИЯ ЕДИНОЙ СЕТИ»

ТОМСКОМУ УНИВЕРСИТЕТУ 135 ЛЕТ



Главные темы номера

Лидеры науки



ПО ЛЕСТНИЦЕ ВВЕРХ, К СВОБОДЕ!

Президент РАН **Юрий Осипов** — о страстях вокруг академии, произволе чиновников и надежде на лучшие перспективы российской академической науки

4



МАТЕМАТИКА ВЫСШЕЙ ПРОБЫ

Ректор МГУ им. М.В. Ломоносова, вице-президент РАН академик **Виктор Садовничий** — об университете, о математике, о науке, о будущем

12



МОЯ ПАРТИЯ —

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Нобелевский лауреат, легенда российской физики, вице-президент РАН **Жорес Алферов** полон сил, энергии, юмора — и уверенности в том, что Россия сможет в ближайшее десятилетие вернуться в список мировых научных лидеров

20



ИСКУССТВО СЛУЖЕНИЯ ОТЧИЗНЕ

Академик и государственный деятель **Евгений Примаков** — о месте России в современном мире, Третьей мировой войне и уникальности Российской академии наук

28



Юбилей

ФОРПОСТ НАУКИ В СИБИРСКИХ АФИНАХ 36

Накануне 135-летия первого сибирского университета его ректор академик **Георгий Майер** рассказывает о славном прошлом, достойном настоящем и звездном будущем Национального исследовательского Томского государственного университета



Физика плазмы

ЕСЛИ ЗВЕЗДЫ ЗАЖИГАЮТ — ЗНАЧИТ КТО-ТО ЭТОМУ НАУЧИЛСЯ 46

10 апреля в Бауманском университете прошло торжественное открытие центра «Плазменные исследования и технологии». О центре и плазменных технологиях рассказывает директор Объединенного института высоких температур академик **Владимир Фортков**



Эволюция человека

КАК ПОЯВИЛОСЬ ТВОРЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ 52

Хизер Прингл

Новые данные об изобретательности древних людей свидетельствуют о том, что творческие способности начали развиваться у наших предков намного раньше, чем считалось прежде



70

Палеонтология

САМАЯ ДИКОВИННАЯ ПТИЦА

Юэн Фордайс и Дэниел Ксенка

Благодаря новейшим палеонтологическим находкам были обнаружены удивительные факты из эволюционной истории пингвинов



Сохранение произведений искусства

ДЕЛО О ГИБНУЩИХ ДАГЕРОТИПАХ

Дэниел Грушкин

Бесценные снимки начала эпохи фотографической техники разрушались на глазах у посетителей выставки. Для их спасения была создана весьма необычная группа

Биоинженерия

ИСТОРИЯ ОДНОГО ДЕЛЬФИНА

Эмили Эннс

Запутавшись в крабовом силке, самка дельфина по имени Винтер потеряла хвост — и ученые сделали ей новый

Когнитивные науки

КОДЫ ВАВИЛОНСКОЙ БИБЛИОТЕКИ МОЗГА

О когнитивных исследованиях в Курчатковском НБИКС-центре и в современной науке о мозге в целом — руководитель отделения нейрофизиологии и когнитивных наук НИЦ «Курчатовский институт» член-корреспондент РАН и РАНН **Константин Анохин**



82

70

76

62



92

Специальный репортаж

АКТИВНО-АДАПТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОСЕТИ 97

Максим Петров

Современные информационные технологии и новая электротехника сделают передачу электроэнергии дешевле и надежнее

ИДЕИ ДЛЯ НОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В июне в Санкт-Петербурге пройдет первая конференция молодых ученых «Новые технологии передачи электроэнергии», организованная ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» и Российской академией наук

Разделы

От редакции

3

События, факты, комментарии

70 ЛЕТ ЗНАМЕНИТОМУ «КУРЧАТНИКУ» 90



НА ТЫСЯЧУ МЕТРОВ ПОД ЗЕМЛЮ У СТЕН КРЕМЛЯ 92

КРЕМНИЕВАЯ ТАЙГА 94

50, 100, 150 лет тому назад 61, 96

ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC AMERICAN В мире науки

**Основатель и первый
главный редактор журнала
«В мире науки»/
Scientific American»,
профессор
СЕРГЕЙ ПЕТРОВИЧ КАПИЦА**



SCIENTIFIC AMERICAN

ESTABLISHED 1845

Senior Vice President and Editor in Chief:

Executive Editor:

Managing Editor:

Managing Editor, Online:

Design Director:

News Editor:

Senior Editors: Mark Fischetti, Christine Gorman, Anna Kuchment, Michael Moyer, George Musser, Gary Stix, Kate Wong

Associate Editors: David Biello, Larry Greenemeier, Katherine Harmon, Ferris Jabr, John Matson

Podcast Editor: Steve Mirsky

Contributing editors: Mark Alpert, Steven Ashley, Davide Castelvecchi, Graham P. Collins, Deborah Franklin, Maryn McKenna, John Rennie, Sarah Simpson

Art director: Ian Brown

President: Steven Inchcoombe

Executive Vice President: Michael Florek

**Vice President and Associate Publisher,
Marketing and Business Development:** Michael Voss

Vice President, Digital Solutions: Wendy Elman

Adviser, Publishing and Business Development: Bruce Brandon

© 2013 by Scientific American, Inc.

НАШИ ПАРТНЕРЫ:



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



Сибирское отделение РАН

Учредитель и издатель:

Некоммерческое партнерство «Международное
партнерство распространения научных знаний»

Главный редактор:

В.Е. Фортв

Первый заместитель главного редактора:

А.Л. Асеев

Заместители главного редактора:

А.Ю. Мостинская

О.И. Стрельцова

В.Д. Ардаматская

Ю.Г. Юшквичюте

М.А. Янушкевич

В.Ю. Чумаков

Е.Ю. Емельянова

Зав. отделом естественных наук:

Зав. отделом российских исследований:

Выпускающий редактор:

Обозреватель:

Администратор редакции:

Научные консультанты:

доктор физ.-мат. наук, профессор, академик РАН Ж.И. Алферов; доктор физ.-мат. наук, профессор, ректор ТГУ Г.В. Майер; доктор техн. наук, академик РАН, директор Геологического музея им. В.И. Вернадского РАН Ю.Н. Малышев; доктор экон. наук, академик РАН Е.М. Примаков; доктор физ.-мат. наук, профессор, академик РАН, ректор МГУ им. М.В. Ломоносова В.А. Садовничий

Над номером работали:

А.Н. Агеев, М.С. Багоцкая, О.Л. Беленицкая, С.В. Гогин, Е.В. Головина, Д.А. Граб, В.С. Губарев, О.В. Закутняя, О.В. Калантарова, А.А. Козлов, А.П. Кузнецов, О.А. Левицкая, М.М. Петров, А.И. Прокопенко, Д.М. Ромендик, Е.В. Самойлова, И.Е. Сацевич, В.И. Сидорова, В.Э. Скворцов, Н.Н. Шафрановская

Верстка:

А.Р. Гукасян

Дизайнер:

Я.В. Крутий

Корректура:

Я.Т. Лебедева

**Президент координационного совета НП «Международное
партнерство распространения научных знаний»:**

Ю.С. Осипов

**Директор НП «Международное партнерство
распространения научных знаний»:**

С.В. Попова

**Заместитель директора НП «Международное
партнерство распространения научных знаний»:**

В.К. Рыбникова

Финансовый директор:

Л.И. Гапоненко

Главный бухгалтер:

Н.В. Гуртиева

Адрес редакции: Москва, ул. Ленинские горы, 1, к. 46, офис 138;

Тел./факс: (495) 939-42-66; e-mail: info@sciam.ru; www.sciam.ru

Иллюстрации предоставлены Scientific American, Inc.

Отпечатано: В ЗАО «ПК «ЭКСТРА М», 143400, Московская область, Красногорский р-н, п/о «Красногорск-5», а/м «Балтия», 23 км, полиграфический комплекс

Заказ №05 13-04-00404

© В МИРЕ НАУКИ. Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по печати. Свидетельство ПИ №ФС77-43636 от 18 января 2011 г.

Тираж: 12 500 экземпляров

Цена договорная.

Авторские права НП «Международное партнерство распространения научных знаний».

© Все права защищены. Некоторые из материалов данного номера были ранее опубликованы Scientific American или его аффилированными лицами и используются по лицензии Scientific American. Перепечатка текстов и иллюстраций только с письменного согласия редакции. При цитировании ссылка на «В мире науки» обязательна. Редакция не всегда разделяет точку зрения авторов и не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Торговая марка Scientific American, ее текст и шрифтовое оформление являются исключительной собственностью Scientific American, Inc. и использованы здесь в соответствии с лицензионным договором.



Науку определяют лидеры

Мы продолжаем цикл интервью

с выдающимися учеными,

определяющими сегодня лицо

Российской академии наук

«Лидерство в науке — это <...> караван судов, идущих во льду, где переднее судно должно прокладывать путь, разбивая лед. Оно должно быть наиболее сильным и должно выбирать правильный путь».

Петр Леонидович Капица

Академия — это не только яркие личности и великие открытия. Это уникальное, единственное в мире сообщество ученых, которое занимается фундаментальными исследованиями и существует на основе принципа самоуправления. Заканчивается очередной пятилетний этап развития академии. Несмотря на трудности, академия работает стабильно и сохраняет лидирующие позиции в науке.

Лауреат Нобелевской премии академик **Ж.И. Алферов** в своем интервью утверждает: «Почти все новые технологии базируются на электронике и связаны с ней. Только вернув стране лидирующие позиции в науке и высоких технологиях, мы можем обеспечить ее процветание. Мы были в списке мировых лидеров, и мы должны вернуть себе это место».

«Помню, как американцы нам отчаянно завидовали, что у нас есть академия, — говорит академик **Е.М. Примаков**. — Кое-кто в правительстве хочет взять за образец американскую матрицу, но они знают, что фундаментальная наука развивается вне университетов, в институтах, которые находятся при университетах».

По словам ректора Московского университета **В.А. Садовничего**, академия наук — мощная

система, которая способна реформироваться без посторонней помощи: «Категорически протестую против попыток очернить академию. В ней сосредоточен огромный научный потенциал. Она должна быть главным экспертом в научном сообществе, основой развития фундаментальной науки. Без академии наук развитие наше невозможно, и в обществе все должны это понимать».

«Конечно, нужно в академии что-то менять, — соглашается президент РАН **Ю.С. Осипов**. — Но делать это нужно не "через колено" и не со стороны, а тем людям, которые работают в самой академии. Посмотрите на некоторые наши институты. Они разрабатывают инновационные проекты, зарабатывают средства, которые вкладывают в развитие передовых исследований. Чем заниматься в науке, как вести исследования — это не чиновники должны решать, а ученые».

29 мая нынешнего года состоятся выборы нового президента академии, которые определяют путь ее развития на ближайшие годы. Нет сомнений, что ученые сделают свой выбор в пользу роста, прогресса и обновления. ■

Редакция журнала «В мире науки»





По лестнице вверх, К СВОБОДЕ!

Впервые в кабинете президента РАН слушаю стихи.
— Они своей музыкой, образами, красотой лечат сердце и заставляют думать, — сказал **Юрий Сергеевич Осипов**, когда я попросил что-нибудь прочесть. Это были строки Шарля Бодлера:

*Тебя, как свод ночной, безумно я люблю,
Тебя, великую молчальницу мою!
Ты — урна горести; ты сердце услаждаешь,
Когда насмешливо меня вдруг покидаешь,
И недоступнее мне кажется в тот миг
Бездонная лазурь, краса ночей моих!*

Говорят, что математики — «сухари», ни о чем говорить не могут, кроме как о функциях, интегралах и прочих математических загадках, которые нам, обывателям, ничего не говорят. Нам только остается поддакивать и соглашаться, что все это очень важно.

Судьба подарила мне счастье знать выдающихся математиков и одновременно президентов — М.В. Келдыша и Г.И. Марчука. Оба были людьми веселыми, не сторонились хороших компаний и застолий, были их душой, разбিরались в музыке, поэзии, живописи, театре.

Юрий Сергеевич Осипов продолжает эту традицию математиков и президентов. Знаю об этом не понаслышке, и нынешняя наша встреча тому подтверждение.

Началась она с того, что Юрий Сергеевич к радости главного продюсера и директора телекомпании «Очевидное — невероятное» и журнала «В мире науки» Светланы

Поповой, которая снимала беседу для телепрограммы «Очевидное — невероятное», предложил снять галстук, чтобы чувствовать себя свободней. В тот момент я понял, что разговор случится откровенный, поэтому стихи в нем должны обязательно присутствовать.

«Главное, что есть в академии наук, — самоуправление»

— Вокруг академии наук и кресла президента в предвыборный период накаляются страсти. Во-первых, немало желающих быть в этом кабинете и, во-вторых, появились министры, которые предлагают вообще закрыть академию. Что происходит?

— Ситуация не то что сложная, а скорее в определенной степени абсурдная, поскольку ведомство, которое должно координировать науку в стране, настроено, на мой взгляд, враждебно к академии и ученым.



На встрече в Доме ученых



С патриархом Алексием на родине в Тобольске

Причем ведомство это, безусловно, в значительной мере растеряло свои функции координатора научно-технической политики в стране. Там осталось мало специалистов необходимой квалификации, поэтому диалога с научным сообществом не получается. Некоторые чиновники все хотят сделать по-своему, с помощью палки. Мне кажется, они не понимают, какая проблема перед ними стоит. В том, что в стране с наукой дела обстоят не так хорошо, как хотелось бы, обвиняют Российскую академию наук. Конечно, с этим я согласиться не могу. К тому же форма высказывания мыслей чиновниками порой совсем непристойна и оскорбительна: говорится, что люди деградировали, что они ничего не могут, а среди них, например, и те ученые, которые еще делали и атомный, и космический проекты. Естественно, это обижает людей. Второй момент. Мы, наверное, мало рассказываем об академии наук, и общественность плохо знает, что у нас происходит. Но академия никогда не была публичной и открытой организацией, это прежде всего профессиональное образование. И я не приемлю, когда говорят, например, что программы кандидатов в члены академии нужно выставлять на сайты, обсуждать в Интернете. Такого не может быть! Это моя точка зрения.

— Против этого трудно возразить.

— Более серьезная проблема состоит в том, что обществу усиленно навязывается мысль: академическая фундаментальная наука бесперспективна, она деградирует, система управления полностью бюрократизирована, в академии работают люди, которые ни на что не способны. Идет явная подтасовка цифр.

— При желании можно найти все, что угодно. Было бы это самое желание, а оно у чиновников есть.

— Тот же пресловутый индекс цитирования, упоминания в журналах, на конференциях и т.д. Я приведу данные минувшего года. В академии работает около 15% всех ученых страны. Из всех научных публикаций ученых России около 60% публикаций — сотрудников академии наук. Если еще вспомнить, что около 30% публикаций ведущих университетов страны сделаны с участием сотрудников академии, то больше ничего и говорить не надо о роли академии. Однако цифры искажаются, и все с единственной целью — принизить и опорочить академию. Создается впечатление, что хотят изменить контуры самой науки в стране, причем это делается без обсуждения с людьми, которые работают в науке. Не около нее, а внутри. Организуются странные комиссии экспертов.



Встреча с нобелевским лауреатом Н.Г. Басовым (крайний слева)



Во время заседания правительства



Открытие суперкомпьютерного центра в академии наук



С.Б.Е. Патон в президиуме РАН

— Я вспоминаю совместное заседание двух академий — большой и медицинской. Очень интересное и важное было собрание. И на нем не было ни одного чиновника, связанного с здравоохранением. Как это могло произойти?

— Это абсолютно скандальная ситуация. Мы обсуждали проблему здоровья людей, что могут сделать медицина и наука в целом, какие у нас общие цели и как их достичь эффективнее и быстрее. Были сделаны интересные и важные доклады, однако в зале не было ни одного чиновника из Минздрава, хотя мы приглашали. Никто не пришел, и после этого они рассуждают об улучшении дел в здравоохранении.

— Более того, каждый год академия предоставляет обзор достижений, сделанных в институтах РАН. Вы кому их предоставляете?

— Президенту, в правительство, в министерства. Думаю, в министерствах их не читают.

— В одном из высоких кабинетов я увидел стопку ваших отчетов. Пакеты не были распечатаны. Хозяин кабинета всерьез пытался убедить журналистов, что науки в стране нет.

— Типичная картина. Я этим не то чтобы удивлен, а огорчен и обеспокоен. Недавно я обращался к прези-

денту относительно ситуации, которая складывается в стране вокруг науки в целом и академии наук в частности. На эту тему у нас состоялся очень содержательный и плодотворный разговор. Я не уполномочен раскрывать его содержание, но реакция главы государства меня успокоила.

— Будем надеяться, что ситуация изменится. И все же многих удивляет обстановка, которая складывается вокруг академии. Министром по науке стал ректор Института стали и сплавов, доктор наук. Он же должен знать, что все достижения его института и отрасли держатся как раз на работах ученых академии?

— Некий человек очень хотел прийти к вам в гости, стать другом семьи. Однако ему по каким-то причинам отказали. Имеет ли право после этого он отзываться об этой семье плохо? Нет, конечно. По крайней мере, по этическим соображениям. Даже зная что-то, порядочный человек никогда не станет обсуждать семью. А у нас некоторые высокие чиновники, в том числе и министры, хотели в разные времена, чтобы их избрали в академию наук. За одного из них при тайном голосовании не проголосовал ни один из 20 членов экспертной комиссии. Академия — организация демократическая, поэтому кандидат был допущен



С другом — академиком А.А. Гончаром



Дружеская встреча в кабинете с А.А. Гончаром и Ж.И. Алферовым



С президентом Израиля Шимоном Пересом

к тайному голосованию по отделению соответствующих наук. В нем принимали участие уже 109 человек. Результат тайного голосования: только двое были за. И после этого «кандидат» начинает рассуждать, что академия «плохая» и «стране никакой пользы не приносит».

— Я хочу напомнить, что в начале 1990-х гг. семь министров и вице-премьеров пытались пробиться в академию. Считали, что теперь их обязательно изберут, потому что они — начальство. К чести академии, никто не прошел. Все-таки здесь оценивают реальные заслуги человека.

— С этим я согласиться не могу. Среди министров есть люди высокой квалификации, имеющие прямое отношение к науке. Следует помнить, что государственная должность не способствует избранию человека в академию наук. Впрочем, случаются и проколы, когда очень хороших ученых по этой причине не избирают. Во всем надо соблюдать меру. Я никогда не забуду ситуацию в начале 1990-х гг., когда решалась судьба науки в России. На заседании правительства бывший министр по науке (не буду называть его фамилию) вывесил плакат, объясняющий структуру науки страны, там были нарисованы всевозможные большие и маленькие кубики. Мы с академиком Андреем Гончаром смотрим и ничего понять не можем. Наконец, в самом нижнем правом углу увидели маленький квадратик, где было написано: «Государственные академии наук». Андрей Александрович не выдержал, сорвался. Спросил: «Когда вы встречаетесь с иностранцами и упоминается слово “наука”, с какой организацией оно у них ассоциируется?» Петр Авен тут же заметил, что «и размышлять не надо: с академией наук». Вопрос был снят с повестки дня.

— В истории России остались две структуры столь солидного возраста, — церковь и академия наук. Поэтому каждое посягательство на них я рассматривал бы как подрыв государственного устройства.

— Конечно, система у нас инерционная. В течение многих лет академия настраивалась на совсем другую ситуацию. Она работала при другом строе, в иных условиях. Безусловно, в академии нужно что-то менять, но делать это нужно не «через колено» и не со стороны, а с помощью



С.А.И. Солженицыным

тех людей, которые работают в самой академии. Посмотрите на некоторые наши институты. Они разрабатывают инновационные проекты, зарабатывают средства, которые вкладывают в развитие передовых исследований. Наверное, академия немного громоздка, но главное, что в ней есть, — самоуправление. Чем заниматься в науке, как вести исследования — это не чиновники решают, а ученые. А нам говорят, что мы устарели, что ничего не понимаем и нуждаемся в менеджерах.

«Если следовать указаниям чиновников, я должен был уволить Перельмана»

— Мне кажется, что основная причина критики академии наук заключается в том, что в России была практически ликвидирована прикладная наука. И эту ошибку, умышленно или от непонимания, пытаются приписать академии. Разве не так?

— Я полностью с вами согласен. Как развивалась наука в большой стране, например в такой, как Советский Союз? Была постановка крупных государственных проблем, и решить их без науки было невозможно. Сейчас говорят о том, что нужны мультидисциплинарные исследования, но они всегда существовали в науке. Возьмите тот же атомный проект. Кто в нем участвовал? Физики, химики, математики, геологи, психологи, не говоря об инженерах. Это было мощное междисциплинарное действо. Проблема объединила всех, и появились новые направления в физике, математике, других отраслях.



С ректором МГУ им. М.В. Ломоносова В.А. Садовничим

И это абсолютно правильно. Нужны крупные проекты. Но нельзя забывать, что фундаментальная наука развивается и из простого любопытства, и исходя из внутренней логики науки.

— **Есть такая идея: собрать всех специалистов, посадить их в одно место, а сверху засыпать деньгами — сразу решат все проблемы.**

— Хотя бы короткое время посидеть бы в такой «корзине»! Мы купили бы хорошее оборудование, поддержали бы молодежь. Кстати, у нас в академии произошло коренное изменение: пошли молодые кадры, в некоторые институты стоит очередь. Власть проявила мудрость, когда решали вопрос с жильем, подняли зарплату в академии, начало появляться и оборудование.

— **Недавно я побывал в Ростове, на Урале, там, где есть университеты. Им выделяют огромные средства, они даже не успевают их освоить. Вам финансирование сокращают, а там резко увеличивают. Нельзя так противопоставлять академию и вузы?**

— Конечно, нельзя. Государство выделило очень большие деньги на науку. Но как распределяются эти средства? На заседании совета безопасности я отметил, что очень большие суммы были выделены университетам на суперкомпьютеры. В свое время, когда я добивался для своего института получения «Эльбруса», я выступал в ВПК Совета министров, где обосновал, зачем нам это нужно. Все интересовались, какие проблемы мы будем решать, есть ли специалисты, которые могут работать

на такой машине и т.д. Причем речь шла не только об оборонных задачах, но и о том, что мы можем дать народному хозяйству. Только после всестороннего анализа и убедительной защиты своих позиций можно было получить мощный по тем временам компьютер. Сегодня суперкомпьютеры раздают легко, не учитывая конкретную ситуацию. Безусловно, мы рады, что в университетах появилось хорошее оборудование. Сейчас взаимное проникновение университетов и академии наук надо расширять лавинообразно, и оно реально происходит не на бумаге, а в жизни. У нас есть несколько сотен кафедр, и наши люди преподают в университетах.

— **Но все-таки в нашей стране трудно полноценно вести фундаментальные исследования в вузах.**

— Конечно. Не хочу никого обижать, но чтобы заниматься фундаментальной наукой, нужно отдавать ей всего себя. Иногда и на преподавание времени не остается. Когда я был профессором университета, у меня было несколько удачных с научной точки зрения лет, когда мне удалось сильно продвинуться. Однако даже одна лекция в неделю была для меня в то время большой нагрузкой, хотя я читал курс, хорошо мне известный. Поэтому сочетать полноценные занятия наукой и педагогическую деятельность чрезвычайно сложно. Все это не означает, что в вузах нет науки. Если мы возьмем, например, МГУ или СПбГУ, то там много хороших ученых, которые прекрасно сочетают науку и преподавание.

— **Если следовать распоряжениям чиновников, то нужно было уволить Курчатова, Харитона, Королева, Сахарова, Келдыша и многих других выдающихся ученых, потому что у них не было публикаций в открытой печати.**

— Это хороший пример. Число публикаций совсем не определяет вклад человека в науку. Я часто привожу пример Перельмана. За много лет он не опубликовал ни одной работы. Если следовать указаниям теперешнего министерства, я должен был его уволить, выгнать из Санкт-Петербургского отделения Стеклового института. Но все понимали, какой он прекрасный математик. И он сделал работу, о которой теперь говорит весь мир, а по официальным правилам его следовало уволить из института.



С.В.С. Губаревым во время интервью

«Я понял, что прожил жизнь в великом сообществе ученых»

— Пришел момент спросить: вы идете на выборы?

— Не иду. Считаю, что должен быть новый человек, с новыми взглядами, с запасом энергии. Это очень тяжелая ноша. В отличие от прошлых времен — советского и царского времени, когда в функции президента академии не входило бесконечное выбивание средств для науки. Да и не оскорбляли тогда ученых, понимали роль науки в обществе. В 1991 г., когда я согласился баллотироваться на пост президента, я не подозревал, чем придется заниматься. Тогда в моем понимании все было по-другому. Передо мной стояли образы великих предшественников, я представлял, что они делали. Да, у них были трудности, и они их преодолевали, но трудности бывают разные. Если речь идет о крупных проектах и программах, то не жалко ни времени, ни сил, чтобы достичь цели. Президент академии наук должен не просто работать в академии, но служить ей.

— Мне доводилось видеть, как решали те или иные программы Несмеянов, Келдыш, Александров, Марчук. Их всегда поддерживали. Я помню, как вы пришли на этот пост. Вам пришлось все пробивать, причем сопротивление власти было отчаянное.

— Раньше президент академии был очень мощным инструментом в решении любых вопросов. Он имел прямой выход на Генерального секретаря, на председателя



С ветеранами РАН в День Победы

Совета министров, и вряд ли кто-то отказывался выполнять их распоряжения. Сейчас ситуация несколько другая. Выход на президента и премьера у меня есть, но вопросы решаются порой иначе: они «спускаются» вниз, в мир чиновников, а там пробиваться крайне сложно.

— **Все-таки хочу вернуться к выборам президента РАН. Раньше я считал, что вам нужно уйти. Прежде всего, чтобы остаться в истории отечественной науки президентом, который ее спас. Но сегодня ситуация меняется: пока я не вижу человека, который вправе занять этот кабинет. В нынешней власти нужно пользоваться авторитетом.**

— Если его нет, то ничего не получится.

— **У вас есть огромное преимущество: никто из чиновников ничего не понимает в математике, и о ракетных комплексах, что вы создавали, у них смутное представление. У Осипова есть одно прекрасное качество: в любой ситуации он остается спокойным, выдержанным, хотя внутри порой все кипит.**

— Не всегда, иногда нервы сдают. Однако если ты стоишь во главе большой организации и за тобой почти полторы сотни тысяч людей, то эмоции надо сдерживать. Ругаться — самый простой способ продемонстрировать себя перед коллегами, а найти верный путь, повести по нему — здесь эмоции не требуются. Препяды нелегко преодолевать, но другого не дано.

— **22 года на посту президента. Что помнится особо?**

— Во-первых, заседания в Верховном Совете РСФСР, где были и куда приходили люди, которые хотели распустить Академию наук СССР, создать РАН и сразу выбрать ее членами 1,5 тыс. человек. Но я же был академиком АН СССР! Я пришел к Борису Николаевичу Ельцину, и сказал, что делать это не буду. Он дал мне карт-бланш. Я был президентом-организатором РАН и сказал, что теперь командовать буду я. Будет избрано всего человек 120–150, делать это будем при активном участии членов АН СССР. Так и случилось. А затем был исторический указ президента о воссоздании Российской академии наук. Академия наук СССР, по сути, просто сменила наименование. Во-вторых, незабываемый момент — выборы президента. Когда ко мне первый раз обратились, я ответил «нет».

— **Помню, решающее слово сказал ваш учитель Николай Николаевич Красовский?**

— Да, он сказал: «Надо. Вы не имеете права отказываться».

— **Он был убежден, что лучшего варианта не было, хотя и нелегко ему было отправлять своего ученика по тернистому пути.**

— Это было яркое событие. Но самая большая ценность, которую я приобрел за 22 года работы, — возможность встречаться и говорить с выдающимися людьми. Я имел счастье с ними встречаться здесь и за пределами этого кабинета. Я понял, что прожил жизнь в великом сообществе ученых. Видимо, это и есть самое важное. И сейчас академия давно перешла от режима выживания к развитию. И сделано немало. ■

Беседовал Владимир Губарев



! Грани личности

Юрий Сергеевич Осипов — доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН. С 1969 г. по 1993 г. работал в Институте математики и механики Уральского отделения АН СССР, с 1986 г. по 1993 г. — директор этого института. Принадлежит к уральской математической школе, ученик академика Н.Н. Красовского. В 1971 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Профессор, член-корреспондент с 1984 г. — отделение механики и процессов управления (процессы управления), академик с 1987 г. — отделение проблем машиностроения, механики и процессов управления (механика и процессы управления).

Автор более 150 научных работ по теории управления, математической теории упругости, дифференциальным уравнениям и их приложениям.

С 1993 г. по 2004 г. руководил Математическим институтом им. В.А. Стеклова РАН. Профессор МГУ им. М.В. Ломоносова. За научные работы в области математики удостоен Ленинской премии и Государственной премии в области науки и техники. Награжден золотой медалью им. Леонарда Эйлера РАН, высшей наградой Польской АН (медалью им. Коперника) и золотой медалью им. В.И. Вернадского НАН Украины, орденом Красного Знамени, орденами «За заслуги перед Отечеством» всех трех степеней, орденом Александра Невского, орденом командора Польши, орденом «За заслуги» первой степени Украины. Офицер и командор ордена Почетного легиона. Член многих академий и почетный доктор многих университетов.

Президент Российской академии наук с 17 декабря 1991 г. Возглавив РАН в сложные для страны 1990-е гг., сыграл исключительную роль в консолидации академического сообщества, в сохранении и развитии академии, ее научного потенциала и научных кадров. Переизбирался на пост главы академии в 1996, 2001 и 2006 гг.





МАТЕМАТИКА

Высшей пробы

Мы беседовали на самом необычном чердаке главного университета России. Чердак этот чем-то напоминает зал парламента Англии. Здесь так же торжественно, уютно и рождается ощущение вечности. Впрочем, ректор МГУ поясняет:

— Был обыкновенный чердак — трубы, конструкции, строительные леса. А я высказал сожаление о том, что нет места для проведения заседаний ученого совета, старый зал маловат. Московские строители осуществили этот проект, и теперь седьмой этаж нашей библиотеки превращен в конференц-зал, где мы не только работаем, но и принимаем делегации из-за рубежа.

— А ведь главное здание МГУ отличается внешним великолепием, особенно если учесть, что построено оно было во времена, когда в стране были голод и разруха. Но средств не пожалели, ведь Сталин сказал, что на знания и науку денег жалеть нельзя. Мне об этом рассказывал Александр Николаевич Несмеянов, который в то время был ректором.

— Я тоже считаю, что на науке и образовании государство экономить не должно, — соглашается академик **Виктор Антонович Садовничий**.

Так началась наша беседа с академиком Садовничим. Оговорюсь сразу: она была непринужденной, поскольку знакомы мы несколько десятков лет и я довольно хорошо, как и вся общественность России, информирован о том, что делает академик на посту ректора МГУ. Всем ясно, что без его рекомендаций и мнения принимать какие-то решения в области образования чиновникам разных уровней нецелесообразно, голос Виктора Антоновича звучит в обществе уверенно, убедительно и, самое главное, осмысленно.

Академик Садовничий подарил мне «Слово о Московском университете» — два тома, где собраны его выступления и доклады. Это издание — кладезь идей, нестандартных мыслей, обращенных как к прошлому, так и к будущему. Некоторые цитаты из этой работы я приведу в контексте беседы. И начну, пожалуй, со следующей:

Слово о Московском университете:

«Есть ли у Московского университета коллеги-соперники? Естественных не было, нет и в ближайшем обозримом, как я полагаю, не просматривается. Слишком велик разрыв в исторически обусловленной роли и накопленном опыте, национальном авторитете и учебно-научном потенциале. У университета 300 тыс. выпускников. Сегодня у нас работает почти 2 тыс. докторов наук и профессоров. Среди них свыше 200 академиков и членов-корреспондентов Российской академии наук. В университете действует около 400 кафедр и крупных лабораторий. В последние годы более 15 тыс. абитуриентов каждое лето соревнуются в праве попасть в число наших студентов. Университет непрерывно обновляет свою академическую структуру...

Пора окончательно понять, что Московскому университету принадлежит особая роль в культурных и иных преобразованиях, осуществляемых в России. Понять и принять хотя бы потому, что именно он все последние годы постоянного роста социальной напряженности



В Татьянин день в МГУ

в высшей школе снимал эту напряженность, брал на себя тяжелое бремя посредника между государством и многомиллионной массой людей учащих и учащихся. Поэтому намерение в некоторых коридорах власти «вбить под шляпку» Московский университет не будет иметь для России иных последствий, кроме углубления разлада между культурой и властью».

— Мне довелось встречаться с Александром Николаевичем Несмеяновым. Он был уже президентом академии наук, но главное, чем он гордился, — университетом, им построенным. Вы приняли эстафету от него?

— Было несколько этапов в истории университета — до 1953 г. и позже, когда был возведен этот уникальный комплекс. Мне удалось построить еще Фундаментальную библиотеку, Шуваловский и Ломоносовский корпуса, медицинский центр, а также корпуса, куда переехали юридический, экономический факультеты и много других зданий. Кто-то поинтересовался у меня, как это удалось сделать в наше время без бюджетных вложений. Как видите, удалось, потому что Московский университет — это всеобщая любовь в нашей стране, равнодушных к его судьбе нет.

— Мне посчастливилось знать всех ректоров МГУ последних полувека — Несмеянова, Петровского, Хохлова, Логунова. У каждого из них было какое-то пристрастие. Несмеянов писал стихи, причем очень



Супервычислитель «Ломоносов»

хорошие, Петровский занимался «интеллектуальными» шахматами, помогал Ботвиннику, Хохлов был альпинистом, Логунов строил гигантский ускоритель в Протвине... А у вас какая страсть?

— Если говорить о побочной страсти, то, конечно, космос. Георгий Тимофеевич Береговой пришел ко мне и попросил создать невесомость на Земле. Космонавты очень плохо переносили старт, первые дни в невесомости. Пробовали в гидробассейнах, на самолетах, но эффективность таких тренировок была невысокой. Я создал группу медиков, физиков, механиков и психологов, которые работали на нашем тренажере в Центре подготовки космонавтов. Тренажер — единственный в мире, и все космонавты, российские и американские, проходили на нем тренировки. Работы в этом направлении были продолжены, и появились четыре спутника, которые мы запустили.

— Это перенос математики в космос?

— Безусловно, математика там присутствует, без нее полеты невозможны. Но это более широкий взгляд на науку, на жизнь вне Земли и на то, что человек там может сделать.

— Мне понятно, почему Береговой обратился к вам. У него был неудачный полет. И как раз из-за невесомости он не смог ориентироваться на орбите...

— Да, я знал все подробности его полета и остальных космонавтов. Недавно Валентина Терешкова выступала



Форум «Ломоносов»



Встреча высоких гостей



В Медицинском центре МГУ

в МГУ, она вспоминала наш тренажер, в том числе и то, как она переносила восьмикратную перегрузку на нем.

— **Если больше, то кровь начинает проступать сквозь кожу, сосуды не выдерживают...**

— Я переносил четырехкратную перегрузку на тренажере. Одна американская корреспондентка тоже решила его опробовать. Когда закончилось испытание, мы заинтересовались, что она почувствовала. Журналистка была не без доли юмора и сказала, что наконец-то побывала в объятиях настоящего мужчины.

— **Такой оценкой можно гордиться. Расскажите о том, как, на ваш взгляд, математика сказывается на науке, на жизни? Не преувеличена ли ее роль?**

— Если абстрагироваться от формул и языка, то надо понимать, что математика — это часть культуры. И, наверное, нет другой науки, которая так строит человеческую мысль и всю жизнь. Она логична, доказательна, беспристрастна, красива и увлекает. Так сложилось, но математика развивалась параллельно с развитием архитектуры, скульптуры, живописи. Обратимся к древним временам. Архитекторы изобретали симметричные орнаменты на коврах, куполах; казалось, что творят они интуитивно, но уже в наши годы было доказано, что существует конечный ряд групп симметрии и больше их быть не может. Оказывается, древние творцы все эти



Домовой храм университета

группы повторили. В орнаментах выражено то, что сказала математика. Или та же парковая культура. Вначале была дискретная математика — Пифагор и т.д., и парковая архитектура была прямоугольной. Появились непрерывные функции — Лейбниц, и английские парки стали повторять новые формы — плавные, овальные, возникли холмы. Это еще раз свидетельствует о том, что математика, архитектура, живопись, культура развиваются по одним человеческим законам, поэтому я отношу математику не только к конкретной науке, изучающей отдельные области, а к огромной части человеческой культуры, цивилизации.

— **Наша математическая школа всегда была мировым лидером. Она и сегодня остается такой?**

— Безусловно. До сих пор американцы не могут объяснить, почему мы были «самые-самые». На этот счет у них вышел ряд исследований, но феномен так и не раскрыт.

— **И почему же?**

— Нужно, чтобы совпало несколько обстоятельств. Во-первых, развитие самой математики: оно должно подвести к этому взлету. Во-вторых, наличие крупных, выдающихся руководителей научных школ. В-третьих, сильная поддержка государством математиков, которые решали бы крупные задачи и проекты.

— **И мощная школа МГУ тому подтверждение?**



С президентом РАН — о науке



Инновационный проект



День Победы



Лекция по математическому анализу

— Она и сейчас остается такой, хотя 1990-е гг. сделали свое дело: многие уехали, но и многие хотят вернуться. Причины разные. Одна из них — научная атмосфера, которая сохраняется в МГУ и стимулирует научное творчество. Ее с собой не увезешь.

— Мне кажется, что руководители страны до конца не понимают, что пока у нас есть мощная математика, можно решить любые проблемы и осуществить любые проекты? Причем в десятки раз эффективней и дешевле, как это уже не раз было в нашей истории.

— Согласен. Более того, мы с Юрием Сергеевичем Осиповым написали президенту РФ письмо о роли математики. Последовала реакция. Назначено заседание Совета по науке, который будет рассматривать роль математики в жизни страны. Это важно, потому что в предыдущий раз на уровне государства вопрос рассматривался в 1986 г. на заседании Политбюро ЦК КПСС. И тогда были приняты принципиально важные решения по развитию нашей отрасли науки. На нынешнем этапе подобные выводы, на наш взгляд, также необходимы.

Слово о математике:

«Ясно, что с появлением компьютеров мир математики, безусловно, стал меняться. Изменяются не только математическое мышление, математические методы, но и научное мировоззрение в целом. Как все это влияет в конечном итоге на математическое образование, судить не берусь, поскольку еще мало опыта, да и эмоции вокруг компьютеров часто подавляют трезвый расчет и взвешенный анализ. Достаточно обратить внимание на такие фантастические проекты, в центре которых находятся «виртуальные университеты». Там все на уровне истерии.

Однако я уверен, что и в первые годы, а скорее всего и в первые десятилетия нового века люди будут держать математические знания, необходимые им в повседневной жизни, в собственной голове, а не в карманном мини-суперкомпьютере. Хотя бы для того, чтобы ясно представлять себе обычный мир, в котором они живут.

Один пример. Люди часто в быту используют слова «миллион» и «миллиард», не видя в них большой разницы. Вместе с тем миллион секунд — это примерно 12 суток,

а миллиард секунд — приблизительно 32 года. И таких фактов математической неграмотности много. Сомневаюсь, что наличие подобных знаний только в памяти компьютера, а не в голове, будет полезно человеку».

— История вашей жизни напоминает мне библейскую притчу.

— Что вы имеете в виду?

— В детстве пасли коз — и с этого началась математика: вы же их пересчитывали! Потом работа на шахте, поступление на механико-математический факультет университета. В конце концов — ректор МГУ, то есть «студенческий бог». Что было самым трудным на этом пути?

— Это были послевоенные годы. Бедность, страшный голод, который я пережил, а затем тяжелая работа. В 1950-е гг. был подъем, однако он достигался жесткими мерами. В частности, молодых людей заставляли оставаться в селах, в колхозах, и в принципе мой путь был определен: я должен был после окончания школы остаться работать в селе. Но я посчитал, что должен быть математиком, должен учиться.

— Как же вы смогли поступить на мехмат!?

— Пешком из шахты. В забое была тяжелая работа, почти невыносимые условия. Для меня это был единственный шанс дойти до математики, и я его использовал.

— Сейчас такое возможно, чтобы паренек из глухой деревни или из шахты пришел к вам, в университет? Или это скорее исключение из правил?

— Сейчас труднее, надо решиться приехать, а это немалые деньги. Надо болеть наукой, но не каждая школа способна ею заразить. Однако ребята из сел и поселков поступают к нам, в основном участвуя в олимпиадах, которые мы проводим.

— У меня такое ощущение, что талантливые ребята в деревнях, поселках, далеко от городов все-таки прорываются к науке. Они как грибы после дождя; по моему, это присуще только нашей земле?

— Талантов много. Они распределены равномерно по России, и наша задача — помочь им пробиваться. Когда ввели ЕГЭ, который уравнивал и усреднял всех и вся, удалось осуществить неплохой проект — систему школьных олимпиад. В прошлом году в наших олимпиадах



Со студентами



Гениальный популяризатор науки

участвовало 800 тыс. человек, в том числе и ученики младших классов. Это больше, чем было выпускников. И теперь эта система не уйдет, останется навсегда. Победители из разных городов и поселков поступят в Московский университет, в другие высшие учебные заведения. Кроме того, мы помогаем ребятам с ограниченными физическими возможностями, для них создана специальная программа, которую мы ведем.

— Как вы оцениваете нынешнее состояние МГУ? Я прошел сегодня по городку и понял, что у вас здесь целая страна, город в городе. И зачем нужно 100 тыс. студентов?

— Я говорил о 100 тыс. учащихся в будущем, а сейчас у нас 40 тыс. Сама цифра 100 — условная. Тому много причин, в том числе и демография. Я имел в виду, что потенциал МГУ — это 8 тыс. кандидатов и докторов наук. Такого потенциала в мире нет. Исключение — лишь РАН. Такую интеллектуальную мощь надо использовать во благо развития образования и повышения квалификации специалистов, во благо страны. Государство поддерживает нас, помогая развивать инфраструктуру. Есть еще один проект по расширению МГУ — дополнительный миллион квадратных метров, после реализации которого нам не будет равных в мире. Естественно, такое богатство нужно использовать в полной мере. 100 тыс. — цифра реальная, включая разные формы обучения, в том числе докторантуру, аспирантуру, магистратуру и т.д., причем без снижения уровня образования, качества выпускника и диплома.

— Сейчас только ленивый не ругает нашу науку, и в то же время масса чиновников рвется получить заветный диплом кандидата или доктора наук. Вы говорите о 8 тыс. остепененных специалистов. Не опасаетесь ли, что придут слабые педагоги, лжепрофессора и лжедоктора наук?

— Вопрос очень важный. Это явление времени. Когда мы учились, нам в голову даже не могло прийти, что это не настоящая научная работа, не подлинная диссертация. Однако времена изменились. На мой взгляд, в первую очередь нужно абсолютно принципиально отсекал халтуру, причем это необходимо делать не административными мерами, а повышая сознание

профессионального сообщества. Члены ученого совета точно знают, что такая-то работа — халтура, председателю это тоже известно, но конвейер работает. Меньше нужно таких ученых советов, необходимо тщательнее подбирать их председателей, работу делать более прозрачной, используя для этого Интернет. С другой стороны, я не сторонник того, чтобы возбуждать волну разоблачений, подвергая сомнению все наши научные достижения, результаты. В конце концов, может создаться представление, что в России настоящей науки нет. Мы должны гордиться своей наукой, своими учеными, прежними и нынешними достижениями. Подавляющее число ученых — честные люди, и об этом следует помнить.

— Пришло время перейти к медовухе. Как родилась эта идея? По-моему, вы первый ректор в истории университета, который выпивает со студентами?

— Медовуха безалкогольная, а идея родилась в Германии. Там выбирали ректора Берлинского университета им. Гумбольдта. После церемонии избрания мы вышли во дворик, где продавали пиво из бочки, и было много студентов, которые обратились к ректору с просьбой купить им пиво в честь избрания. Ректор — человек с юмором, поэтому и угостил ребят. И здесь мне пришла в голову идея угощать и наших студентов. Но пиво — не наш напиток, надо придумать какой-то свой, чтобы отмечать день рождения МГУ. Я вспомнил, как, будучи студентом, ездил по Золотому кольцу, искал там талантливых ребят. Там я узнал о медовухе — истинно русском напитке — и придумал, что в наш праздник надо всем студентам дать возможность выпить медовухи из рук ректора. Успех был потрясающий.

Слово о науке:

«Лучшее для России — это динамичное продвижение по естественному и исторически выверенному ее пути развития. А это путь науки, образования и твердой приверженности национальным духовным ценностям и традициям. Идя именно этим путем, Россия за три с небольшим века превратилась из конгломерата удельных княжеств в мировую научную и культурную державу. Это ведь русские писатели Толстой и Достоевский — среди наиболее читаемых в мире! Это



Два ректора



Разговор о космосе

русский балет Большого театра до сих пор остается никем не превзойденным! Это российским умом созданы первые в мире спутники и лунники, первые атомные электростанции и реактивные самолеты ТУ-16. Я могу совершенно твердо и ответственно заявить, что альтернативы, кроме опоры на национальный интеллект, отечественную науку, нашу культуру и высшую школу, у России нет. Да ведь ее нет не у одной только России. Ее нет ни у какой другой страны мира, думающей о будущем».

— У нас проблемы с развитием экономики. Как известно, всегда вперед шли ученые и специалисты с дипломом МГУ. Мы вспоминаем о них, когда речь заходит об атомном проекте, о космосе, о вычислительной технике, об авиации, т.е. обо всех крупных проектах XX в. Сейчас есть нечто подобное?

— Соглашусь, что в то время были заказы от государства, и проекты возглавляли крупные ученые, иначе их просто невозможно было осуществить. В трудные годы появилась даже какая-то растерянность. Началась «утечка мозгов» — это была своеобразная реакция на положение в стране. Но нам в МГУ удалось сохранить научные школы. Группа, которую я возглавляю, выиграла так называемый 280-й грант. Крупная промышленная корпорация и университет создали аппарат, который позволяет хирургу «ощупывать» те внутренние органы, которых его рука достичь не может. С помощью специальных устройств врач не только видит орган, где требуется его вмешательство, но и чувствует его. Операция — это простой прокол, через которые вводятся хирургические инструменты. Такой прибор мы создали вместе с заводом «Сплав» в Туле. Завод построен, и он приступил к выпуску аппаратов. Надеюсь, скоро они появятся в клиниках.

— Почему вы, математики, вернулись к медицине? Гурий Иванович Марчук, который недавно ушел из жизни, этим занимался. И в Новосибирске, на Урале особое внимание уделяется этим проблемам?

— Такой прибор, как наш, нельзя создать без математики. Группа — 200 человек. Это электроника, технологии, химия и т.д., но главное — обработка изображения. Щуп имеет на конце «умную» микросхему, и она дает определенные сигналы. Их надо обработать и получить

изображение органа, его контуры, его плотность. Причем нам удалось использовать те ее разделы, которые не были разработаны. Мы придумывали разные преобразования, т.е. вели чисто математические исследования. Кстати, второй такой же грант выиграл профессор химического факультета Виктор Васильевич Авдеев. Это использование углеродных материалов, композиций для тормозных колодок самолетов. Завод построен под Москвой. Таким образом, в результате совместных усилий ученых МГУ и промышленности построены два завода.

— Когда я упомянул о медицине и биологии, то имел в виду не только конкретные разработки, но и тенденцию развития науки в целом. И пример тому — создание в МГУ медицинского центра. Хотите конкурировать с Академией медицинских наук?

— Медицина по природе — университетская наука. Химия, биология, физика, физиология, математика, психология — все эти направления в науке есть только в университете, поэтому правильное устройство медицины — это университетские клиники. В 30-е гг. прошлого столетия медфак МГУ был выделен, и сейчас это прекрасный медицинский университет им. Сеченова, но это специализированное высшее учебное заведение. Как только я стал ректором в 1992 г., мой первый приказ был о создании факультета фундаментальной медицины, который впоследствии стал самым популярным. Однако базы не было, и только сейчас удалось ввести в строй медицинский центр, где есть 12 операционных, стационар, поликлиника, гостиница, аналитический центр, учебный корпус. И теперь МГУ стал полноправным игроком на поле фундаментальной медицины.

Слово о будущем:

«На ближайшие 50-70 лет основным источником удовлетворения потребностей общества в энергии будут невозобновляемые естественные ресурсы — нефть, газ и уголь. А значит, человек будет крепко привязан к двигателям внутреннего сгорания. Какими бы компьютерными системами управления ни был обустроен бензиновый автомобиль, самолет или океанский лайнер, это в сущности своей ничего в мире не меняет.



В процессе подготовки статьи

Нужен принципиально новый источник энергии, нужно топливо будущего. Тогда и произойдет смена цивилизационного развития. Пока же ближайшими конкурентами нефти, газа и угля ученые видят водород и двигатель внешнего сгорания. В перспективе, когда задача обеспечения экологической чистоты воздуха станет для человека неотвратимой, общество, несмотря на очень высокую (по современным меркам) экономическую стоимость водородного горючего и технические опасности обращения с ним, начнет развивать, я бы сказал, «водородную цивилизацию». Но это время если и наступит, то весьма и весьма не скоро. А до таких научно допустимых энергетических проектов, как использование в качестве рабочего тела антивещества, и подавно далеко.

Так что реально прогнозируемый путь движения человечества в XXI в. скорее всего будет пролегать через борьбу за сырье и ресурсы.

— Будущее МГУ. О чем мечтаете?

— Университет должен набирать силы каждый день. Я не хотел, чтобы он застыл на месте. Когда создана большая система, возникает ощущение, что она самодостаточна, появляется желание передохнуть. Это опасно. Чтобы двигаться вперед, надо не просто шагать, а бежать.

— И еще один вопрос, имеющий прямое отношение к МГУ. Сейчас идет огульная критика академии наук. Как это стало возможным?

— Академия наук — мощная система, которая способна реформироваться без посторонней помощи. Категорически протестую против попыток очернить академию. В ней сосредоточен огромный научный потенциал. Она должна быть главным экспертом в научном сообществе, основой развития фундаментальной науки. Без академии наук развитие наше невозможно, и в обществе все должны это понимать.

После беседы мы вышли из здания библиотеки. Поздний вечер. Напротив сияет главное здание МГУ. Именно сияет — благодаря таким людям, как Виктор Антонович Садовничий. Это истинные реформаторы, которые создают, а не разрушают.

Подготовил Владимир Губарев



! Грани личности

Виктор Антонович Садовничий — доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН, ректор МГУ им. М.В. Ломоносова, вице-президент РАН. В 1963 г. окончил механико-математический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Доктор физико-математических наук (1974), профессор (1975), заведующий кафедрой математического анализа механико-математического факультета (1982).

С 1994 г. — президент Российского союза ректоров. Президент Евразийской ассоциации университетов, член ряда других международных научных и образовательных организаций, почетный доктор ряда зарубежных университетов. В.А. Садовничий — известный специалист в области математики, механики и информатики. Автор фундаментальных трудов в математике, механике. Им получены важные результаты теоретического и прикладного характера, связанные с проблемами динамической имитации управления движением, в частности космического корабля, летательного аппарата. На их основе впервые в мире удалось создать тренажер, имитирующий невесомость в земных условиях. В.А. Садовничий около 30 лет читает основные курсы по математике, руководит общемосковским семинаром по спектральной теории. Опубликовал более 450 работ, 60 монографий и учебников. Выдающиеся научные достижения В.А. Садовничего отмечены Ломоносовской премией (1973), Государственной премией СССР (1989), Государственной премией РФ (2001), другими наградами.



МОЯ ПАРТИЯ – Российская академия наук



*Корреспондент журнала «В мире науки» встретился с легендой российской физики, лауреатом Нобелевской премии за 2000 г., вице-президентом Российской академии наук **Жоресом Ивановичем Алферовым**. Известный ученый полон сил, энергии, юмора, а также уверенности в том, что Россия сможет в ближайшее десятилетие вернуться в список мировых научных лидеров*

— Жорес Иванович, что подтолкнуло вас к тому, чтобы стать физиком?

— Для человека очень важно встретить правильно-го педагога. Мне повезло. В нашей 42-й школе в Минске в послевоенные годы собрался очень сильный учитель-ский коллектив. У меня был замечательный учитель физики Яков Борисович Мельцерзон. Он вообще не представлял, как можно не любить физику. Зная, что я увлекаюсь электроникой, он мне сказал, что лучше всего ей учат в Ленинградском электротехническом институте им. В.И. Ульянова (ЛЭТИ). Я помню, мой отец, работавший инженером в целлюлозно-бумажной промышленности, говорил: «Ну что ты выбрал эту электронику? Электронов никто не видел...»

— Как и почему вы начали заниматься полупроводниками?

— Здесь много случайностей и совпадений. На втором курсе я сделал доклад на студенческой научной конференции о работах по фотоэффекту знаменитого русского физика Александра Столетова. Доклад понравился Наталье Николаевне Созиной, сотруднице кафедры физики вакуума, где занимались полупроводниковыми фотосопротивлениями. Она позвала меня работать

на кафедре, и я с удовольствием согласился. Начал заниматься полупроводниками. А дальше мне очень повезло, потому что меня распределили в Физтех — Физико-технический институт. Я не знал тогда, что Абрам Федорович Иоффе уже ушел из института, не знал о его трагических последних годах в Физтехе. Помню, как написал маме письмо: «Я иду работать в Физтех, где Абрам Федорович Иоффе».

В Физтех пришел 30 января 1953 г. Тогда заведующим сектором в лаборатории полупроводников был кандидат физико-математических наук Владимир Максимович Тучкевич, ставший потом академиком и Героем Социалистического Труда. Он у меня спросил: «Осциллограф включать умеете?», а когда узнал, что я два года работал на ставке инженера, сразу повел меня в лабораторию. Мы тогда выполняли специальное задание правительства, тема «Плоскость», создание первых советских транзисторов на PV -переходах. Транзисторы — это для того времени новая физика и новая технология. Так я сразу попал на чрезвычайно интересное, важное и новое направление. У меня есть лабораторный журнал, в котором записано, что наш транзистор с приличными характеристиками сделан мною 5 марта 1953 г.



С президентом РФ В.В. Путиным и канцлером ФРГ Герхардом Шредером в Научно-образовательном центре, 10 апреля 2001 г.

Быстрее, меньше, мощнее

— Нам сейчас кажется, что у полупроводников нет альтернативы. А тогда были какие-то пути расхождения в физике? Кто-нибудь говорил, что полупроводники — это не перспективно, а нужно делать что-то совсем другое?

— Разумеется. Ученые достаточно консервативны. Они и работают прежде всего с тем, что знают, и верят в то, что уже есть. Первая электронная машина ЭНИАК, созданная в 1945 г. в Штатах, работала на десятичной, а не на двоичной системе и была построена на 18 тыс. ламп. Она весила 20 или 30 т, потребляла 200 кВт мощности и предназначалась для расчета траектории артиллерийских снарядов. Тогда шутили, что мощность взрыва этого снаряда и мощность, затраченная на расчет его траектории, примерно одинаковы. В 1949 г., когда американцами уже были созданы первые плоскостные транзисторы, передний край вычислительной техники базировался только на лампах. В 1960–1961 гг., когда и Джек Килби, и Роберт Нойс сделали свои первые кремниевые чипы, они не находили применения, поскольку многие выступали категорически против этого «нововведения». Если бы не ракетная программа «Минитмен» и не проект полета космического корабля «Аполлон», кремниевые чипы в микроэлектронику вошли бы спустя еще три-семь лет.



Беседа с президентом В.В. Путиным, 12 октября 2000 г.

— Сегодня дела обстоят так же?

— Сейчас альтернативы полупроводникам пока нет. Есть две полупроводниковые «колонны», на которых базируется современная электроника, — кремниевая микроэлектроника, переходящая в нано, и полупроводниковые гетероструктуры, которые решают все проблемы оптоэлектроники, СВЧ и многого другого. Мы здесь как раз бьемся над проблемой, как их «поженить», что даст очень много полезных результатов. Но альтернатива уже появляется. Это проводящие полимеры. Они много отнимут у кремниевых полупроводников, и уже отнимают.

Так получилось, что Нобелевскую премию по физике за разработку полупроводниковых гетероструктур мы получили с Гербертом Кримером в 2000 г. Тогда же была присуждена Нобелевская премия по химии американским исследователям Алану Хигеру, Алану Макдиармиду и Хидеки Ширакаве из Японии за открытие и развитие проводящих полимеров. Алан Хигер в своей нобелевской лекции сказал: «Проводящие полимеры обладают электрическими и оптическими свойствами металлов и полупроводников и в то же время сохраняют привлекательные механические свойства полимеров, а также преимущества их обработки». Но это — ниша. Полупроводники, кремний вместе с гетероструктурами решают значительно более общие задачи.

— Что скрывается за красивым термином «гетероструктура»?

— Это полупроводниковая структура, в которой меняется химический состав. Меняя химический состав, вы управляете свойствами материала. В одной структуре реализованы разные полупроводниковые материалы. Для массы полупроводниковых приборов часто для одного дела нужен материал с малой шириной зоны, а для другого — с большой. В лазерах работает идея двойной гетероструктуры (ДГС), когда вы делаете узкозонную часть в середине, а по краям так называемые широкозонные эмиттеры.

Лазеры — прекрасное изобретение, полупроводниковые лазеры — великолепное. Это были компактные лазеры, крошки, но они работали только при температурах жидкого азота и жидкого гелия. А наша идея дала возможность этой крошке работать при комнатной температуре.



Королева Швеции Сильвия, Жорес Иванович Алферов, его супруга Тамара Георгиевна и король Швеции Карл XVI Густав на торжественном приеме в честь нобелевских лауреатов, 10 декабря 2000 г.

— Как проходил процесс «родов»?

— Так как максимальный эффект может быть получен при использовании гетероперехода между полупроводником, выступающим в качестве активной области приборов, и более широкозонным материалом, наиболее перспективными системами, рассматривавшимися в то время, были $GaP-GaAs$ и $AlAs-GaAs$. Для «совместимости» материалы «пары» должны удовлетворять первому и самому важному условию: наиболее близкие значения постоянных решеток. Поэтому гетеропереходы в системе $AlAs-GaAs$ были предпочтительней. Однако для того, чтобы начать работы по получению и исследованию свойств этих гетеропереходов, требовалось преодолеть некоторый психологический барьер. К тому времени $AlAs$ был уже давно получен, но многие свойства этого соединения оставались неисследованными, т.к. было известно, что $AlAs$ химически нестабилен и разлагается во влажной атмосфере. Возможность получения устойчивого и приспособленного для практических приложений гетероперехода в этой системе казалась малоперспективной.

Первоначально наши попытки создать ДГС были связаны с решеточно-несогласованной системой $GaAsP$. Мы успешно изготовили первые лазеры на основе ДГС в этой системе методом газовой эпитаксии (ГФЭ). Однако, из-за несоответствия параметров решетки, лазерная генерация, как и в лазерах на гомопереходах, могла осуществляться только при температуре жидкого азота.

К концу 1966 г. мы пришли к выводу, что даже небольшое несоответствие параметров решеток в гетероструктурах $GaP_{0.15}As_{0.85}-GaAs$ не позволяет реализовать потенциальные преимущества ДГС. В то время сотрудник моей группы Д.Н. Третьяков сообщил мне, что с мелкими кристаллами твердых растворов $Al_xGa_{1-x}As$ различных составов, полученными два года назад путем охлаждения из расплава и положенными А.С. Борщевским в ящик стола, ничего за это время не случилось. Тотчас же стало ясно, что твердые растворы $Al_xGa_{1-x}As$ химически устойчивы и подходят для изготовления долгоживущих гетероструктур и приборов.

Дальнейший прогресс в области полупроводниковых гетероструктур был стремительным. Прежде всего, мы



Король Швеции Карл XVI Густав вручает Ж.И. Алферову диплом лауреата Нобелевской премии, Стокгольм, 10 декабря 2000 г.

экспериментально подтвердили уникальные инжекционные свойства широкозонных эмиттеров и эффект суперинжекции, продемонстрировали стимулированное излучение в $AlGaAs$ -ДГС, установили зонную диаграмму $Al_xGa_{1-x}As-GaAs$ -гетероперехода, тщательно изучили люминесцентные свойства и диффузию носителей в плавном гетеропереходе, а также чрезвычайно интересные особенности тока через гетеропереход, например, диагональные туннельно-рекомбинационные переходы непосредственно между дырками из узкозонной и электронами из широкозонной составляющих гетероперехода.

В это же самое время мы создали большинство наиболее важных приборов, в которых были реализованы основные преимущества гетероструктур:

- низкопороговые ДГС-лазеры при комнатной температуре;
- высокоэффективные светодиоды на одиночной гетероструктуре (ОГС) и на ДГС;
- солнечные элементы на гетероструктурах;
- биполярные транзисторы на гетероструктурах;
- тиристорные $p-n-p$ -переключатели на гетероструктурах.

Летом 1969 г. на конференции по люминесценции в США я сделал доклад о наших «комнатных» лазерах, который произвел эффект разорвавшейся бомбы.



Жорес Иванович и Тамара Георгиевна Алферовы, Санкт-Петербург, 2011 г.

Развитие физики и технологии полупроводниковых гетероструктур привело к значительным переменам в нашей повседневной жизни. Электронные устройства на основе гетероструктур широко используются во многих областях человеческой деятельности. Едва ли возможно вообразить нашу жизнь без телекоммуникационных систем, основанных на лазерах с двойной гетероструктурой (ДГС), без гетероструктурных светодиодов и биполярных транзисторов, без малошумящих транзисторов с высокой подвижностью электронов (ВПЭТ), применяющихся в высокочастотных устройствах, с том числе в системах спутникового телевидения и мобильных телефонах. Лазер с ДГС присутствует теперь фактически в каждом доме в проигрывателе компакт-дисков. Солнечные элементы с гетероструктурами широко применяются как для космических, так и для земных программ — космическая станция «Мир» 15 лет использовала солнечные элементы на основе *AlGaAs*-гетероструктур.

Ум, честь, совесть и находчивость

— Это была впечатляющая победа советской науки.

— Во многом обеспеченная поддержкой советской академии наук. В АН СССР всегда были замечательные президенты, начиная с Александра Петровича Карпинского, который был первым выбранным президентом еще Российской академии с мая 1917 г. До этого президента назначал сам император. Потом президентом стал Владимир Леонтьевич Комаров, выдающийся ботаник. Комаров под Ленинградом названо в его честь. После войны президентом АН СССР был избран Сергей Иванович Вавилов. Когда он умер, этот пост занял Александр Николаевич Несмеянов и занимал его в течение десяти лет. Потом был самый выдающийся, на мой взгляд, президент нашей академии — Мстислав Всеволодович Келдыш. После него — Анатолий Петрович Александров. Это были совершенно разные люди и по характеру, и по подходу. Они работали в разных областях науки. Но их объединяло одно: это были выдающиеся ученые, бесконечно преданные своему делу, науке и стране.



Президент АН СССР М.В. Келдыш вручает Ж.И. Алферову Ленинскую премию, Москва, 1972 г.

М.В. Келдыш сыграл огромную роль в моей жизни. В 1971 г. он приехал в Ленинград, в наш институт, и пришел в мою лабораторию. Я сижу в своем крошечном кабинете, и тут заходят академики Келдыш, Прохоров, Овчинников, Скрябин, Миллионщиков — словом, весь президиум академии наук. Последним вошел наш директор, академик Владимир Максимович Тучкевич, и сказал: «Жорес, у вас три минуты». То есть я за три минуты должен все рассказать! Я говорю: «Мстислав Всеволодович, как доехали?» Он говорит: «Хорошо». — «Как здоровье?» — «И здоровье нормально». Я говорю: «Ну так я вам желаю, чтобы и дальше у вас все было успешно со здоровьем, что еще за три минуты я могу сказать?» Мстислав Всеволодович улыбнулся и ответил: «Жорес Иванович, у вас столько времени, сколько вы считаете нужным». Он провел у меня в лаборатории два с половиной часа. Я ему многое показал прямо в эксперименте, рассказал о физике гетероструктур и т.д. Он был далек по своей специальности от нас, но когда задавал вопросы, было видно, что он прекрасно понял значение нашей работы.

Мстислав Всеволодович много помогал нам и позже. Когда мы были выдвинуты на Ленинскую премию, он назвал нашу работу революцией в электронике. С моей точки зрения, главное назначение научного руководителя столь высокого ранга — вовремя поддержать перспективное научное исследование.

Вчера, сегодня, завтра

— Вы прожили в науке много эпох и можете сравнить, когда науке уделялось большее внимание. Как вы можете охарактеризовать сегодняшнее положение российской науки?

— Это очень тяжелый вопрос. Самая большая проблема отечественной науки сегодня — даже не низкое финансирование. Оно в 2000-е гг. изменилось кардинально. Деньги есть, хотя их заметно меньше, чем это было в советские времена. Раза в три примерно. Но главная проблема в другом. Это не востребованность наших научных результатов экономикой и обществом. Почему мы любим вспоминать советский период? Потому что мы были нужны. При этом люди по-разному относятся к политическим аспектам той эпохи. А когда вы нужны,

и деньги находятся, и лабораторию новую вам построят, и оборудование закупят. Когда произошел развал Союза, эта могучая система была разрезана на 15 частей. Тем самым мы подорвали нашу экономическую мощь. Мы за эти 20 лет потеряли массу технологий, основы которых были созданы. Электронная промышленность была во всех 15 республиках. А сегодня она только в России, причем заметно меньше, чем было раньше, и в Белоруссии.

— Каким вы видите выход из этого положения?

— Наш президент блестяще сформулировал задачу страны, когда сказал, что к 2020 г. необходимо обеспечить 25 млн рабочих мест в секторе высоких технологий. Позже при встрече он мне сказал, что имел в виду в первую очередь бизнес. Я ответил, что это задача для всей страны, потому что требует и развития собственных научных исследований, и разработок, и изменений в системе образования. Мы иначе должны готовить специалистов для решения новых задач. Это касается в первую очередь наших сырьевых отраслей, именно туда нужно направить новые высокотехнологичные разработки, потому что, имея огромное богатство, мы находимся на низком технологическом уровне. Нам нужно осваивать арктический шельф — это тоже новые технологии. Почти все новые технологии базируются на электронике и связаны с ней. Только вернув стране лидирующие позиции в науке и высоких технологиях, мы можем обеспечить ее процветание. Мы были в списке мировых лидеров, и мы должны вернуть себе эти позиции.

Мы сейчас работаем с массой интересных и перспективных проектов. Но для того чтобы их осуществлять, нужны деньги. И очень важно, чтобы результаты нашей работы были востребованы промышленностью. Фундаментальная наука будет развиваться только тогда, когда развивается промышленность на высоких технологиях. В этом отношении я люблю цитировать Джорджа Портера — бывшего президента Лондонского королевского общества. У него есть замечательная фраза: «Наука вся прикладная, только какие-то приложения возникают быстро, а какие-то — через столетия». Все, чем мы живем, чем пользуемся, — это приложение научных исследований.

— Сейчас часто приходится слышать, что академия наук нуждается в реформировании. Скоро будут выборы президента академии. Каковы ваши стратегические планы в случае вашего избрания?

— Прежде всего, заметное усиление роли отделений академии наук. В том числе — и в первую очередь — специализированных отделений. Региональные отделения у нас достаточно мощные, и лучшим я считаю Сибирское отделение РАН. Там и ученых настоящих больше осталось, поскольку уезжать из Сибири было несколько сложнее, чем из Москвы и Петербурга, и промышленность сохранилась лучше — остались действующие высокотехнологичные предприятия. Ну и сам по себе Академгородок — замечательная вещь. Михаил Алексеевич Лаврентьев, выбравший место и создавший Академгородок, — гений. Очень много делает для развития науки в Сибири нынешний председатель СО РАН — академик Александр Леонидович Асеев, выросший в Сибири в выдающегося ученого современности.

Что касается специализированных отделений РАН, сегодня они практически утратили свою роль и в основном решают вопрос о выборах новых членов. В советское время эти отделения имели значительно больше возможностей и прав. И это правильно. Нынешнее усиление требует в том числе и перераспределения бюджета, и еще массы дополнительных мер. Это не так просто, но это нужно делать.

Далее. Мы гордимся не только мировыми открытиями нашей академии наук в физике, математике и других науках, мы гордимся тем, что она изменила роль страны в новых технологиях. Не надо забывать, что атомный проект — это тоже академия наук. Все Нобелевские премии получены в академии наук. И сегодня у нашей академии есть большие достижения, есть работы мирового класса, которые порождают новые технологии. Мы недавно проводили научную сессию нашего отделения нанотехнологий и информационных технологий, а это, между прочим, единственное междисциплинарное



Профессор С.П. Каница в кабинете Ж.И. Алферова после лекции в Научно-образовательном центре, 14 апреля 2000 г.



Лауреаты Нобелевской премии 2000 г. Слева направо стоят: Эрик Кандел (Eric R. Kandel), США, физиология и медицина; Дэниел Макфадден (Daniel L. McFadden), США, экономика; Алан Макдиармид (Alan G. MacDiarmid), США, химия; Гао Синцзянь (Guo Xingjian), Франция, литература; Алан Хугер (Alan J. Heeger), США, химия; сидят: Джек Килби (Jack S. Kilby), США, физика; Жорес Алферов, Россия, физика; Арвид Карлссон (Arvid Carlsson), Швеция, физиология и медицина.



Слева направо: Ж.И. Алферов, Джон Бардин, В.М. Тучкевич и Ник Холоньяк. Иллинойский университет, Эрдана, США, 1974 г.



После семинара в Физтехе. На переднем плане слева направо: В.М. Тучкевич (директор ФТИ), П.Л. Капица, Ж.И. Алферов. Ленинград, 1979 г.



Ученики, единомышленники и близкие друзья. Стоят, слева направо: В.М. Андреев, Д.Н. Третьяков, сидят: Д.З. Гарбузов, В.И. Корольков, Ж.И. Алферов. В полном составе, включая Р.Ф. Казаринова и Е.Л. Портного, эту компанию называли «великолепной семеркой». Ленинград, ФТИ, 1972 г.

отделение в академии. У нас в секции нанотехнологий работают и биологи, и физики, и химики, и материалоеды. И вот на этой сессии были представлены блестящие доклады и работы Александра Сергеевича Соболева и Георгия Павловича Георгиева по адресной доставке нанолечарств, Константина Георгиевича Скрыбина, блестяще развивающего геномные и постгеномные технологии. Так что потенциал у академии есть. Мы сегодня много занимаемся бионанотехнологиями и хотим учить ребят не только физике и математике, но биологии и медицине. Это то, что нужно делать.

— **Вы будете развивать мультидисциплинарность?**

— Мой коллега по Сколковскому совету, лауреат Нобелевской премии Роджер Корнберг, блестящий биохимик, мне как-то сказал: «Создание новых лекарств требует знания квантовой механики». Это правильный подход, в том числе и к образованию. И мы его реализуем здесь, в рамках нашего Академического университета.

В нашей стране в сфере финансирования науки существуют всевозможные строгие правила, которые нужно менять. Если вы делаете что-то новое, вам нужны новые правила, в старых вы это не сделаете. Который год я не могу получить дополнительное финансирование для Академического университета, чтобы открыть новые кафедры. Финансирование выдается, исходя из расчета того, что есть. Но из расчета того, что есть, я никогда не сделаю то, что надо. Я убедил руководство Госдумы в том, что нам необходимо дополнительное финансирование, они приняли постановление, а Минфин сказал: нет, это не проходит по правилам. В советские времена правительство поручало нам сделать что-то новое, поскольку было известно, что «там» оно есть, а у нас еще нет. Когда мы что-то предлагали, конечно, мы просили и новые лаборатории, и оборудование, и валюту. И это давалось специальными постановлениями, но при этом ставилась задача, которую нужно было решить. А сегодня вместо того, чтобы ставить задачу и затем распределять средства для ее решения, сначала начинают распределять деньги. И вот это — по правилам. Но для новых задач они не годятся. Нужны новые правила.

— **С политикой вы дружите?**

— Я стараюсь от нее дистанцироваться. В советское время депутатами Верховного Совета были академики Ю.Б. Харитон, И.В. Курчатов, А.П. Александров, М.В. Келдыш. И они занимались подготовкой законов, предложений для развития науки и образования, работали в комитетах высокотехнологических отраслей промышленности, науки, образования, здравоохранения. Поэтому я в 1989 г. дал согласие баллотироваться в народные депутаты СССР, считая, что буду заниматься тем же самым. Но произошел развал СССР, и у меня осталось чувство крайнего неудовлетворения от всей общественно-политической деятельности.

— **Но в партии какой-нибудь вы состоите?**

— Не состою. Моя единственная партия — Российская академия наук.

Беседовал Валерий Чумаков

! Грани личности

Жорес Иванович Алферов — выдающийся российский ученый, лауреат Нобелевской премии по физике 2000 г., вице-президент Российской академии наук, председатель президиума Санкт-Петербургского научного центра РАН, ректор Санкт-Петербургского академического университета.

Родился в Витебске. Имя получил в честь Жана Жореса, основателя газеты *L'Humanite* и лидера французской социалистической партии.

Окончил с золотой медалью школу и в 1952 г. окончил факультет электронной техники Ленинградского электротехнического института им. В.И. Ульянова (ЛЭТИ).

С 1953 г. работал в Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе, принимал участие в разработке первых отечественных транзисторов и силовых германиевых приборов. В 1970 г. защитил докторскую диссертацию, обобщив новый этап исследований гетеропереходов в полупроводниках. В 1971 г. был удостоен первой международной награды — золотой медали Стюарта Баллантайна Франклиновского института (США), получившей название малой Нобелевской премии.

Королевская академия наук Швеции присудила Ж.И. Алферову Нобелевскую премию по физике за 2000 г. — за труды, заложившие основы современной информационной техники, за развитие полупроводниковых гетероструктур для высокоскоростной и оптоэлектроники. Развитие волоконно-оптической связи, Интернета, солнечной энергетики, мобильной телефонии, светодиодной и лазерной техники в значительной степени основано на исследованиях и открытиях Ж.И. Алферова.

Выдающийся вклад Ж.И. Алферова в науку отмечен также многочисленными международными и отечественными премиями и наградами: Ленинской и Государственной премиями (СССР), золотой медалью Велькера (ФРГ), премией Киото (Япония), золотой медалью Попова, Государственной премией РФ, премией «Глобальная энергия» (Россия), премией и золотой медалью К. Бойера (США, 2013 г.) за развитие солнечной энергетики и множеством других.

Ж.И. Алферов избран почетным и иностранным членом более 30 зарубежных академий наук и научных обществ, в том числе национальных академий наук: Италии, Испании, Китая, Кореи и многих других. Единственный из российских ученых, кто одновременно был избран иностранным членом Национальной Академии наук США и Национальной инженерной академии наук США. Более 50 университетов из 20 стран избрали его почетным доктором и профессором.

Ж.И. Алферов — полный кавалер ордена «За заслуги перед Отечеством», отмечен государственными наградами СССР, Украины, Белоруссии, Кубы, Франции, Китая.

С 1990 г. — вице-президент АН СССР, с 1991 г. — вице-президент РАН. Один из виднейших организаторов академической науки в России и активный сторонник создания образовательных центров на базе ведущих институтов РАН. В 1973 г. при ФТИ им. была открыта первая базовая кафедра оптоэлектроники в ЛЭТИ. Был директором (1987–2003) и научным руководителем (2003–2006) ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, а с 1988 г. — деканом созданного им физико-технического факультета Ленинградского политехнического института (ЛПИ). В 2002 г. создал Академический физико-технологический университет — первое высшее учебное заведение, входящее



После получения первого ордена, 1959 г.

в систему РАН. В 2009 г. к университету были присоединены созданный им в 1987 г. на базе ФТИ Лицей «Физико-техническая школа» и Научный центр нанотехнологий и организован Санкт-Петербургский академический университет — научно-образовательный центр нанотехнологий РАН (в 2010 г. получил статус Национального исследовательского университета), в котором Ж.И. Алферов стал ректором. Создал собственную научную школу: среди его учеников более 50 кандидатов и десятки докторов наук, семь членов-корреспондентов РАН. С 2010 г. — сопредседатель вместе с нобелевским лауреатом Роджером Корнбергом (США) Научно-консультативного совета фонда «Сколково».

В феврале 2001 г. создал Фонд поддержки образования и науки (Алферовский фонд), вложив в него значительную часть своей Нобелевской премии. Первая благотворительная программа фонда — «Установление пожизненной материальной помощи вдовам академиков и членов-корреспондентов РАН, работавших в Санкт-Петербурге». Фонд учредил стипендии учащимся российских школ и лицеев, студентам и аспирантам вузов, премии и гранты молодым ученым. В ряде стран находятся представительства и самостоятельные фонды поддержки образования и науки, учрежденные Ж.И. Алферовым и созданные при его содействии: в Республике Беларусь, в Казахстане, в Италии, на Украине, в Азербайджане.





Искусство служения ОТЧИЗНЕ

Год от года — а наши жизненные пути пересекаются уже добрых полвека! — Евгений Максимович Примаков продолжает меня удивлять. Прежде всего, своей спокойной, мудрой, неторопливой и всегда объективной оценкой происходящего, которое вовсе не всегда ему нравится, но, тем не менее, он старается быть беспристрастным — как и положено поступать крупному ученому

Присуждение Демидовской премии за 2012 г. академику Е.М. Примакову — это своеобразный итог его научных исследований, а точнее — оценка его вклада в развитие нашего отечества. Редко случается в нашей жизни, чтобы оценка деятельности человека, а в частности ученого, была бы столь единодушной. При присуждении Демидовской премии так и случилось, и ни у кого не было сомнений в том, что это правильный выбор.

Демокрит о подобных людях говорил так: «Из мудрости вытекают следующие три особенности: выносить прекрасные решения, безошибочно говорить и делать то, что следует».

Мы часто встречались с академиком Примаковым в разных ситуациях. Я читал многие его книги и статьи. Фрагменты бесед, откровений и размышлений ученого, политика, гражданина я и попытался представить читателю. Многие из сказанного позволяет лучше понять Евгения Максимовича.

Итак, наша беседа с ученым, пронесенная сквозь время и книги.

Об экономике, науке, инвестициях и Сколково
— Существует представление о том, что никакие кризисы России не страшны, поскольку у нас много природных ресурсов и их хватит для того, чтобы еще много поколений жили безбедно... Так уж устроена наша экономика?

— Пожалуй, важнейшая задача для России — пересмотр экономической модели, образовавшейся при переводе административно-командной системы на рыночные рельсы. Глаза на эту модель открыл мировой экономический кризис 2008 г. Втянутая в кризис Россия представляла собой страну, 40% ВВП которой создавались за счет экспорта сырья, а внешний корпоративный долг достиг \$500 млрд: практически все «длинные» деньги, полученные бизнесом в виде кредитов, имели зарубежное происхождение. Эта сумма на тот период равнялась золотовалютным запасам нашей страны. С «грузом», с которым Россия вступила в кризис, связаны масштабы (худшее положение в «двадцатке») и длительность выхода страны из черной полосы. Следует подчеркнуть, что запас



С президентом РФ В.В. Путиным на заседании
правления Торгово-промышленной палаты, 2003 г.



С первым президентом России Б.Н. Ельциным

прочности в России, накопленный за счет доходов от высоких мировых цен на нефть, оказался равен только полугоду.

— Картина печальная. И что же делать?

— Объективно необходимый для России революционный скачок в развитии промышленности выдвигает на передний план целый ряд нерешенных проблем. Одна из них — совершенствование научных структур с целью разработки новых технологий. Среди них особое место принадлежит Российской академии наук — основному центру фундаментальных исследований. Мировой опыт показывает, что фундаментальные исследования финансируются государством. В то же время научно-исследовательские организации обладают большим объемом прикладных разработок. Здесь — серьезный резерв инновационного развития России, который весьма мало используется.

Приведу пример. Еще в первой половине 2005 г. на основе шести научно-исследовательских институтов Сибирского отделения РАН была создана база данных прикладных конкурентоспособных разработок для коммерческого внедрения. Но отсутствие господдержки привело к тому, что этот коммерческий потенциал не разрастался, не совершенствовался. Одной из причин стал запрет

Министерства финансов давать кредиты институтам академии наук, т.к. они представляют собой бюджетные организации. В результате основными покупателями технологически передовой продукции стали зарубежные промышленные компании. К ним же зачастую переходили права на интеллектуальную собственность.

Мы справедливо ссылаемся на опыт США в создании сетей продвижения инноваций, но иногда подходим к этому опыту с формальных позиций. Когда мы приводим в пример создание при американских университетах венчурных малых компаний, что само по себе чрезвычайно важно и для нас, мы оставляем вне внимания такое наше признание самими американскими учеными преимущество, как существование академии наук с широкой сетью исследовательских институтов. Конечно, и академия наук, и высшая школа в России нуждаются в усовершенствовании. Но, как мне представляется, нельзя переносить на вузы центр тяжести в научной работе. Истина — в необходимости максимально использовать возможности и академии, и высших учебных заведений для перехода к новому технологическому укладу.

— Но мы пытаемся угнаться за американцами и перенять их. Я имею в виду Сколково.



В резиденции патриарха Алексия II



Беседа с президентом США Дж. Бушем в Белом доме, 2008 г.



С президентом Франции Жаком Шираком, 1998 г.



С канцлером ФРГ Герхардом Шредером, 1998 г.

— У нас аналог Кремниевой долины создается в Сколкове — не в Звенигороде, Дубне, Черноголовке, Новосибирске, Томске, Екатеринбурге, Казани и т.д., а именно в Сколкове. Судя по всему, расчет делается на привлечение на этот территориально обособленный объект иностранных специалистов, а особенно — наших ученых, уехавших за рубеж. Правильно ли это с любой точки зрения? Абсолютно не соответствует действительности предположение, что в результате «утечки мозгов» те, кто остался в России, уже не представляют былой ценности. Еще более вредное предположение, что возвратить уехавших из России ученых — теоретиков и экспериментаторов — можно за счет создания для них материальных условий, сопоставимых с их zahraniчным пребыванием. Причем проект «Сколково», главным образом строительство нового города, обойдется в \$3 млрд в ближайшие три года. Эти средства могли бы, как представляется, с большим успехом быть вложены в уже существующие инновационные центры.

С 1992 г. из России эмигрировало более 3 млн специалистов. Особую роль в организации столь массовой «утечки мозгов» играет политика ведущих западных государств и стран Юго-Восточной Азии, стимулирующих научную эмиграцию. Талантливых иностранных уче-

ных не просто зовут — их ищут. Созданы специальные программы поиска. На постоянной основе в США работают 900 тыс. российских ученых и научных сотрудников, в Израиле — 150 тыс., в Канаде — 100 тыс., в Германии — 80 тыс., в Великобритании — 35 тыс., в Китае — 25 тыс., в Японии — около 3 тыс. Бывшие российские граждане выступают основателями 6% высокотехнологических компаний в Нью-Йорке, 3% — в Массачусетсе. Seriously рассчитывать на их возвращение в Россию не приходится. Они уже выросли в зарубежную научно-коммерческую среду. Этот вывод охватывает иммигрантов-ученых и специалистов из всех стран.

Россия в современном мире

Демидовская аудитория Федерального Уральского университета им. первого президента России Б.Н. Ельцина. Стены украшены портретами лауреатов. Среди них и академик Евгений Максимович Примаков. По традиции здесь перед студентами выступают демидовские лауреаты. Их доклады посвящаются актуальным проблемам, тем, которые их волнуют сегодня.

Евгений Максимович выбрал для студентов тему, пожалуй, самую важную для них сейчас: «Россия в современном мире».



Встреча с Фиделем Кастро во время визита на Кубу, 1996 г.



С папой римским Иоанном Павлом II, 1998 г.



Встреча с Генеральным секретарем ООН Кофи Аннаном



С супругой Ириной Борисовной, Александром Исаевичем и Натальей Дмитриевной Солженицыными

— Прежде всего, нужно сказать, что Россия унаследовала те природные преимущества, которые были у Советского Союза. Россия остается самым большим по территории государством на Земле, расположенным на двух континентах — в Европе и Азии. В недрах нашей страны находится суммарно более трети мировых природных ископаемых. Кроме того, Россия унаследовала у СССР весь ракетно-ядерный арсенал; она единственное в мире государство, сопоставимое с США по своим военно-стратегическим возможностям.

Все это так, однако эти преимущества не вечны. Для их воспроизводства необходимы недюжинные постоянные усилия. Говоря, например, о природных дарах России, следует, как это ни прискорбно, привести следующие факты: до 85% российской территории расположены севернее Западной Европы и северной границы Соединенных Штатов. Именно в этих районах, где товарно-рыночное производство по определению нерентабельно, расположено от 60 до 95% всех российских природных богатств — нефти, газа, редких металлов, леса. Постоянных усилий по модернизации требует и ракетно-ядерный потенциал России — на это уходят огромные финансовые средства.

Экономика — самое слабое звено для России, выступающей в качестве мировой державы, но, несмотря на все еще нерешенные проблемы, есть основания считать, что экономический рынок России состоится. В стране растет число лиц, стремящихся модернизировать экономику.

Для внешней политики страны не делает погоду та сравнительно небольшая группа российских граждан, которая ошибочно считает, что, пока не решены жгучие внутренние проблемы, нам не следует претендовать на роль великой державы. Люди, придерживающиеся таких взглядов, очевидно, не понимают — дело даже не в одних лишь традициях, а в том, что без России трудно, если вообще возможно, противодействовать вызовам и угрозам человечеству в XXI в. Не следует забывать, что Россия сама выступает объектом этих вызовов и угроз. Вместе с тем активное участие нашей страны в международных делах, несомненно, облегчает решение внутренних проблем.

О Третьей мировой войне и академии наук

— **Евгений Максимович, вы единственный в стране человек, который, как мне кажется, может объяснить, что происходит. Катятся революции по Ближнему Востоку, Северная Корея грозит начать войну с Америкой, повстанцы в Сирии и т.д. Такое впечатление, что мы живем на пороховой бочке.**

— Я должен сделать небольшой экскурс в прошлое. Во времена холодной войны все считали, что ядерное столкновение невозможно, т.к. существует опасность взаимного уничтожения. Это была система ядерного сдерживания. Сейчас некоторые мои коллеги считают, что такая доктрина устарела. Я так не считаю, потому что если не будет паритета, то нам могут диктовать какие-то условия. И на этом строилась вся политика. Однако потом появились вызовы, которые не были предусмотрены. Некоторые посчитали, что пришла новая эра, когда хвост управляет собакой и заставляет ее вилять. Но это не так. Все-таки миром правят великие державы. Однако начались процессы, которые были скованы конфронтацией двух систем. В стабильности были заинтересованы и мы, и США. Я был свидетелем двух войн — сначала как корреспондент «Правды» в Каире, а потом уже как ученый, которого послали на Ближний Восток в критической ситуации. Тогда американцы и мы делали все возможное, чтобы удержать обе стороны, стабилизировать положение. И это нам удалось сделать. Но сейчас ситуация изменилась.

— **Кризисов, как известно, было много. Широко известен Карибский, он поставил на грань ядерной войны две сверхдержавы. Но ведь были и другие, не менее опасные?**

— Я имею в виду «шестидневную войну» 1967 г. и войну 1973 г., когда арабы впервые на первом этапе добились больших успехов. Генри Киссинджер тогда обхитрил всех. Он хотел, чтобы Анвар Садат добился не большой победы, а затем посадить обе стороны за стол переговоров. Если бы не было «победы», то никто бы с Садатом и не стал разговаривать. Что касается нынешнего положения, то сказываются многие противоречия этнического и религиозного характера. Речь идет чуть ли



Поздравление Ж.И. Алферова с Нобелевской премией, 2000 г.



С известным исследователем Арктики и Антарктики, членом-корреспондентом РАН А.Н. Чилингаровым

не о борьбе цивилизаций. Я с этим не согласен. Если бы такое случилось, то она приобрела бы какие-то новые формы, однако такого не происходит. Конечно, поленья в огонь подкидывают США. Но Обама отличается от своего предшественника, который подчас принимал решения спонтанно. Тем не менее в США идут процессы, которые не зависят от того или иного президента. В некоторых кругах там считают, что существует однополярная мировая система, хотя это далеко не так.

— **Им не хватает Советского Союза...**

— Просто они себя считают самой сильной державой. Впрочем, так и есть: США по экономике, военной мощи превосходят все страны. Однако это не гарантия существования однополярного мира. Есть тот же Китай, который поднялся очень сильно. По существу, у него уже вторая экономика в мире, в обозримый период она может обогнать и экономику США. Так выглядит мир сегодня. Если попытаться прогнозировать будущее, то я не верю, что мир станет двуполярным — США и Китай, т.к. убежден, что Китай не будет представлять военной угрозы для США. Не верю, что Китай будет делать ставку на военный аспект в своих отношениях с соседями.

— **Это противоречит их традициям, их менталитету. Китайцы не воевали за пределами своей страны, и исповедуют они конфуцианство.**

— Но они никогда не были такими великими.

— **Почему же? А в прошлом? Великий Китай — это реальность!**

— Тогда мир был иным...

— **Но Китай и США сегодня взаимно дополняют друг друга.**

— Только экономически! Китай, на мой взгляд, не догонит США по развитию науки, поскольку в нем много вторичного.

— **Американцев трудно догнать.**

— Если вообще возможно. А что касается нас, то мы в многополярном мире приняли верное направление — действуем в разных векторах и в разных направлениях.

— **Но со всеми дружить нельзя!**

— Нельзя, но работать можно и нужно. Мир очень сложен.

— **Некоторые считают, что началась Третья мировая война (имеются в виду арабские страны) и ведут эту войну американцы.**

— «Арабская весна» прежде всего невыгодна именно американцам. Прежние режимы их устраивали, потому что их руководители боролись с исламским экстремизмом, с террористами. «Весна» началась спонтанно, а распространение ее по арабским странам уже связано с новейшими технологиями — Интернетом, телевидением и др. «Оседлали» этот процесс исламисты. Их организации взяли ситуацию под свой контроль, и с этим надо считаться.

— **Из нашего разговора следует, что политология — очень сложная наука. С чем ее можно сравнить?**

— Действительно, наука сложная. А сравнивать ее, наверное, можно с физикой.

— **Но там есть твердые законы?**

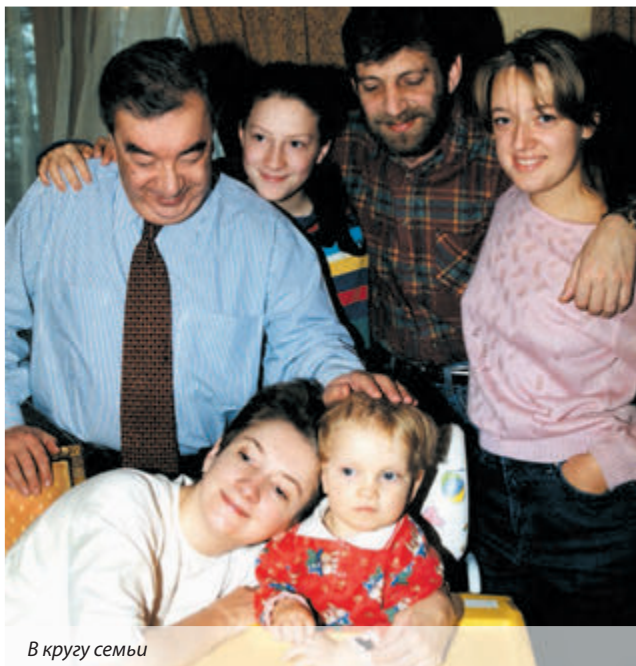
— Я имею в виду, что политология, как и физика, — наука комплексная. Это и экономика, и история, и психология, и философия, всего понемногу. Я считаю, что мы уделяем мало внимания на государственном уровне ситуационному анализу, хотя я руковожу таким центром в академии наук.

— **Насколько я помню, когда вы стали премьером, то сразу попросили академию наук проанализировать ситуацию и вскоре получили подробный документ, который очень помог в выходе страны из страшного кризиса, в котором Россия оказалась.**

— Да, так и было.

— **Сейчас иначе?**

— Ситуационный анализ — это мозговой штурм. Высказываются разные точки зрения, происходит дискуссия. В результате появляется документ, в котором совсем не обязательно отражается только мнение большинства. В нем непременно представлены все точки зрения. Мы готовим аналитические записки и представляем их руководству страны. В прошлом году получили благодарность за один из анализов конкретной ситуации. Но сейчас наши документы поступают к помощникам, и уже они решают, докладывать о них или нет. Я считаю, что нет тесной связи между руководителями страны и экспертным сообществом, и это, безусловно, крупный недостаток.



В кругу семьи



С политическим и общественным деятелем, академиком РАН А.Н. Яковлевым

— **И кто виновен?**

— Обе стороны должны проявлять инициативу: ведь речь идет о судьбе страны, а в этом случае не следует искать, кто именно виновен. Безусловно, академия могла бы делать намного больше, если бы ее «притягивали» к проблемам, чаще обращались к ней, но и академия сама должна проявлять инициативу.

— **А почему образовался такой разрыв?**

— Если по-настоящему представить ситуацию, то важное действующее лицо в ней — неолибералы. Я их так называю, поскольку они считают, что государство вообще не нужно, надо все приватизировать. А пока это до конца не сделано, то госпредприятия необходимо резко ограничивать, по сути, не давать им возможности работать эффективно. Неолибералы, например, сейчас расширяют частное предпринимательство в образовании, медицине и других областях, тех, что связаны с созданием человеческого капитала. Я считаю это неверным. Ставка неолибералов на то, что человек должен делать все сам, порочна, т.к. они устраняют государство из реальной жизни. Я говорю очень схематично, но суть от этого не меняется.

— **Но детей своих они рожают в Англии или Америке, лечатся в Германии. А вас оперировали здесь?**

— Да.

— **Кстати, те самые хирурги, с которыми неолибералы воюют. Думаю, из-за того, что они не уступают по своему мастерству лучшим специалистам мира.**

— Когда мне потребовалась операция, у меня даже мысли не было, чтобы куда-то уехать.

— **Попробуем пройти по вашим должностям в прошлом и оценить положение дел сегодня именно с тех вершин. Итак, Ближний Восток. Ваш прогноз?**

— Если в Сирии уйдет существующий режим, то в ней настанет хаос. Произойдет дестабилизация всего

региона, а там уже сегодня сложнейшая обстановка. Все происходящее может сказаться негативно и на наших бывших среднеазиатских республиках, особенно после того, как американцы уйдут из Афганистана. Там, к сожалению, есть основа для исламистского движения. Но в конце концов все в этом регионе успокоится, хотя ситуация сейчас очень тревожная.

— **Теперь спрашиваю как руководителя внешней разведки: чем ей надлежит заниматься сегодня?**

— Надо заниматься изучением ситуации и раскрывать руководству истинную картину. Нужно, безусловно, хорошо знать наших оппонентов. Разведка всегда необходима. Кстати, как только я был назначен руководителем внешней разведки, сразу же был приглашен в США. Состоялся обмен визитами. Мне говорили: случилась перестройка, появилась новая Россия, зачем вам разведка? Я согласился: давайте сократим наши разведки, но сделаем это под контролем. К тому же надо сократить и структуры НАТО, т.к. вы будете получать информацию от них. На том разговоры и завершились. Конечно, разведки нужны, чтобы политика была выверенной.

— **Самые приятные воспоминания, связанные с академией наук?**

— Выборы. Это было в 1979 г. Меня, кстати, избрали академиком в один день с Жоресом Алферовым. Он мой хороший товарищ.

— **И последнее: что будет с академией наук?**

— Считаю, что свершится дикая глупость, если академия наук будет ликвидирована. Помню, как американцы нам отчаянно завидовали, что у нас есть академия. Кое-кто в правительстве хочет взять за образец американскую матрицу, но они знают, что фундаментальная наука развивается вне университетов, в институтах, которые находятся при университетах.

— **Наши реформаторы претендуют на роль Петра Великого. Только он создавал академию наук и университет, а они стараются их прикрыть.**

— Я видел один документ, в котором вполне серьезно предлагалось, чтобы развитие физики, химии, космонавтики, ракетной техники и других отраслей определяло правительство.



Вручение дипломов выпускникам
Института международных отношений МИФИ



Во время интервью с В.С. Губаревым

— Теперь понятно, что министры сами хотят стать академиками, но сделать это не на честных выборах, а по приказу сверху. По правде говоря, даже обсуждать подобные глупости не хочется.

— Вот это верно.

— Спасибо за беседу. Хотя поговорить еще хочется о многом. До следующей встречи!

Мы разговаривали с академиком Примаковым в День космонавтики. Поздравили друг друга с праздником. А вечером я узнал, что ребяташки трех детских домов на Урале получили в этот день подарок — компьютерные классы. Так распорядился своей Демидовской премией Евгений Максимович Примаков. ■

Беседовал Владимир Губарев

! Грани личности

Евгений Максимович Примаков — политический и государственный деятель. Один из ведущих отечественных востоковедов, крупный ученый в области мировой экономики и международных отношений, в частности в сфере комплексной разработки вопросов внешней политики России, изучения теории и практики международных конфликтов и кризисов, исследования мирового цивилизационного процесса, глобальных проблем, социально-экономических и политических проблем развивающихся стран.

Председатель Совета директоров ОАО «РТИ», президент и председатель совета «Меркурий-клуба», руководитель Центра ситуационного анализа РАН, член президиума РАН, член президиума Совета при президенте Российской Федерации по науке и образованию, член Научно-экспертного совета при председателе Совета Федерации Федерально-го Собрания Российской Федерации, председатель попечительского совета Российского совета по международным делам, почетный член Российской академии образования.

В 1970–1977 гг. — заместитель директора Института мировой экономики и международных отношений АН СССР. В 1977–1985 гг. — директор Института востоковедения АН СССР, с 1979 г. — одновременно профессор Дипломатической академии. В 1985–1989 гг. — директор ИМЭМО АН СССР.

Академик-секретарь отделения экономики, с 1988 г. — отделения проблем мировой экономики и международных отношений, член президиума АН СССР.

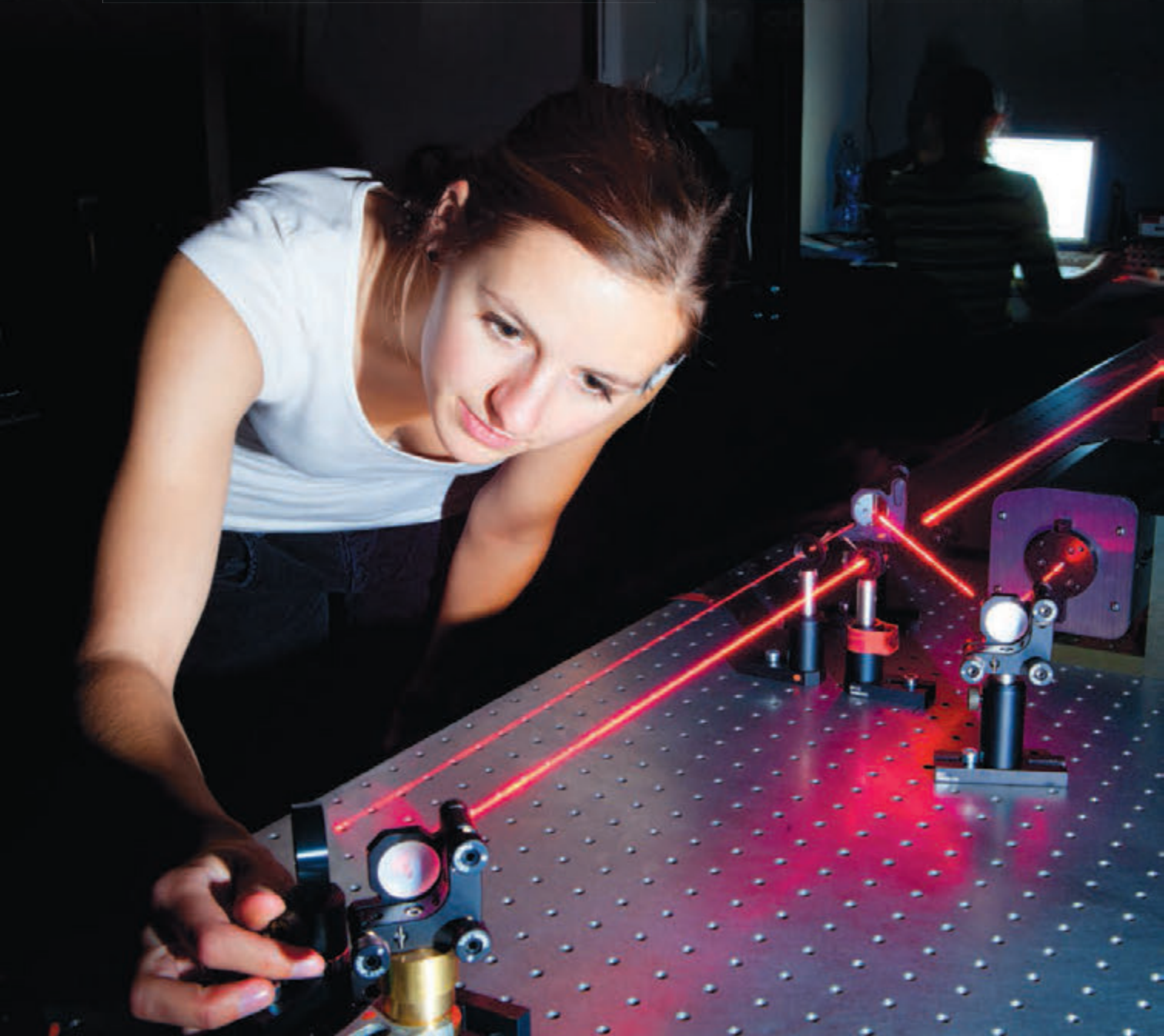
С сентября 1991 г. — руководитель Первого главного управления КГБ СССР, первый заместитель председателя КГБ. От генеральского звания отказался. С сентября 1991 г. — руководитель Центральной службы разведки СССР. С 26 декабря 1991 г. по январь 1996 г. — директор Службы внешней разведки России.

В январе 1996 г. был назначен министром иностранных дел России. Занимая этот пост, проводил обдуманную внешнюю политику, при нем Россия развивала партнерские отношения со странами Запада и Востока в равной степени.

19 декабря 1999 г. был избран депутатом Государственной Думы Российской Федерации третьего созыва. В 2000–2001 гг. — председатель фракции «Отечество — Вся Россия». Два срока, с декабря 2001 г. по февраль 2011 г., занимал пост президента Торгово-промышленной палаты России.

В 2008 г. Е.М. Примаков вошел в состав президиума РАН. 23 ноября 2012 г. избран председателем совета директоров ОАО «РТИ» (решения в области комплексных систем связи и безопасности).

ФОРПОСТ НАУКИ В СИБИРСКИХ АФИНАХ





Каждый десятый житель Томской области — студент, и город Томск не зря считается одной из студенческих и научных столиц России. Томский государственный университет, сердце всей сибирской научной школы, исторически был форпостом высшего образования и фундаментальных знаний в Сибири. Подготовив множество ученых с мировым именем, сегодня ТГУ не ограничивается сохранением традиций, а ищет новые формы организации научного и учебного процессов

Главная достопримечательность кабинета Георгия Владимировича Майера — это портреты знаменитых ученых прошлого. О них ректор Томского государственного университета рассказывает так эмоционально и интересно, как будто они до сих пор живы и продолжают работать вместе с ним. Признаемся, основная часть нашей беседы, происходившей накануне 135-летия ТГУ, была посвящена именно истории университета, а Георгий Владимирович по долгу службы и склонности души — ее знаток. Но нас в большей степени интересовало то, что происходит в этих старых стенах сегодня: например, томский суперкомпьютер или успешные инновационные проекты, а также личный взгляд ректора на проблемы науки в целом.

Факты из истории ТГУ

✓ Томский Императорский университет был девятым по счету университетом, открывшимся в Российской империи.

✓ К началу Первой мировой войны зарплата профессора Томского университета была эквивалентна стоимости 2 т мяса на городском рынке, т.е. по сегодняшним меркам составляла порядка 500–600 тыс. рублей.

✓ В 1911 г. геофизический центр Евразии располагался на территории ТГУ. На Международном сейсмологическом съезде в Манчестере было принято решение об открытии сейсмических станций в четырех ключевых точках Земли. Тогда Томск был назван центром континента. Сейсмическая станция в ТГУ сохранилась до сих пор, хотя и не действует.

✓ Раньше профессора жили на территории университета. Идея преподавательских корпусов была изначально заложена в архитектурный проект.

✓ В Научной библиотеке ТГУ хранится личное собрание книг поэта В.А. Жуковского. Когда фонды только формировались, на просьбу о пожертвовании книг на благо сибирской науки откликнулся граф А.Г. Строганов. Он передал университету более 22 тыс. томов из родовой коллекции. Трехтомная монография «Библиотека В.А. Жуковского в Томске» коллектива авторов ТГУ в 1991 г. была удостоена Государственной премии России в области науки и техники.

Сибирские прагматики

— **Георгий Владимирович, вы можете рассказать, как вы пришли в Томский университет, что он значит лично для вас?**

— Я не пришел сюда, а приехал. Из Казахстана на поезде Андиган — Томск. В наших краях (а я родился в Семипалатинской области, в деревне) все хотели поступить именно в Томский университет. В те времена на Семипалатинском полигоне производились испытания атомного оружия. Я и мои одноклассники интересовались этой темой и знали, где ее можно серьезно изучать. ТГУ был мечтой, ни один вуз не мог сравниться в наших глазах с его славой.

Но вопрос-то не в том, по каким мотивам сюда попал лично я, а в исторических предпосылках. Наш университет изначально создавался не как провинциальный или региональный (его первое название — Сибирский), а именно как центр национального масштаба. Учебный округ Томского Императорского университета

простирался на огромную территорию от Северного Ледовитого океана до Ташкента, включая и мой родной Казахстан. Кроме того, почти сразу после его открытия вышли новые университетские уставы, снимавшие условные ограничения на прием. Я считаю, это был фактор исторического везения. Со всей империи в Томск устремились талантливые, хотя и простые по тем временам люди: разночинцы, мещане, крестьянские дети. Я сам читал об этом в отчетах. Ехали из Варшавы, Вильнюса, других западных городов России. Томский университет стал одним из самых демократичных в стране.

И еще очень актуальный, лежащий в основе его создания принцип — совмещение учебной и академической функций, а также связь науки с производством. Я читал речи одного из отцов-основателей Томского университета, профессора В.М. Флоринского. 135 лет назад, будучи сам врачом, а не технарем, он говорил о том, что университет должен ориентироваться на удовлетворение потребностей местной, сибирской промышленности.





И так было всегда. В свое время наши томские профессора открыли залежи норильского никеля, месторождения золота в Красноярске, фактически создали Кузбасс. Это то, что на современном языке называется инновационной деятельностью.

— Да, тема сейчас очень актуальна. Часто приходится слышать, что в современной России проблемы именно с прикладной наукой, промежуточные результаты фундаментальных исследований с трудом внедряются в жизнь. В Томском университете исторически умеют это делать?

— Есть много определений инновационной деятельности, и все они имеют свои недостатки. Поэтому я выработал собственное. Для меня инновационная деятельность — это трансфер знаний в социальные, экономические и экологические блага для человека в широком смысле. Например, мы сейчас разрабатываем очень интересный проект в области информационных систем, связанный с космическим мониторингом Томской области. Вот, у меня здесь, в кабинете, стоит модель спутника. Такие аппараты сегодня находятся на высоте 36 тыс. км над Томском на геостационарных орбитах (т.е. «висят» над городом). В проекте заложено создание серии

космических аппаратов, которые будут летать на достаточно низкой орбите и производить космическую съемку Земли, в том числе и нашего региона. В ТГУ создана система с использованием нашего суперкомпьютера, средств спутникового приема и обработки данных, которая позволяет анализировать сигналы с этих спутников. Что это может дать в практическом смысле? Например, информацию о ледовой и водной обстановке, оперативные данные о разливе рек, состоянии лесов в Томской области (незаконные вырубки и т.д.). Я, кстати, совсем недавно встречался в Москве с академиком РАН, ректором Сибирского федерального университета Евгением Александровичем Вагановым, биофизиком. И он сказал, что тоже готов подключиться к экологической части проекта.

Вообще, подходы, связанные с созданием технологических платформ, программ инновационного развития компаний, — это ведь все уже было. В свое время советские атомные и космические проекты выступали крупнейшими технологическими платформами, где в полном смысле было организовано течение фундаментальных знаний в инновационную сферу.

— Как вы считаете, при высокой концентрации интеллекта в таких научных центрах, как Томск, возможна ли самоорганизация этого трансфера? Или на- уке нужны профессиональные менеджеры, которые бы организовывали процесс, планировали конкретные результаты, осуществляли связь с бизнесом?

— Чистая наука построена на извечном стремлении человека познать истину, но в определенной мере присутствуют и самоорганизация, и начала планирования. Все должно быть разумно, и многое зависит от личного отношения людей. Это очень сложный комплекс проблем. Я считаю, менеджеры в науке нужны, но их сфера деятельности должна быть узкой: выстроить логистику, закупить оборудование... Между прочим, интересный момент: когда я был в Оксфорде, то узнал, что исследовательское оборудование на физическом факультете все

Стены ТГУ украшает целая галерея портретов преподавателей и людей науки, чья жизнь связана с Томским университетом. Один из ученых пользуется особым уважением. Дмитрий Иванович Менделев входил в состав комиссии, которая была учреждена Александром II для создания первого университета Сибири. Великий химик принял активное участие в проектировании учебного корпуса и сам заказывал первое химическое оборудование. Висящий в кабинете ректора портрет — реликвия еще и потому, что собственноручно написан супругой Менделеева Анной Ивановной.

чаще используется не готовое, а разработанное самостоятельно и произведенное на заказ (оно при этом становится объектом интеллектуальной собственности); т.е. ученым приходится заглядывать вперед, в завтрашний день, и такие подходы чем дальше, тем активнее будут развиваться. Если же говорить о каком-то планировании научных результатов, то это, наверное, невозможно. Запланировать серьезный эффект, прорыв из разряда «открыть такую-то частицу на этой неделе» — подобное реально только в произведениях Стругацких.

При этом очевидно, что есть области, где трансфер знаний в блага не надо осуществлять. Спокойно вести поисковые исследования. Условно говоря, такие люди, как Григорий Перельман, должны работать, не заботясь о том, как можно применить итоги их научных исканий. В истории науки есть много примеров, когда результаты подобной деятельности со временем кто-то «подхватывал».

— **Тогда у меня возникает философский вопрос. Кто все-таки двигает науку вперед: пассионарии или система?**

— Я думаю, науку как идею двигают пассионарии. А науку как производительную силу развивает система. Необходимо сочетание: ведь в этом и состоит развитие — человечество сначала куда-то стремится, а потом начинает себя ограничивать. И это далеко не вредное занятие, о чем говорит целый ряд техногенных катастроф последних лет.

— **У вас много проектов, которые известны по всей стране: Центр коллективного пользования, лаборатория нанопокровов. А над чем работаете сейчас, что планируете лично вы как руководитель?**

— Самому мне хотелось бы, конечно, больше работать в области научного прогнозирования, но времени не хватает. И я как ректор планирую способы решения стоящих перед университетом практических задач. Иногда, глядя на портрет Дмитрия Ивановича Менделеева, ловлю себя на ощущении, что он смотрит с некоторым укором: «Все пишете, а надо делом заниматься!»

Вообще-то, это правда. Одну из самых важных наших задач я условно обозначу так: расширение международной деятельности с возможностью получения реальных дивидендов для университета. Это целая политика, которую требуется выстроить. Проблема в том, что дивиденды от международных проектов мы, российские вузы, пока не умеем использовать и к финансовой системе Европы в целом плохо адаптированы. Я постоянно спорю об этом с проректором. Но уверен, наш потенциал позволит со временем получить большую отдачу.

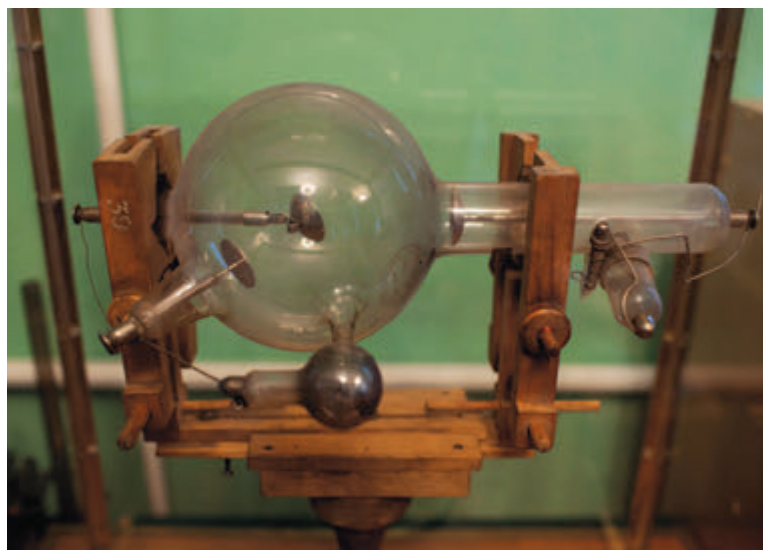
Например, недавно мы вышли на Университет Маастрихта и скоро будем обсуждать в Нидерландах договор о создании системы медицинской кибернетики — назовем ее так. Физический факультет ТГУ разработал программы с использованием нашего суперкомпьютера, к проекту подключился Сибирский медицинский университет и получился трехсторонний междисциплинарный симбиоз. Причем, как говорят голландцы, в самом передовом направлении. Есть текущая работа над множеством других, уже реализованных международных проектов с американскими, европейскими, китайскими университетами. Один из самых близких наших партнеров — Оксфордский университет.

На наиболее перспективных направлениях мы постоянно занимаемся интеграцией наук, и это главное преимущество классического университета — междисциплинарные исследования. Сейчас в ТГУ 23 факультета, и мы сформулировали приоритеты в рамках пяти направлений, к которым подключаются в том числе и гуманитарии. Приходится задумываться и о структуре университета. Она не может быть застывшей.

От детского сада до КБ

— **Расскажите, пожалуйста, про молодежь, которая к вам приходит.**

— По баллам ЕГЭ у нас не самые лучшие показатели, но чувство удовлетворения как раз и появляется, когда сравниваешь результаты студентов и выпускников. По медалям Российской академии наук для молодых



ученых ТГУ — на третьем месте после МГУ и МФТИ. Мне кажется, в молодежной политике университета нам удалось создать ту самую систему поддержки порыва. Сегодня любой студент Томского университета, получивший приглашение на значимую научную конференцию, имеет возможность поехать за рубеж. Например, вчера мы нашли деньги на поездку восьми человек в Чехию, позавчера я подписал направление пяти студентам в Германию.

Реализован очень интересный проект по подготовке кадров для космических фирм, в том числе для ОАО «Газпром космические системы». Мы создали под него кафедру «Промышленные космические системы», где преподаются только магистерские программы. Среди преподавателей есть те, кто работал непосредственно с Сергеем Павловичем Королевым. Студенты пятого курса обучаются у нас, а шестого — в городе Королеве. Недавно мы посетили предприятие, и мне было очень приятно, когда руководитель фирмы представил нам бывшего студента ТГУ, моего земляка из Казахстана, одного из самых перспективных молодых сотрудников, который участвует в создании новых космических аппаратов. Такие ребята — это и есть истинная элита нашего общества.

Иногда я думаю: чем мы отличались от нынешних студентов? Наверное, только мотивацией. Тогда было более романтическое отношение к науке: сделать открытие, сравниться с Эйнштейном. Но для таких результатов надо хорошо учиться, тем более в теоретической группе — это был вопрос чести. У современных студентов мотивы другие, но задачи те же: хорошо учиться, чтобы сделать карьеру, завести семью, зарабатывать. Наши университетские социологи провели исследование на нескольких факультетах, сравнивая важность для студентов с первого по пятый курс таких понятий, как патриотизм, любовь, семья. Я хотел понять, каким образом меняет человека университет. Оказалось, что к моменту выпуска «простые человеческие» мотивации только усиливаются. Значит, ребята пришли не просто получить какие-то корочки.

— Сейчас много говорят о том, что падает уровень знаний у выпускников школ, студентов. Но при этом почему-то не идет речь о совсем маленьких детях. Чтобы пробудить их интерес, нужно ли как-то адаптировать научные знания? С какого возраста сейчас, в XXI в., стоит начинать заниматься детьми

Музей истории физики ТГУ

Один из восьми музеев университета, который стоит посетить ради коллекции, содержащей более 1 тыс. приборов. По сравнению с гербарием ТГУ или его зоологическим музеем, давно справившими столетний юбилей, это экспозиция молодая (открыта в 1985 г.). Но сами экспонаты собирались десятилетиями: многие из них были привезены в Томск еще в конце XIX в. первым ректором Н.А. Гезехусом.



на уровне специальных — нескучных и мотивирующих — образовательных программ?

— Бесспорно, дети — это ключевой вопрос во всей цепочке образования. Я сам примерно с девятого класса уже понимал, что хотел бы искать себя в науке, а конкретно — заниматься проблемами строения вещества. Этому способствовали и различные олимпиады, которые проводило у нас Сибирское отделение Академии наук СССР. Но главное, в чем мне повезло, как далеко не всем везет, — это мои школьные учителя, которые были выпускниками университета. Мы были обычными детьми, учились даже не в районном центре, а деревне. Тем не менее все мои одноклассники поступили в хорошие вузы: в Томский, Новосибирский университеты, в различные институты Казахстана.

Поэтому когда мы говорим о совсем маленьком человеке, то рядом обязательно должна стоять фигура учителя. У Томского университета еще с советских времен есть два детских сада, и туда не случайно хотят попасть буквально все. Это фактор университетской среды, и наша задача — сделать так, чтобы она касалась большого числа детей как можно раньше. Мы в ТГУ делаем в этом смысле все, что только можем. У нас действуют специальные детские программы, в том числе с применением методов дистанционного образования. По некоторым обучаются школьники даже из ближнего зарубежья, например из Ялты. Пытаемся развивать на серьезном уровне познавательное телевидение. Я убежден, что абсолютно все дети талантливы, просто не всем повезло встретить учителя с большой буквы.

Никогда не говори «никогда»

— Часто можно слышать, что наше отставание от развитых зарубежных стран сегодня едва ли не фатально. Мы безвозвратно потеряли часть промышленности, не умеем производить планшеты, ноутбуки...

— А может, нам это и надо?

— Россия явно пропустила какой-то технологический виток, да и в науке появилась целая группа принципиально новых направлений, та же синтетическая биология. На чем, с вашей точки зрения, мы можем «отыграть» отставание?

— Есть такая шутка: «На сколько лет отстали? — Отстали навсегда». Но реальная история убеждает, что любое отставание, как и прорыв, временны. Я с удивлением прочитал, что в начале XIX в. Китай был умирающей страной из-за повсеместного распространения наркотиков. Но появились соответствующие люди, пассионарии в каком-то смысле, и ситуация изменилась. А вот какие именно отрасли науки и технологии развивать — это вопрос стратегического планирования со стороны нашего высшего руководства, министерств и академии наук. Конечно, надо признать, что в системе форсайтов не все люди, так сказать, отдают себя поискам истины. Хотя в принципе такие идеологии развиваются, в том числе и в рамках технологических платформ.

Времена сейчас непростые, но их нельзя отнести к тяжелым. В истории ТГУ и отечественной высшей школы в целом были гораздо более трудные моменты. В частности, в военное время практически все площади Томского университета передали на нужды оборонных производств. Здесь — в главном корпусе — располагался завод. Когда в 1942 г. встал вопрос о его расширении за счет строительства новых площадей, ректор университета с группой профессоров написали очень опасное письмо лично Сталину, в котором доказывали, почему этого делать нельзя. Их послание заканчивалось потрясающе: мы знаем, что победа будет за нами и университет обязательно снова будет работать. Сталин согласился с доводом: личным распоряжением запретил пристройки к главному корпусу и даже выделил средства на восстановление ветшающих зданий. Так что, я думаю, все преодолимо.

— А как же дискуссии об «утечке мозгов» по экономическим мотивам, о том, что нам их никогда не вернуть и даже не купить? Сейчас все-таки не военное время. В достаточной ли степени государство финансирует науку или саму цепочку движения денег надо выстраивать по-другому?

— Конечно, в абсолютных цифрах средств всегда недостаточно, надо поднимать заработную плату, решать множество других проблем. В прошлом году наш бюджет составил 3,9 млрд руб., из них лишь 1,7 млрд руб. мы получили от государства. В основном, конечно, по учебным программам, и очень мало — по науке. При этом заработали на ней 1,2 млрд руб., а могли бы больше, если бы нынешняя система конкурсов работала иначе. Сейчас мы вынуждены устраивать неестественную внутреннюю конкуренцию между коллективами: по целому ряду конкурсов можно подавать только одну заявку от университета. А бывает, я точно знаю, что наши способны выиграть обе. Именно в этом смысле денег не хватает. Если же смотреть на динамику государственного финансирования, которое выделяется на университетский уровень, то, безусловно, мы видим постоянное увеличение объемов.

— А у вас как ученого остается время и желание заниматься научной деятельностью? Не жалеете, что чем-то пришлось пожертвовать? Это ведь своя реальность, творческий полет...

— Формально я наукой занимаюсь, даже участвую в написании статей. Но я работал в физико-техническом институте и понимаю, что науке надо отдавать себя целиком. Потому что наука — это не работа, а образ жизни. А себя я расцениваю как человека, который содействует развитию науки. Признаться, я немного завидую коллегам-ученым, но ни о чем не жалею. Заниматься развитием университета не менее интересно. ■

Подготовили Ольга Левицкая и Ольга Платицына

Информационные возможности ТГУ

Телепорт — станция космической связи Томского университета. С точки зрения мощности она не имеет аналогов за Уралом. Телепорт ТГУ способен обслуживать более 5 тыс. абонентов одновременно и дает возможность пользоваться технической и программной базами университета в режиме удаленного доступа.

СКИФ Cyberia — самый мощный российский вычислительный ресурс за Уралом. Он способен производить 63,7 трлн операций в секунду и хранить до 100 трлн байт данных. Возможности этого суперкомпьютера подкреплены наличием в ТГУ Центра обработки данных, состоящего из 250 серверов, который анализирует потоки

информации с группы спутников «Ямал» и «Газпром космические системы». Будучи объединенными посредством Томского телепорта, СКИФ и ЦДО позволяют создавать системы мониторинга различных природных и техногенных процессов.

Томский региональный центр коллективного пользования научным оборудованием — единственный за Уралом испытательный центр, получивший право на тестирование продукции наноиндустрии. Парк приборов ТРЦКП огромен, а исследовательский диапазон охватывает множество областей от радиофизики до археологии.



135 И ЭТО ТОЛЬКО НАЧАЛО

Когда впервые попадаешь в оборудованные по последнему слову техники научные лаборатории старейшего вуза Сибири, сразу обращаешь внимание на большое количество молодых людей. Совсем еще юные студенты наравне со своими преподавателями проводят эксперименты, пишут научные работы, предлагают иногда наивные, но порой и абсолютно новаторские идеи

Столь раннее погружение в науку — один из принципов, по которым развивается на протяжении всей своей немалой истории Томский государственный университет, получивший в 2010 г. категорию «национальный исследовательский университет». Созданный в 1878 г. по указу императора Александра II, университет обеспечивал подготовку интеллектуальной элиты не только для Сибири, но и для всей азиатской части России. Сейчас ТГУ продолжает развивать заложенные при императоре классические традиции: высшее образование должно давать человеку не только знания, но и развивать личность, обеспечивая все необходимые для свободного роста условия. Верная политика, особенно если посмотреть на то, кем и чем сегодня известен университет.

Территория инноваций

Томский государственный университет — одно из первых российских высших учебных заведений, взявшее курс на инновационную деятельность. Начиная с открытия первого инновационного центра для вузов Сибири в 1993 г. и участия в учреждении первого технопарка, ТГУ продолжает развиваться в этом направлении. После победы в конкурсе на присвоение категории «национальный исследовательский университет» последовали государственные проекты, благодаря которым в ТГУ появились две международных лаборатории. Лабораторией наноструктурных поверхностей и покрытий руководит профессор Университета Страны Басков Евгений Чулков-Савкин, а лабораторию когнитивных исследований и психогенетики возглавила доктор психологии Юлия Ковас из Великобритании.

В прошлом году разработки томских ученых стали основой нового опытно-промышленного производства кристаллического глиоксала, которое было открыто в наукограде Бийске Алтайского края. Первое российское предприятие, которое производило глиоксаль, было построено в 2009 г. в Томске. Над этой задачей ученые работали более десяти лет, а решающий рывок сделали научные сотрудники из лаборатории каталитических исследований Томского государственного университета.

Благодаря этим разработкам была достигнута техническая чистота 40-процентного водного раствора глиоксала, достаточная для деревообрабатывающих, кожевенных, клеевых и лакокрасочных производств.

Но группа ученых, в которой есть и студенты, не остановилась на достигнутом и доказала возможность получения из технического водного раствора глиоксала чистого продукта — кристаллического глиоксала. Именно это вещество, которое раньше отечественные предприятия были вынуждены втридорога покупать за границей, сейчас уже начали производить в Бийске.

Вторым проектом стала разработка комплекса средств для проектирования, изготовления и испытаний электронных модулей на основе уже существующей технологии систем на кристалле. С помощью этих разработок в Железногорске будет построена новая высокотехнологичная линия по производству унифицированных электронных модулей для космической промышленности.

Энергия науки

Еще одно уникальное производство было запущено в 2012 г. Сибирским ботаническим садом Томского государственного университета совместно с томским объединением «САВА»: полезные для здоровья энергетические напитки, в состав которых входят экстракт корня родиолы розовой — редкого лекарственного растения, занесенного в Красную книгу.

Для того чтобы полезный энергетик появился на томском рынке, должны были соединиться два фактора. Во-первых, требовались научные разработки, касающиеся целебных свойств растения и способов его выращивания. Такие исследования в Ботаническом саду ТГУ ведутся с 1972 г. Вторым фактором стала готовность производственного предприятия использовать достижения ученых.

Прошлый год вообще оказался плодотворным для биологов ТГУ: диплом за открытие получил старший научный сотрудник лаборатории экологической инженерии и биотехнологии НИИ биологии и биофизики ТГУ Владимир Калюжин. Его научная работа посвящена механизмам адаптации живых организмов к изменяющимся условиям окружающей среды. Чтобы изучать

Томский университет указом президента РФ внесен в Государственный свод особо ценных объектов культурного наследия народов Российской Федерации. ТГУ занимает:

- ✓ третье место среди российских вузов в мировом рейтинге *Webometrics* после МГУ и СПбГУ;
- ✓ шестое место в мировом рейтинге *THE* среди российских участников ТОП-500;
- ✓ седьмое место в национальном рейтинге агентства «Интерфакс» и радиостанции «Эхо Москвы».



! Справка

28 мая 1878 г. указ о создании первого сибирского Императорского университета в Томске подписал император Александр II.

биокинетические процессы, был выбран классический модельный объект — дрожжи. Исследования проводились с помощью уникальной установки — турбидостата. Более трех лет пришлось настраивать аппарат и отрабатывать методику, чтобы система стала давать стабильный результат. Аппарат позволяет осуществлять авто-селекцию микроорганизмов с конкретно заданными свойствами. В работе рассматривалось поведение дрожжевых микроорганизмов при различных условиях обитания. Но главный акцент сделан на адаптации к температурному фактору. Эта проблема сейчас чрезвычайно актуальна в связи с глобальным потеплением: смогут ли живые организмы так же успешно существовать и размножаться в условиях изменения температуры атмосферы? Видимо, да: по крайней мере микроорганизмы способны выдержать процесс глобального повышения температуры. Опыты ученых ТГУ это доказали.

Признаны в Европе

Фундаментальный подход к образованию и науке дает о себе знать: сегодня физики ТГУ — единственные представители России в европейском проекте *ExoMet EU*. Полное название проекта — «Физические методы обработки жидких легких сплавов под воздействием внешних полей». Выполняется он в рамках Седьмой рамочной программы Европейского союза. Основная задача *ExoMet* — разработка новых технологий обработки жидких металлов при помощи внешних полей. Эти технологии позволят коренным образом изменить подход к управлению микроструктурой металлических сплавов и композитов. «Мы достаточно давно занимаемся использованием наночастиц в высокоэнергетических материалах, а их применение в специальной металлургии — наше новое направление, — говорит исполнитель проекта, профессор физико-технического факультета ТГУ Александр Ворожцов. — В частности, мы берем нанопорошки алюминия и алмаза, определенным образом обрабатываем эту смесь и получаем легкий материал, который содержит упрочняющие элементы, что повышает важные для металла характеристики, например электропроводность».

Томские физики уже давно сотрудничают с европейскими коллегами и были приглашены в программу как ведущие специалисты в области создания новых легких материалов повышенной прочности. Научная группа под руководством профессора Ворожцова в рамках проекта занимается разработкой технологии использования нанопорошков с заданными свойствами для повышения прочности легких металлов, а также их тестированием и сертификацией в соответствии с европейскими стандартами.



Возможности Томского университета в научной и образовательной сфере привлекают партнеров со всех уголков земного шара. Университет прочно интегрирован в мировое образовательное пространство благодаря реализации совместных учебных и научных программ с ведущими вузами и научными центрами мира и проектов по самым престижным грантам крупнейших фондов, а также участию в международных программах *TEMPUS* *TACIS* (17 проектов) и т.д. Инновациям в ТГУ есть где развиваться: высокотехнологичная база включает в себя 48 научно-образовательных центров, 12 центров коллективного пользования, Межвузовский центр подготовки кадров для технико-внедренческой зоны, суперкомпьютер СКИФ *Cyberia* (63,7 Тфлопс), мощную приемо-передающую станцию спутниковой связи (телепорт) и др.

Уникальное преимущество Томского университета состоит в гармоничном развитии всего спектра гуманитарных, физико-математических и естественных наук, которое позволяет расширять междисциплинарные исследования и добиваться синергетического эффекта при решении сложнейших фундаментальных и прикладных задач современной экономики и общественной жизни.

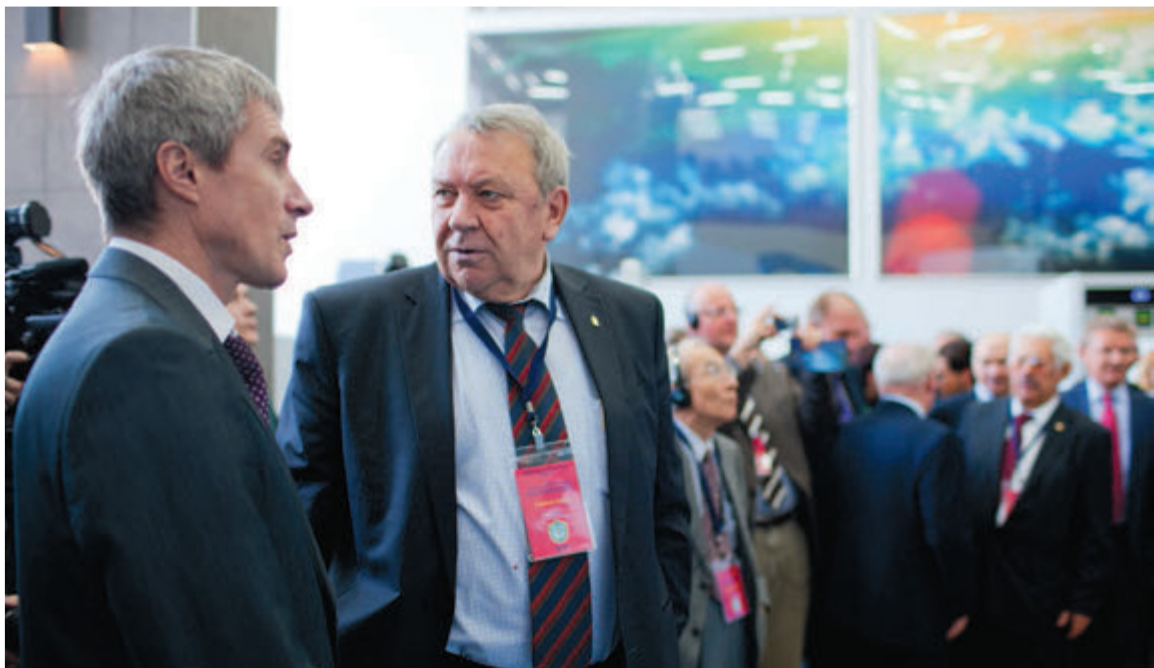
В этом году Национальный исследовательский Томский государственный университет отмечает свой юбилей. 135 лет назад Сибирский университет стал первым центром науки, просвещения и культуры на огромных российских просторах от Урала до Тихого океана. Он определил и дальнейшую судьбу Томска как университетского города. Сегодня ТГУ продолжает оставаться гордостью России, сердцем Томской области, душой города Томска.

Подготовил Кирилл Сергеев

Владимир Евгеньевич Фортон — академик, доктор физико-математических наук, профессор, главный редактор журнала «В мире науки / *Scientific American*». Автор около 500 научных работ и 40 монографий, переведенных на иностранные языки. Область научных интересов — энергетика, теплофизика сильных ударных и детонационных волн, физика плазмы и физической механики.



ЕСЛИ ЗВЕЗДЫ зажигают — ЗНАЧИТ кто-то этому научился



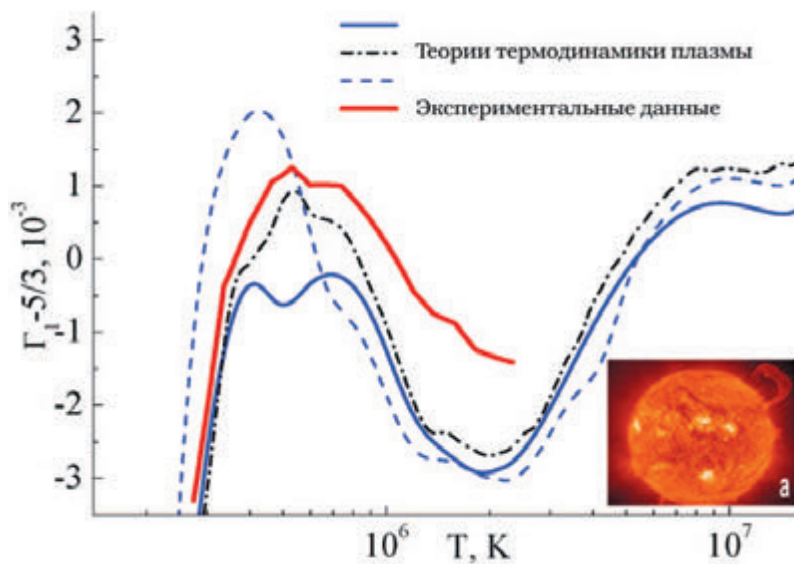
Космонавт С.К. Крикалев (слева) и академик В.Е. Фортков
на открытии центра «Плазменные исследования и технологии»

10 апреля текущего года в Бауманском университете прошло торжественное открытие центра «Плазменные исследования и технологии» — уникального научно-образовательного и инжинирингового комплекса, не имеющего аналогов в России. О том, зачем центр создан и чего можно ждать от плазменных технологий, нам рассказал директор Объединенного института высоких температур действительный член РАН
Владимир Евгеньевич Фортков

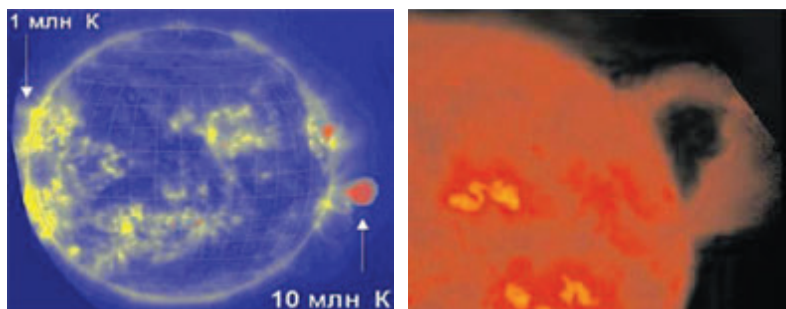
Создавать центры под крупных ученых — инициатива Министерства образования и науки РФ. Идея состоит в том, чтобы приглашать в Россию наших специалистов, уехавших за границу, или привлекать лучших ученых-иностранцев. Дать им хорошее финансирование, обеспечить условия, предоставить современное оборудование, с тем чтобы они, с одной стороны, учили студентов на самом современном научном уровне, а с другой — двигали вперед российскую науку. Кроме того, необходимо укреплять связи как между

нашими коллективами, так и с теми, которые работают за границей. В данном случае речь идет о двух специалистах. Один из них — Грегор Морфилл, директор Института им. Макса Планка, иностранный член РАН. Второй — Алексей Анатольевич Ивлев, который в свое время окончил МГТУ им. Баумана (тогда еще МВТУ), работал у нас, потом уехал по обмену в Германию и попал в лабораторию Грегора Морфилла. Сейчас это авторитетный ученый мирового уровня. Идея состояла в том, чтобы объединить усилия Бауманки и Общества им. Макса Планка.

СОЛНЕЧНАЯ «СЕЙСМОЛОГИЯ»



ВСПЫШКА И ПЛАЗМЕННЫЙ ВЫБРОС НА СОЛНЦЕ



частиц, которые двигаются сочень высокой скоростью. Ее трудно получить, поэтому она в сравнении с другими состояниями менее всего изучена. Для того чтобы обычное вещество перешло в состояние плазмы, нужно нагревать его до сверхвысоких температур или сжимать до очень больших давлений. В нашей лаборатории было показано, что при давлениях порядка миллиона атмосфер даже холодное вещество, если его сжать, переходит в ионизованное состояние, т.е. в состояние плазмы.

С плазмой связывают реализацию многих энергетических и космических проектов. Наиболее интересный — управляемый термоядерный синтез. Для того чтобы пошла реакция синтеза, слияния, нужно иметь очень высокую температуру и крайне высокие давления. Такие условия, подходящие для возникновения «термоядерного горения», можно создать при помощи мощного лазерного излучения. Впервые такое «горение», только инициированное не лазером, а ядерным зарядом, было реализовано более 50 лет назад, когда была взорвана первая водородная бомба. Однако такой взрыв — процесс неуправляемый, пригодный только для разрушения. Чтобы использовать его для созидания, надо научиться его контролировать. Сделать процесс управляемым и в тех размерах, как говорят физики, в которых можно исполь-

За этим стоят наше многолетнее сотрудничество, совместные конференции, обмен приборами, оборудованием и специалистами. На МКС экипажи выполняют работы по нашей совместной программе. Этот центр должен стать примером эффективного неформального взаимодействия. Для меня было важно сделать так, чтобы эта инициатива не превратилась в показуху, во внешнюю демонстрацию чего-то при малом эффекте. Кажется, мне это удалось.

Четвертый агрегат

Плазма — это, как написано в школьных учебниках, «четвертое агрегатное состояние материи» наряду с твердым, жидким, газообразным. Если не брать в расчет темную материю и черную, скрытую энергию, то плазма — самое распространенное состояние вещества. 95% материи во Вселенной приходится на ее долю; по сути, все действующие звезды — это плазма.

От других агрегатных состояний она отличается крайней неупорядоченностью. Плазма состоит из заряженных

зывать его энергию для получения электрической энергии, — очень трудная задача.

Одно из перспективных современных направлений — попытка поджечь термоядерную реакцию в горячей плазме. Нобелевские лауреаты Андрей Дмитриевич Сахаров и академик Игорь Евгеньевич Тамм в свое время предложили идею магнитного удержания плазмы, когда магнитное поле отжимает плазму от стенок, и она «висит» в нем. Тогда возникли токамаки (ТОроидальные КАмеры с МАгнитными КАтушками) — магнитные установки для удержания плазмы. Сегодня международная коллаборация ученых строит крупную установку, которая называется *ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor, Международный термоядерный экспериментальный реактор)*. Россия в этом проекте — один из основных участников. Руководитель проекта — академик РАН Евгений Павлович Велихов, задействованы многие наши специалисты из Курчатовского института, Института ядерной физики Новосибирска.

Другое направление связано с реакцией в форме микровзрывов, когда берется маленькая крупинка дейтерий-тритиевого льда, облучается мощным лазерным излучением, в результате чего возникает микровспышка. Мощность этой вспышки составляет порядка 20–50 кг тротилового эквивалента. По сути, это взрыв. У нас в институте есть большая взрывная камера, где мы исследуем процессы микровзрыва и пытаемся понять, как его можно преобразовать в энергию.

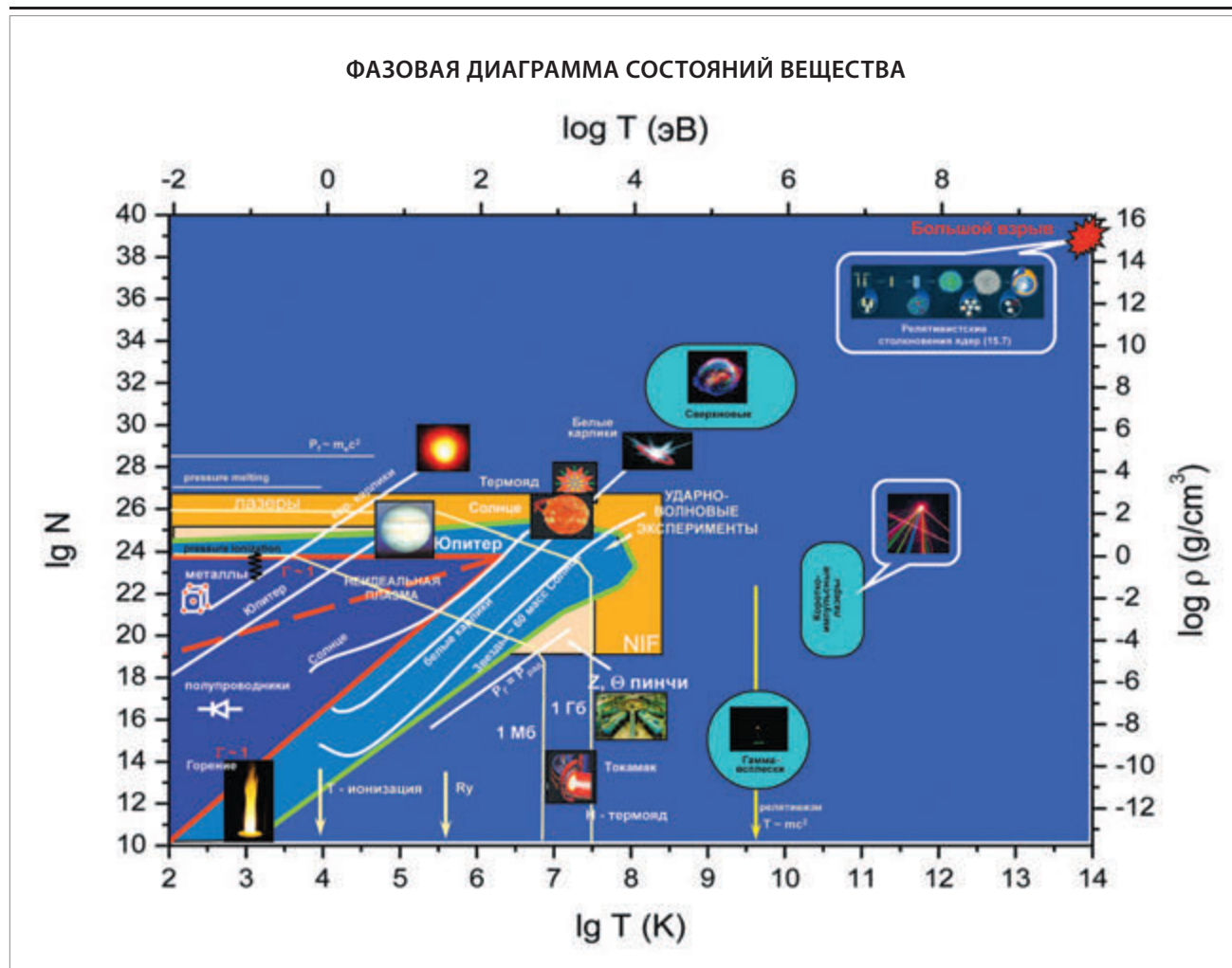
Сегодня много говорят про термоядерный реактор, раньше говорили еще больше. В свое время академик Лев Андреевич Арцимович сказал, что термоядерная энергия появится тогда, когда человечеству это будет действительно необходимо. Сегодня стоимость энергии, которая получается из термояда, по сравнению с энергией, полученной при сжигании углеводородов, крайне велика. Однако наглядно продемонстрировано, что ничего фантастического в этом нет.

Вся полезная энергия на Земле, вся жизнь существует за счет использования термоядерной энергии Солнца. Физики не сомневаются, что эта реакция — ведущая, что она питает Солнце, его различные эволюционные цепочки развития. Наша звезда — термоядерная бомба,

которая взрывается уже более 4 млрд лет, электростанции — преобразователи энергии Солнца в электрический ток. Нас бы не было, если бы не работал солнечный термоядерный реактор. Сделать установку, в которой бы работала термоядерная реакция в чистом виде, чтобы она была продолжительной, шла при контролируемой температуре и нужной концентрации, — трудная инженерно-техническая задача. Токамаки — это направление, через которое люди сейчас стараются эту идею реализовать. Но даже если все будет сделано и ITER заработает, надо понимать, что получаемая на нем энергия должна быть конкурентоспособна на рынке. Это случится, если углеводородное топливо будет дорогим. По сегодняшним оценкам, выработка термоядерной энергии будет рентабельной в случае, если стоимость барреля превысит \$500. Тогда, если верить Арцимовичу, термояд и заработает. Это серьезная проблема и вызов человечеству. Я убежден, что она будет решена.

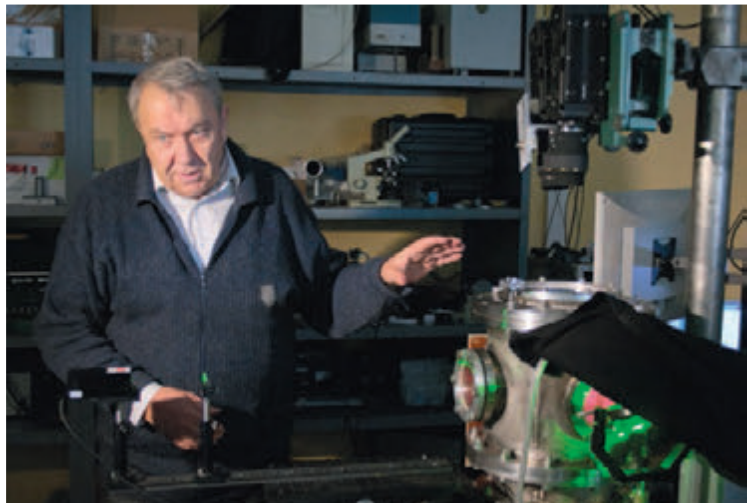
Плазма на службе

Плазма уже широко применяется и в повседневной жизни. Плазменные телевизоры, плазменные экраны всем известны. Рынок такой техники составляет сотни





Физика плазмы немыслима без высокотехнологичной аппаратуры



В.Е. Фортов перед вакуумной камерой

миллиардов долларов. Сегодня нет ни одного автомобиля, детали которого не были бы упрочнены при помощи плазменных потоков. Существует специальная отрасль промышленности — плазмохимия, в которой плазмохимические реакторы используются для получения и модификации свойств разных полезных химических продуктов типа полиэтилена и подобных полимеров. Плазма работает и в полупроводниках, в современных микро- и нанoeлектронных системах. Жорес Иванович Алферов получил Нобелевскую премию за блестящую работу в этой области.

В последнее время появилась еще одна специальная наука — плазменная медицина. Многие болезни, микробы, больные клетки могут эффективно уничтожаться при помощи лазерных воздействий. Плазменной струей можно убивать бактерии, резистентные к антибиотикам. Мы разработали для этого специальный прибор и уже получили разрешение на его масштабные клинические испытания. Надеемся, что это поможет людям.

Там работает электронный пучок. Электроны разгоняются до больших скоростей, температура высокая, ионы холодные, происходит сверхвысокочастотный разряд. Если вы такой плазменной струей воздействуете как электрической дугой на живую ткань, то она ее не сожжет, но микробы будут уничтожены.

Если говорить о других практических приложениях, то есть варианты, как сепарировать мелкие частицы. Для медицины, биологии крайне важно иметь частички одного размера, если в ансамбле среди маленьких появляется большая частица, это плохо. Наши системы позволяют эффективно разделить маленькую и большую фракции. Сейчас мы работаем над ядерной батареей, когда кристаллы дают ультрафиолетовое излучение, которое попадает на фотоприемник. Это прямое преобразование ядерной энергии в электричество. И это лишь малая часть приложений, в которых наши плазменные технологии могут сыграть важную роль.

Физика плазмы для молодых специалистов — одна из самых перспективных областей приложения сил, ума и энергии





Открытие центра вызвало большой интерес



Слева направо: космонавт С.К. Крикалев и академики РАН физик В.Е. Фортов и химик С.М. Алдошин

Кристалльное пламя

О физике плазмы нельзя говорить однозначно. Плазма возникает в самых разнообразных технических устройствах и космических объектах. Она бывает релятивистская, низкотемпературная, жидкая, жидкоподобная, кристаллическая. Люди даже сумели выстроить из плазмы кристаллы. Нельзя сказать, что есть лишь одна проблема, решение которой откроет дорогу к процветанию. Каждая ситуация сложна по-своему.

Сегодня интереснейшая область — это плазма, возникающая при лазерном взаимодействии. Люди научились концентрировать лазерное излучение на маленьких поверхностях и получать высокую плотность мощности — до 10^{23} Вт/см². Скорости электрона в таком интенсивном световом поле становятся релятивистскими, порядка скорости света. Существуют режимы, когда такая среда — вакуум — становится неустойчивой по отношению к рождению электрон-позитронных пар. При больших плотностях возникают гравитационные волны. Это увлекательнейшая область науки, но и в ней есть свои проблемы.

В нашем институте удалось впервые получить кристаллическую плазму. Есть иерархия четырех фазовых состояний. Подразумевалось, что каждое следующее состояние — более неупорядоченное, чем предыдущее. У кристалла есть решетка, выстроенная в некую форму разной степени совершенства. Когда вы нагреваете кристалл, решетка становится все более и более неупорядоченной. Обычная плазма в лампе дневного света или в ксеноновой лампе — это быстрые движения электронов и ионов. Там нет структуры, но если вы определенным образом устроите сильное взаимодействие между частицами, то такая плазма замерзнет, кристаллизуется — и вы увидите плазменные кристаллы.

Самое главное, ради чего стоит заниматься наукой, — это попытки увидеть что-то новое и понять, как устроен мир. Здесь мы впервые наблюдаем за поведением твердого тела своими глазами. Чтобы увидеть атомы, расположенные в обычной материи, нужно перейти

в рентгеновский диапазон излучения, на очень короткие длины волн, чтобы они были сравнимы с размером атома. При помощи дифракции вы можете посмотреть, как устроена атомная решетка. Кристалл интересен тем, что вы видите, как он выстроен, затем вы можете наблюдать, как происходит развитие дислокаций, движение солитонов, их отражение, как распространяются ударные волны. Мы уже довольно давно ведем такие эксперименты в космосе.

Уникальный космический эксперимент, который мы начали еще на станции «Мир» в 1998 г. и который сейчас продолжается на МКС, называется «Космический кристалл». Это вакуумная камера, в которой стоят электроды, к ним прикладывается переменное напряжение, возникает СВЧ-разряд, в него попадают маленькие частички пластика. В результате того, что на них «налипает» большой электрический заряд, примерно 10 тыс. зарядов электрона, эти частички начинают зависать и выстраиваться в кристалл, который можно видеть, а лазер позволяет на эти частички воздействовать. Мы можем их сжимать, расширять, пускать ударные волны. Такая же система находится в космосе, и космонавты проводят на ней эксперименты. Отличие в том, что у нас гравитация есть, а там нет. Специалист видит интересный эффект, связывается с космонавтом и диктует, какие действия он должен совершить для того, чтобы получить схожий эффект, только без вмешательства гравитационных сил. Обойтись без человека в этом деле пока нельзя, т.к. невозможно предусмотреть все варианты, которые возникнут в ходе эксперимента. Новое непредсказуемо. Мы довольны таким сотрудничеством и очень быстро продвигаемся вперед.

Плазменные технологии — это реальный завтрашний день человечества. Наш центр — еще одна серьезная ступенька, ведущая к их постижению. В конце концов, всем известно, что через несколько миллиардов лет наше Солнце погаснет. И нам надо будет к тому времени научиться зажигать звезды самостоятельно. ■

Подготовил Валерий Чумаков





Хизер Прингл

**КАК
ПОЯВИЛОСЬ
ТВОРЧЕСКОЕ
МЫШЛЕНИЕ**

Новые данные об изобретательности древних людей свидетельствуют о том, что творческие способности начали развиваться у наших предков намного раньше, чем считалось прежде

ОБ АВТОРЕ

Хизер Прингл (Heather Pringle) — популяризатор науки из Канады, автор статей и редактор в журнале *Archaeology*.



Без даты и подписи, в ярком свете, за толстым стеклом весит в Лувре экспонат под инвентарным номером 779. Каждое утро, кроме вторника, когда музей закрыт, в начале десятого парижане и туристы, любители искусства и любознательные посетители наводняют зал. Их приглушенные голоса сливаются в непрерывный гул, подобный жужжанию пчелиного роя, кто-то вытягивает шею, чтобы лучше увидеть, другие поднимают вверх руки с мобильными телефонами. Большинство этих людей наклоняются вперед и смотрят с восторженным удивлением на лица: они изучают одно из самых знаменитых творений человечества — «Мону Лизу» Леонардо да Винчи.

Созданная еще в начале XVI в., «Мона Лиза» (она же «Джоконда») обладает таинственной, неземной красотой, какой не было на портретах, существовавших ранее. Леонардо, мечтавший творить чудеса, для создания этой картины разработал новую художественную технику, которую назвал сфумато (в буквальном переводе с итальянского — «исчезающий, как дым»). В течение нескольких лет он рисовал тончайшими (некоторые не толще эритроцита) слоями прозрачной глазури, по-видимому, используя чувствительные кончики пальцев. Постепенно наложив около 30 слоев один на другой, Леонардо тонко смягчил линии и цветовые переходы так, что кажется, будто все покрыто дымчатой вуалью.

Очевидно, что Мона Лиза — творение изобретательного гения, шедевр, стоящий в одном ряду с музыкой Моцарта, ювелирными украшениями Фаберже, танцами Марты Грэм и другим, что причисляется к классическому искусству. Но эти прославленные работы — всего

лишь величайшие проявления свойства, которое давно считается частью нашей человеческой сущности: способности создавать что-то новое и нужное, умения постоянно совершенствовать конструкции и технологии, начиная от недавно созданных японских машин без выхлопных газов и заканчивая стоящими на стартовых площадках NASA космическими кораблями с солнечными батареями. Археолог Кристофер Хеншилвуд (Christopher Henshilwood) из Университета Витватерсранда в Йоханнесбурге говорит, что современные люди — изобретатели: «Мы постоянно экспериментируем и совершенствуем технологии».

Ученые пристально изучают путь к этой кажущейся безграничной способности к творчеству: люди не всегда были способны изобретать с такой скоростью. Хотя человеческая родословная начинается примерно 6 млн лет назад в Африке, наши далекие предки почти не оставили после себя видимых свидетельств изобретательности древнее, чем 3,4 млн лет; приходится предполагать, что до того они добывали растительную и животную пищу с помощью рук или не сохранившихся палок для копания или нападения. Затем, в определенный момент, наши кочующие предки с помощью камней начали откалывать кусочки гальки, создавая таким образом режущие орудия. Несомненно, это было удивительное изобретение, но потом последовал длительный период творческого затишья. Наши прародители, по-видимому, делали свои многофункциональные ручные рубила одним и тем же способом на протяжении 1,6 млн лет. По словам Салли Макбрерти (Sally McBrearty), археолога из Коннектикутского университета, «такие орудия на редкость стереотипны».



ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Долгие годы ученые думали, что древние люди не имели развитого творчества, а потом, примерно 40 тыс. лет назад, произошла резкая творческая вспышка.
- Недавние археологические находки свидетельствуют о том, что такие вспышки бывали у наших предков и гораздо ранее.
- Эти находки позволяют считать, что человеческая способность к изобретению чего-то нового появилась сотни тысяч лет назад и обусловлена одновременно биологическими и социальными причинами.

Находки

БРОЖЕНИЕ ГЕНИАЛЬНОСТИ

Удивительно ранние образцы технических и культурных изобретений свидетельствуют о том, что человеческая способность к творчеству постепенно накапливалась несколько сотен тысяч лет, а потом наконец выплеснулась 90–60 тыс. лет назад в Африке и 40 тыс. лет назад в Европе. Такие социальные факторы, как рост численности, по-видимому, расширили способности наших предков изобретать что-то новое, повысив вероятность того, что кто-то в группе придумает перспективную технологию и что идея разойдется за счет общения между группами. На рисунке приведена хронология самых древних из известных сегодня свидетельств важных нововведений, благодаря которым наша культура подошла к «точке кипения».

164 тыс. лет назад
Каменные орудия, для создания которых нагревали исходный материал. Пиннакл-Пойнт, Южная Африка.



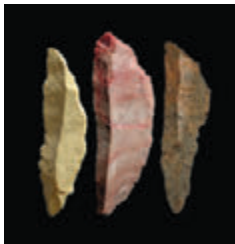
1 млн лет назад
Обгорелые кости и растительные материалы, свидетельствующие об использовании огня. Пещера Вондерверк, Южная Африка.

500 тыс. лет назад
Составные орудия — каменные наконечники, закреплявшиеся на деревянных древках. Кату-Пан-1, Южная Африка.

3,4 млн лет назад
Кости животных со следами порезов. Дикике, Эфиопия.

2,6 млн лет назад
Камни со сколами, использовавшиеся в качестве орудий. Када Гона, Эфиопия.

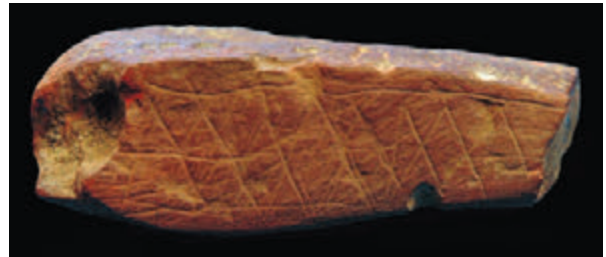
1,76 млн лет назад
Каменное орудие со сколами с двух сторон. Озеро Туркана, Кения.



71 тыс. лет назад
Наконечники стрел. Пиннакл-Пойнт, Южная Африка.

100–75 тыс. лет назад
Гравировка на охре (гидрат окиси железа). Пещера Бломбос, Южная Африка.

77 тыс. лет назад
Матрацы, отпугивающие насекомых. Пещера Сибуду, Южная Африка.



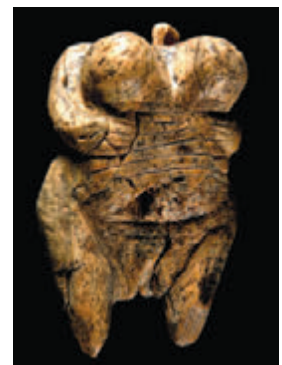
40–30 тыс. лет назад
Швейные иглы. Стоянка Костенки, Россия.



43–42 тыс. лет назад
Музыкальные инструменты (флейты). Пещера Гайсенклестерле, Германия.



41–37 тыс. лет назад
Наскальная живопись. Пещера Эль-Кастильо, Испания.



40–35 тыс. лет назад
Статуэтки. Пещера Холе-Фельс, Германия.



Когда же все-таки человеческий разум начал бурлить новыми идеями в области технологий и искусства? До недавнего времени большинство исследователей считали, что это произошло в начале позднего палеолита, 40 тыс. лет назад, когда у *Homo sapiens* в Европе начался казалось бы неожиданный, невиданный бум изобретательства: изготовление бус из раковин, украшение стен пещеры изящными изображениями туров и других животных ледникового периода, создание большого количества новых каменных и костяных орудий. На основе подобных находок родилась широко известная теория, что в то время генетические мутации способствовали внезапному скачку человеческого мышления, и это привело к «большому творческому взрыву».

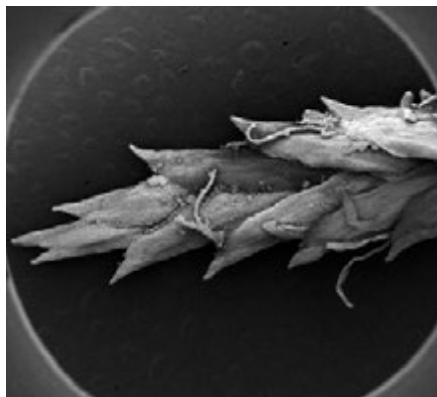
Однако новые данные ставят под сомнение мутационную теорию. За последнее десятилетие археологи обнаружили намного более древние свидетельства наличия искусства и развитой технологии; это значит, что человеческая способность создавать новое начала развиваться значительно раньше, чем считалось, — еще даже до возникновения *Homo sapiens* 200 тыс. лет назад. Но, хотя

творческая искра появилась у человека еще на ранних этапах развития, тысячелетиями она тлела, прежде чем полностью разгорелась у нашего вида в Африке и Европе. Судя по всему, способность творить что-то новое не возникла внезапно на поздних этапах эволюции, а набирала обороты на протяжении сотен тысяч лет, подпитываемая сложной смесью биологических и социальных факторов.

Так в какой же период человечество начало думать нестандартно, и сочетание каких факторов в итоге раздуло творческое пламя? Чтобы понять, как все развивалось, требуется распутать несколько нитей, составляющих настоящую детективную историю. И начать надо с того, что биологические основы нашей изобретательности залегают гораздо глубже, чем считалось ранее.

Зарождение изобретательности

Археологи долгое время рассматривали развитую способность к символизации как единственный и наиболее важный признак современного человеческого мышления, в большой степени потому, что это свидетельствует о способности к речи (а это чисто человеческий признак).



Древний разум: в результате тщательных раскопок в пещере Сибуду в Южной Африке (слева) найдены доказательства того, что их обитатели делали матрацы (сверху справа) из растений (снизу справа), отпугивающих насекомых, примерно на 77–50 тыс. лет раньше, чем считалось до сих пор

Следовательно, эффектные пещерные рисунки позднего палеолита однозначно говорят о существовании людей, которые думали так же, как и мы. Но в последнее время специалисты начали искать намеки на другие формы современного поведения и того, что ему предшествовало в археологической летописи, и тут всплыли интересные улики.

Археолог Лин Уодли (Lyn Wadley) из Университета Витватерсранда на протяжении большей части своей карьеры изучала мышление древних людей и в 1990-х гг. занималась раскопками в пещере Сибуду, расположенной в 40 км к северу от Дурбана, в Южной Африке. После двух лет поисков она со своей группой обнаружила там слой странного белого волокнистого растительного материала. На взгляд Уодли, тусклая крошащаяся масса выглядела как древний матрац из тростника или других растений. Такие матрацы люди обычно стелили на земле, чтобы сидеть или спать. Но слой мог быть сформирован и просто из принесенных ветром опавших листьев. Единственным способом отличить одно от другого было упаковать весь слой в защитную гипсовую оболочку

и доставить его в лабораторию. Уодли рассказывала: «У нас ушло на это целых три недели. Я очень нервничала и сомневалась, стоит ли тратить столько времени полевой работы?»

Но игра стоила свеч. В декабре 2011 г. Уодли с коллегами сообщили в журнале *Science*, что 77 тыс. лет назад обитатели пещеры Сибуду использовали листья только одного из многих растущих поблизости видов деревьев для изготовления матрацев. Они примерно на 50 тыс. лет древнее, чем экземпляры, найденные ранее. Особенно поразило Уодли то, насколько хорошо обитатели пещеры разбирались в местной растительности. Анализ показал, что листья принадлежали одному из видов криптокарпии (*Cryptocarya woodii*), дереву, содержащему следы естественных инсектицидов и ларвицидов, эффективно действующих против комаров, переносящих смертельные заболевания. По словам Уодли, такой матрац особенно полезно иметь тем, кто живет около реки.

Однако творческое мышление жителей Сибуду этим не ограничилось. По-видимому, они строили силки для ловли мелких антилоп и делали луки и стрелы, чтобы

добыть более опасную дичь, о чем можно судить по размерам, форме и характеру износа некоторых каменных орудий в пещере. Кроме того, охотники из Сибуду создали разные новые полезные химические соединения. На каменных наконечниках из пещеры группа Уодли выявила клей, с помощью которого они крепились к деревянным древкам. Потом ученые приступили к воссозданию клея, смешивая разное количество охры с растительной смолой и нагревая смесь на костре. В журнале *Science* они написали, что обитатели Сибуду уже «70 тыс. лет назад проявили себя как компетентные химики, алхимики и пиротехники».

Недавно в Южной Африке археологи также обнаружили следы многих других ранних изобретений. Например, охотники и собиратели, жившие в пещере Бломбос 100–72 тыс. лет назад, вырезали узоры на кусках охры, делали шила из костей (вероятно, для шитья одежды из шкур), украшали себя бусами из блестящих ракушек и создали художественную мастерскую, где растирали красную охру и хранили ее в древнейших емкостях из морских раковин. Дальше на запад, на стоянке Пиннакл-Пойнт 164 тыс. лет назад люди делали

«Дело не в том, насколько ты умен. Дело в том, насколько ты общителен».

Марк Томас,
Университетский колледж Лондона

каменные орудия, постепенно нагревая куски силиката (горной кремниевой породы) на регулируемом огне для получения блестящего, легко раскалывающегося материала. По словам Хеншилвуда, были обнаружены такие формы поведения, о которых десять лет назад ученые даже не подозревали.

Техническая изобретательность — не уникальное свойство исключительно современного человека, другие виды также обладали творческой жилкой. Группа исследователей из Флорентийского университета, работая в северной Италии под руководством археолога Пауля Петера Антони Маццы (Paul Peter Anthony Mazza), обнаружила, что неандертальцы, наши близкие родственники, пришедшие 300 тыс. лет назад первыми в Европу, примерно 200 тыс. лет назад создали дегтярный клей, чтобы прикреплять каменные наконечники к деревянным палкам. Кроме того, в статье, опубликованной в ноябре 2012 г. в *Science*, сказано, что каменные наконечники из местонахождения Катун-Пан-1 в Южной Африке 500 тыс. лет назад закреплялись на копьях, принадлежащих *Homo heidelbergensis*, последним общим предкам неандертальцев и современных людей. А в пещере Вондерверк в Южной Африке древний слой, содержащий растительную золу и кусочки обгорелых костей, свидетельствует о том, что еще живший около миллиона лет назад *Homo erectus* научился разжигать костры для тепла и защиты от хищников.

Даже у очень далеких наших предков могла при случае родиться новая идея. Группа ученых Индианского университета в Блумингтоне во главе с палеоантропологом Силеши Семая (Sileshi Semaw) нашли в двух местонахождениях рядом с рекой Када Гона в Эфиопии древнейшие из известных на сегодня каменных орудий. Это были чопперы возрастом 2,6 млн лет, оббитые представителями вида *Australopithecus garhi* или кем-то из их современников и созданные, вероятно, для срезания мяса с туш животных. Такие орудия могут показаться примитивными. Действительно, они сильно отстают от смартфонов, ноутбуков и планшетов, которые в наше время собираются на конвейерах. «Но когда мир состоял исключительно из объектов природного происхождения, способность придумать что-то и воплотить это в реальность может показаться почти волшебством», — пишут в книге «Кембриджское руководство по творческому мышлению» (*The Cambridge Handbook of Creativity*, 2010) психологи Лиан Габора (Liane Gabora) из Университета Британской Колумбии и Скотт Барри Кауфман (Scott Barry Kaufman), работающий сейчас в Нью-Йоркском университете.

Мышление и творчество

Несмотря на то что древние вспышки творчества сильно впечатляют, по глубине и широте творческих достижений разница между современными людьми и нашими далекими предками очень велика, и этому надо найти объяснение. Какие изменения в мозге отделяют нас от наших предшественников? В поисках ответа исследователи рассматривали трехмерные изображения полости черепа древних людей и изучали мозги наших ближайших живых родственников — шимпанзе и бонобо, чьи предки отделились от нас примерно 6 млн лет назад. На самом деле таким образом можно узнать только, как развивалось серое вещество человека.

Естественный отбор благоприятствовал увеличению мозга у человека. У наших родственников австралопитеков объем мозга составлял в среднем примерно 459 куб. см, приблизительно как у некоторых шимпанзе. Около 1,6 млн лет назад у человека прямоходящего (*H. erectus*) мозг увеличился больше чем вдвое и достиг в среднем 930 куб. см. А 100 тыс. лет назад у *H. sapiens* объем мозга стал в среднем 1330 куб. см. Внутри вместительного черепа примерно 100 млрд нейронов обрабатывают информацию и передают ее по 165 тыс. км миелиновых нервных волокон через 150 трлн синапсов. «И если вы посмотрите на то, как это соответствует археологической летописи, — говорит Дин Фолк (Dean Falk), палеонтолог из Университета штата Флорида, — то увидите вероятную связь между размером мозга и технической или интеллектуальной производительностью».

Но не только размер претерпел значительные изменения с течением времени. Специалист по физической антропологии из Калифорнийского университета в Сан-Диего Катерина Семендефери (Katerina Semendeferi) занимается изучением префронтальной коры — части мозга, которая, по-видимому, координирует мысли

и действия для достижения цели. Семендефери с коллегами сравнила эту область мозга у современных людей, шимпанзе и бонобо и обнаружила, что в процессе эволюции человека в ней произошли значительные изменения. Например, поле Бродмана 10, участвующее в планировании и организации поступления сенсорных сигналов, у нас примерно в два раза больше, чем у шимпанзе и бонобо. Более того, расстояния между нейронами по горизонтали увеличились примерно на 50%, дав больше пространства аксонам и дендритам. «Значит, появилась возможность создавать более сложные связи, в том числе и с отдаленными областями мозга, что привело к качественно более высокому уровню взаимодействия между нейронами», — говорит Фолк.

Сложно разобраться, как именно увеличение и перестройка мозга стимулировали развитие творчества. Но, по мнению Габора, современные исследования мышления творческих людей могут дать ключ к разгадке. Она считает, что подобные люди — превосходные мечтатели. Для решения задачи они сначала позволяют своему сознанию блуждать, при этом спонтанно, одни за другими, возникают разные воспоминания и мысли. Вольные ассоциации приводят к появлению аналогий и позволяют найти нестандартное решение. Потом, когда у таких людей уже есть смутная догадка, они переключаются в аналитический режим мышления. Они сосредотачиваются только на самых важных свойствах и начинают трансформировать идею так, чтобы она смогла работать.

Габора полагает, что, по всей вероятности, увеличение мозга улучшает способность создавать свободные ассоциации. В мозге, состоящем из многих миллиардов нейронов, можно закодировать больше стимулов. Больше нейронов будет участвовать в фиксации воспоминания о каждом конкретном эпизоде, что приведет к более точной памяти и большему разнообразию ассоциативных связей. Представьте себе, говорит Габора, что человек движется через колючий кустарник и острые шипы царапают его тело. Австралопитек мог бы запомнить такой эпизод крайне упрощенно, как некую неясную способность кустов причинять небольшую боль. Человек прямоходящий, имея большее количество нейронов, мог, вероятно, закодировать и достаточное количество подробностей данного случая, например острые шипы и свое собственное ободранное тело. Потом, когда люди начали охотиться, необходимость убить добычу могла пробудить все воспоминания, связанные с пораненным телом, и в том числе — о встрече с острыми шипами. Это воспоминание, в свою очередь, могло вдохновить на идею создать оружие с заостренным концом.

Но древние люди с большим мозгом не могли себе позволить слишком долго предаваться ассоциациям, когда одно воспоминание приводит к потоку других, как важных, так и неуместных. Их выживание в основном зависело от аналитического мышления — режима по умолчанию. Так что наши предки вынуждены были сформировать способность легко переключаться между двумя режимами, немного меняя концентрации дофамина и других нейромедиаторов. Габора предполагает, что

H. sapiens понадобились десятки тысяч лет, чтобы хорошо отрегулировать этот механизм, прежде чем они смогли в полном объеме воспользоваться творческими преимуществами большого мозга. Она со своими студентами сейчас проверяет данную гипотезу на искусственных нейронных сетях. С помощью компьютерной модели они воспроизводят способность мозга к переключению между аналитическим и ассоциативным режимами, чтобы увидеть, как это могло помочь кому-то выйти из привычной колеи и посмотреть на вещи по-новому. «Просто иметь большее количество нейронов еще не достаточно, — утверждает Габора. — Кроме этого, надо быть готовым использовать дополнительное серое вещество». Как только последний кусочек биологической головоломки встал на свое место — вероятно, немногим более 100 тыс. лет назад, — ум наших предков превратился в скрытую творческую пороховую бочку, которая должна была взорваться в определенной социальной обстановке.

Оттачивание мастерства

Осенью 1987 г. супруги-ученые из Цюрихского университета — Кристоф и Хедвиг Беш (Christophe Boesche, Hedwig Boesche) — наблюдали у группы шимпанзе в национальном парке Таи в Кот-д'Ивуаре ранее невиданный способ добывания пищи. Оказавшись рядом с обиталищем бродячих муравьев, самка остановилась и подняла прутик. Она засунула один конец в рыхлую почву около входа в гнездо и дождалась атаки муравьев-солдат. Когда темная масса продвинулась примерно на 10 см вверх по прутику, обезьяна достала его из гнезда и, ловко сунув в рот, съела муравьев. Она повторяла эту процедуру, пока не наелась досыта.

Шимпанзе хорошо умеют использовать самые разные орудия — раскалывать орехи камнями, собирать воду из дупла дерева, используя листья как губки, и выкапывать съедобные корешки с помощью палок. Но, видимо, они не способны совершенствовать эти знания или создать более продвинутые технологии. Хеншилвуд говорит, что шимпанзе может показать другому сородичу, как «удить» термитов, но они не улучшают сам способ, не пытаются сделать это разными способами, они повторяют одну и ту же стратегию снова и снова. А у современного человека таких ограничений нет. Мы ежедневно берем идеи от других людей и применяем их по-своему, вводя модификации одну за другой, пока не получится что-то новое и очень сложное. Например, никто не создал сразу все детали ноутбука, такие технологические достижения возникают за счет творческих озарений нескольких поколений изобретателей.

Это называется культурным прогрессом. Первейшая и важнейшая способность — передавать знания от одной особи к другой или от одного поколения другому до тех пор, пока кто-то идею не улучшит. В марте 2012 г. Льюис Дин (Lewis Dean), специалист по поведению приматов, работающий сейчас в Психологическом обществе в Лондоне, опубликовал в *Science* объяснение того, почему люди способны к культурному прогрессу, а шимпанзе и капуцины — нет. Дин со своей группой создали

экспериментальную установку с задачами трех уровней сложности. Потом они предложили задачи группам шимпанзе в Техасе, капуцинам во Франции и детям детского возраста в Англии. Только одна из 55 обезьян (шимпанзе) решила задачу высшего уровня сложности, затратив 30 часов. Дети справились гораздо быстрее. В отличие от обезьян, они работали сообща, разговаривали между собой, подбадривали друг друга и делились правильным направлением решения. После 2,5 часов 15 из 35 детей преодолели третий уровень.

Имея такие социальные навыки и умственные способности, наши предки могли легко передавать свой опыт, что необходимо для культурного прогресса. Однако 90–60 тыс. лет назад в Африке и 40 тыс. лет назад в Европе, чтобы запустить прогресс и подтолкнуть человека к покорению новых культурных рубежей, нужно было что-то еще. Марк Томас (Mark Thomas), специалист

**Леонардо да Винчи задумал
свою самую знаменитую
работу полтысячелетия
тому назад, а мы до сих пор
восхищаемся его гениальной
изобретательностью,
основанной на бесчисленном
множестве идей и открытий
поколений художников,
начиная с времен палеолита**

по эволюционной генетике из Университетского колледжа Лондона, думает, что такой толчок произошел за счет демографии. Его идея проста. Чем больше группа охотников и собирателей, тем выше шанс, что кто-то придумает, как улучшить технологию. Более того, особи из больших сообществ регулярно встречаются с соседями и имеют больше шансов выучить новую информацию, чем особи из малых изолированных групп. Томас считает, что дело не в уме, а в общительности.

Для того чтобы проверить данное предположение, Томас с двумя коллегами создали компьютерную модель для имитации влияния демографии на культурный прогресс. Используя генетические данные о современных европейцах, ученые сравнили численность людей в Европе сейчас и в позднем палеолите, когда творческие способности людей резко пошли в гору, и подсчитали плотность популяций. Затем таким же образом изучили африканское население, смоделировав увеличение численности и миграции. Модель показала, что 101 тыс. лет назад, как раз перед тем, как, согласно археологической летописи, новые изобретения стали появляться в областях южнее Сахары, африканская популяция достигла

той же плотности, что и европейская начала позднего палеолита. Значит, широкие социальные связи сильно способствуют творческой активности.

В ноябре 2012 г. в *Nature* были опубликованы новые археологические данные о технологическом всплеске, последовавшем за увеличением плотности популяции в Южной Африке. Примерно 71 тыс. лет назад в Пиннакл-Пойнт люди изобрели и передали другим сложный способ изготовления мелких каменных пластин для наконечников метательного оружия. Силькрет (кремниевую породу) нагревали до определенной температуры, чтобы улучшить ломкость, раскалывали на пластинки длиной чуть более 2 см и вставляли их в деревянные или костяные древки, закрепляя с помощью самодельного клея. Фиона Ковард (Fiona Coward) из колледжа *Royal Holloway* Лондонского университета и Мэт Гров (Matt Grove) из Ливерпульского университета писали в *PaleoAnthropology* в 2011 г.: «Культурным открытиям, как и вирусам, для распространения нужны совершенно особые условия — прежде всего <...> большие общающиеся друг с другом группы, способные заражать друг друга».

Это неизбежно приводит нас к сегодняшней тесноте и многолюдности. Никогда ранее люди не собирались вместе в таких больших городах, не получали доступа к огромным областям знаний одним нажатием клавиши на клавиатуре и не распространяли новые идеи, схемы и чертежи по обширнейшим социальным сетям интернет-пространства. И никогда ранее темпы создания нового не ускорялись так резко, заполняя нашу жизнь новыми фасонами одежды, новой электроникой, новыми машинами, новой музыкой и новой архитектурой.

Леонардо да Винчи задумал свою самую знаменитую работу полтысячелетия тому назад, а мы до сих пор восхищаемся его гениальной изобретательностью, основанной на бесчисленном множестве идей и открытий поколений художников, начиная с времен палеолита. И даже сейчас современные художники смотрят на «Джоконду», чтобы потом на этой основе творить что-то совершенно новое. Цепь человеческих изобретений остается непрерывной, и в нашем взаимосвязанном мире исключительный человеческий талант прокладывает путь для тех, кто придет после нас. ■

Перевод: М.С. Багоцкая

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Middle Stone Age Bedding Construction and Settlement Patterns at Sibudu, South Africa. Lyn Wadley et al. in *Science*, Vol. 334, pages 1388–1391; December 9, 2011.
- Hominin Paleoneurology: Where Are We Now? Dean Falk in *Progress in Brain Research*, Vol. 195, pages 255–272; 2012.
- Больше про ранние свидетельства человеческого творчества см. по адресу: ScientificAmerican.com/mar2013/creativity



МАЙ 1963

Феромоновые послания. «Вполне можно представить себе, что где-то в других мирах существуют цивилизации, в которых общение (обмен информацией) осуществляется исключительно путем передачи химических веществ, различающихся вкусами или запахами.

Каким бы это ни казалось маловероятным, теоретически такую возможность исключить нельзя. Создать химическую систему общения, способную с довольно высокой эффективностью передавать большие объемы информации, не так уж трудно, во всяком случае на бумаге. Разумеется, идея такой системы обмена информацией представляется крайне странной, ибо наше видение мира очень прочно и сформировано свойственными нам способами слухового и зрительного восприятия. Эта ограниченность восприятия мира наблюдается даже у исследователей, изучающих поведение животных: им больше нравятся те их виды, чьи способы общения близки к человеческим и поэтому легче поддаются анализу. Однако становится все яснее, что у многих животных (возможно, даже у большинства) химические системы — преобладающее средство общения». — Эдвард Уилсон (Edward O. Wilson).

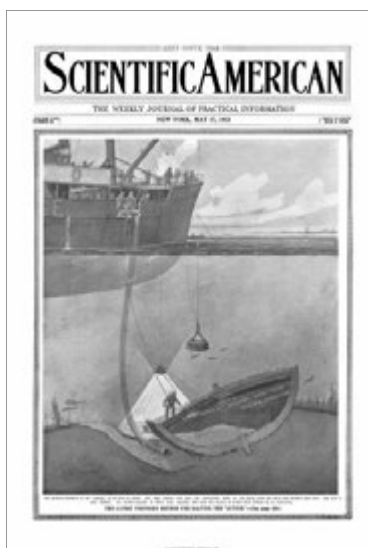


МАЙ 1913

Закат торфа. Колоссальное задымление, от которого некогда страдала большая часть Европы, сегодня быстро сходит на нет, поскольку постепенно уходит в прошлое освященный в Германии веками обычай использования торфа для отопления. Почвы, состоящие из образующегося в результате частичного разложения мхов и других растений торфа, непригодны ни для земледелия, ни для выпаса скота. Сжигание торфа настолько расточительнее таких современных методов освоения болот, как полное осушение, прикатывание, смешивание с подпочвой и др., что от него отказались почти повсюду.

С помощью небольших зарядов взрывчатого вещества массы металла будут расколоты на части, достаточно малые для того, чтобы магнит мог поднимать их.

Поиски сокровищ. Британский фрегат *Lutine* затонул в 1799 г., имея на борту 10 т золота и серебра. Основная трудность извлечения этого груза состоит в том, что он погребен в огромной массе пушечных ядер и балласта, сцементированных ржавчиной. Когда в начале предстоящей весны работы по извлечению сокровищ возобновятся, поисковое судно *Lyons* будет оснащено электромагнитом грузоподъемностью в 3 т.



С помощью небольших зарядов взрывчатого вещества массы металла будут расколоты на части, достаточно малые для того, чтобы магнит мог поднимать их.

Доступная обувь. Во многих отраслях производства изготовители не могут избавиться от устаревшего оборудования: они вложили в него так много средств, что им это не по карману. В результате себестоимость продукции часто оказывается высокой. Однако каждое новое изобретение компании *United Shoe Machinery* ведет к списанию сотен старых машин за ее счет. Всего за один год с эксплуатации было снято не меньше 4 тыс. машин, чтобы освободить место для новых, в которых использованы самые последние технические достижения. Именно поэтому люди могут теперь приобретать обувь по ценам, посильным для любого кошелька.

Примечание: слайд-шоу о производстве, каким оно было, см. по адресу: www.ScientificAmerican.com/may2013/factories



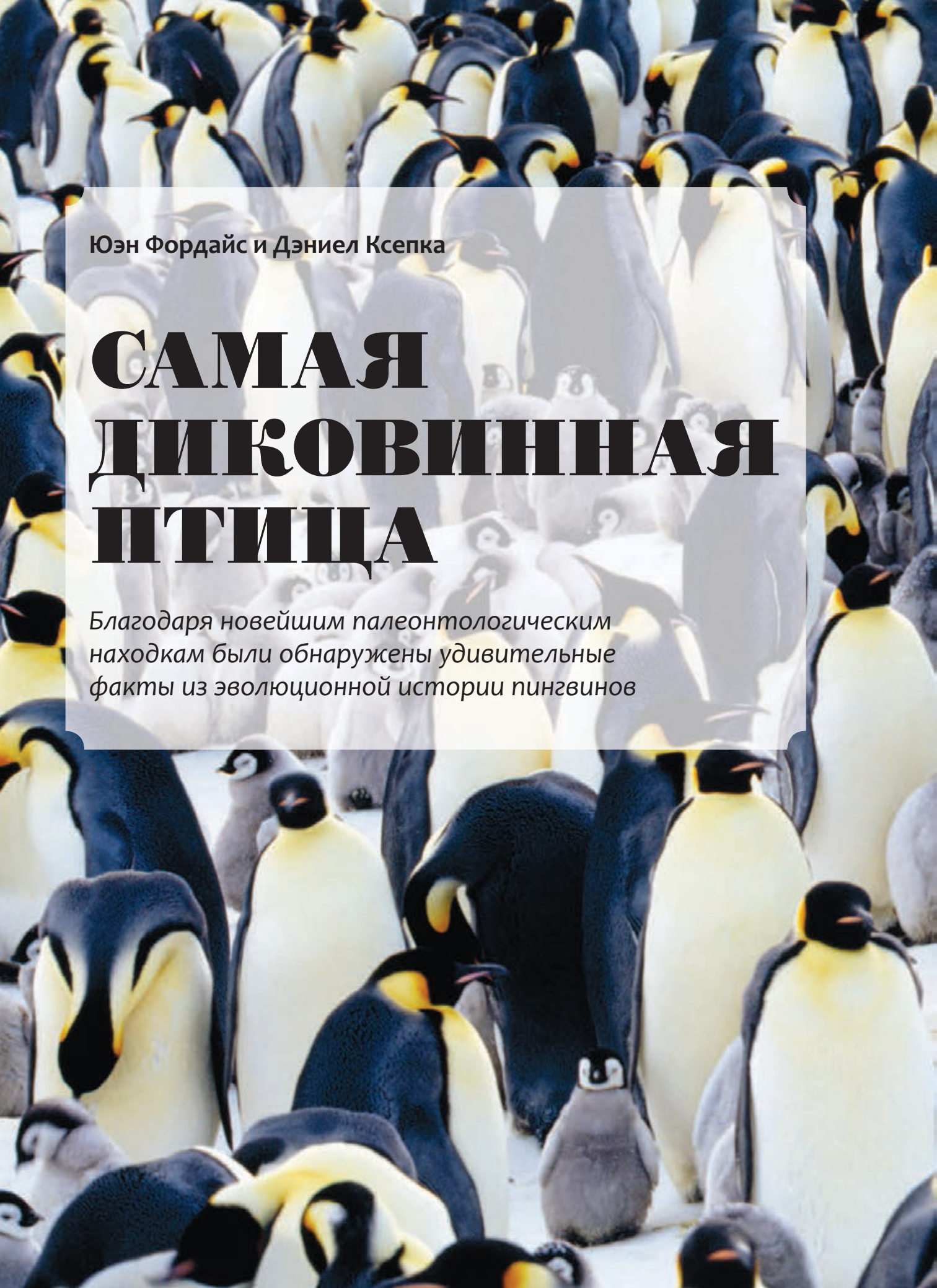
МАЙ 1863

Дарвин не атеист? Среди пожилых ученых и не только идут горячие споры по поводу работы Чарлза Дарвина «О происхождении видов». В большинстве британских и американских обзоров его труд жестко критикуется как пропагандирующий атеистические взгляды. Речь идет не о приводимых в нем фактах, а о выводах автора. Судя по шести опубликованным лекциям члена Лондонского королевского общества Томаса Гексли, которые он адресовал рабочим, Дарвина, похоже, неправильно поняли. Тема лекций Гексли — исследования происхождения видов и обсуждение причин явлений в живой природе. Под живой природой понимается все, что растет и обладает жизненной силой и способностью к воспроизводству. Примером может служить семя растения как противопоставление песчинке. Существование любого организма начинается с яйцеклетки, или семени, а каждое семя, согласно Писанию, было специально создано с конкретными функциями и способностью к воспроизводству.

Кофе идет на войну. Кофе — это наслаждение для солдата, без которого он чувствует себя таким несчастным, что невозможно и вообразить. Для удобства в походе кофе смешивают с сахаром. У каждого солдата есть жестяная банка с такой смесью, и он всегда готов отложить оружие, чтобы приготовить себе чашку кофе.

РАЗ-ДВА, ВЗЯЛИ! Искатели сокровищ намерены использовать электромагнит, чтобы достать затонувшие ценности, 1913 г.

РАЗ-ДВА, ВЗЯЛИ! Искатели сокровищ намерены использовать электромагнит, чтобы достать затонувшие ценности, 1913 г.

A large colony of King penguins is gathered on a snowy beach. The penguins are densely packed, with many adults and several fluffy, greyish-brown chicks visible. The background is a vast, flat expanse of snow under a bright sky.

Юэн Фордайс и Дэниел Ксепка

САМАЯ ДИКОВИННАЯ ШТИЦА

Благодаря новейшим палеонтологическим находкам были обнаружены удивительные факты из эволюционной истории пингвинов



ОБ АВТОРАХ

Юэн Фордайс (R. Ewan Fordyce) — специалист в области палеонтологии позвоночных в Университете Отаго, Новая Зеландия. Его полевые и лабораторные исследования преимущественно посвящены ископаемым морским позвоночным Новой Зеландии, включая пингвинов и китов.



Дэниел Ксепка (Daniel T. Ksepka) из Университета штата Северная Каролина также специализируется в области палеонтологии позвоночных. Одна из наиболее интересующих его тем — реконструкция процесса возникновения пингвинов из их летающих предков.



Антарктида. Ноябрь. Прибрежный лед начинает таять, и это значит, что императорские пингвины вскоре вновь отправятся на рыбалку. Они проведут все антарктическое лето, скользя по льдинам холодного Южного океана, ныряя на глубину до полукилометра в поисках рыбы, кальмаров и креветок. Пингвины успеют вдоволь насытиться этой пищей, прежде чем в очередной раз пуститься на зиму в долгий путь вглубь материка, где им предстоит вывести потомство. Когда настанет это время, пингвинам придется приложить немало усилий, чтобы буквально выбраться из воды назад на сушу. Этот краткий миг между льдом и водой — единственное воспоминание о том, что они были когда-то рождены для полета: чувство, естественное для других птиц, как сам полет.

Спору нет, пингвины — очень странные птицы. У них, конечно, есть и перья, и крылья, и клюв, да и яйца они откладывают так же, как и прочие пернатые. Но по многим внешним признакам, да и по биологическим особенностям, они совсем не похожи на своих собратьев. Крылья пингвинов превратились в плавники, их фирменный «смокинг» — не столько украшение, сколько превосходный камуфляж, делающий их во время плавания невидимыми для хищников как сверху, так и снизу. Кости, необычно плотные для птиц, работают как балласт при погружении в воду. Короткие, толстые ноги функционируют под водой как рули и ответственны за эту умильную пингвинью походку на суше, которая, кстати, при всей своей внешней неуклюжести весьма экономна энергетически. Благодаря этим и другим особенностям пингвины в совершенстве освоили морскую среду, а многие из них (в частности, императорский пингвин) сумели завоевать антарктические пустыни, где условия для жизни едва ли не самые суровые на всей планете.

Палеонтологов долгое время занимал вопрос о том, когда возникли эти необыкновенные птицы и как они расселились по Южному полушарию. Ископаемые находки, сделанные в последнее десятилетие, помогли в итоге реконструировать эволюционный путь, проделанный пингвинами. Оказалось, что многие их анатомические черты сложились в гораздо более мягких условиях, чем те жестокие холода, которые приходят на ум, когда размышляешь об этих животных. Но эта история, увы, никак не увеличивает шансов на то, что пингвины выживут перед лицом нынешнего потепления. Новые открытия говорят, что биология этих птиц и их географическое распространение отражают сложное переплетение таких явлений, как континентальный дрейф, климатические изменения и естественный отбор, длившихся миллионы лет, что повышает уязвимость современных пингвинов в условиях быстрой смены климата.

Древнее происхождение

Ископаемые пингвины известны ученым уже дольше 150 лет, но те находки, что удалось собрать на заре палеонтологии, представляли собой жалкие крохи, мало что говорившие о птицах, от которых они произошли. Самой первой окаменелостью, которую определили как принадлежащую пингвину, была изолированная кость, обнаруженная в Новой Зеландии неизвестным человеком из народа маори. Эта кость в конечном счете попала к английскому анатому Томасу Генри Гексли. Тот идентифицировал ее как берцовую кость вымершего пингвина, более крупного, чем императорский пингвин — крупнейший из современных пингвинов со своим метровым ростом и весом в 90 фунтов (35 кг). Гексли окрестил свой экспонат *Palaeudyptes antarcticus*, что означает «умелый древний ныряльщик с Юга». В последующие

! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Пингвины — очень странные существа с точки зрения «нормальной» птицы. Они не умеют летать, но зато превосходно плавают и ныряют.
- Биологи-эволюционисты долгое время пытались понять, как им удалось приобрести столь необычные черты, и в особенности как некоторые из них столь быстро заселили Антарктиду с ее жестокими холодами.
- Современные ископаемые находки позволили исследователям составить целостную картину эволюционного прошлого этой группы и явили свету тот факт, что приспособления, защищающие пингвинов от холода, развились в теплом климате.
- Хотя пингвины с честью выдержали 60 млн лет климатических пертурбаций, темпы современного потепления, возможно, превышают скорость адаптации этих птиц.

десятилетия свету явились новые останки гигантских пингвинов из Новой Зеландии и за ее пределами. Но как и первая берцовая кость, все они были фрагментарны, и интерпретировать их было трудно. Ученым только и оставалось, что размышлять над загадкой, какой образ жизни вел этот вид, почему вымер и какое место должен занять в более общей картине эволюции пингвинов.

Палеонтологическая летопись пингвинов начала проясняться с конца 1970-х гг., когда один из нас (Юэн Фордайс) наткнулся на обломок кости, торчащий из стены песчаникового утеса близ Уаимате в южной части Новой Зеландии. Осторожно разобрав по песчинкам окружающую породу, Фордайс нашел еще кости; все они принадлежали пингвину, жившему 27 млн лет тому назад. Этот неполный скелет позволил глубже заглянуть в план строения древних представителей данного семейства, но все же и он был слишком эволюционно продвинутым, чтобы приоткрыть завесу тайны происхождения всей группы. Лишь в 1980-х и 1990-х гг. появились окаменелости, отвечающие этим требованиям, когда несколько особей, соответствующих ранним стадиям эволюции пингвинов, обнаружилось в Уаипара, также в Новой Зеландии. Эти останки, датируемые периодом между 62 и 58 млн лет тому назад, показали, что ранние пингвины внешне имели сходство с бакланами, с их длинным и тонким клювом и гибкими крыльями. Но при более пристальном ознакомлении они продемонстрировали развитие классических черт пингвинов. Например, верхние кости крыла у них были плоские и расширенные, как у современных пингвинов, берцовые кости — короткими и широкими, и в целом скелет их был более плотным, чем у летающих птиц.

Проанализировав останки этих прапингвинов, Фордайс, Татсуро Андо (Tatsuro Ando), в то время бывший студентом-дипломником в Университете Отаго, Новая Зеландия, и Крейг Джонс (Craig Jones) из новозеландского Королевского научно-исследовательского института отнесли их к двум видам нового рода *Waimanu*, что означает «водяная птица» на языке маори. При жизни *Waimanu tanneri*, более крупный из этих видов, достигал размеров императорского пингвина, т.е. метровой высоты, в то время как меньший вид, *Waimanu tuatahi*, был около 75 см высотой, т.е. чуть крупнее современного желтоглазого пингвина. Ни тот, ни другой, похоже, не были способны к полету, но зато превосходно плавали.

Пингвины рода *Waimanu* и по сию пору остались древнейшими и самыми архаичными из всех известных представителей этой группы птиц. К тому же они вообще одни из самых древних видов, относящихся к эволюционным ветвям птиц, дошедших до современности. Жили они после катастрофических событий, которыми закончился меловой период и которые принесли гибель динозаврам и многим другим созданиям. Некоторые эксперты теперь предполагают, что эти же события уничтожили и почти всех птиц, оставив в живых лишь немногие из большого числа эволюционных линий. Подобный сценарий подразумевает, что пингвины вместе с другими современными птицами довольно стремительно

развились из единого предкового ствола за те несколько миллионов лет, что последовали за периодом массового вымирания. Но на основе изучения ископаемых останков и анализа ДНК современных птиц мы полагаем, что более правдоподобен иной сценарий: все современные птицы, включая пингвинов, возникли еще до этой пресловутой катастрофы, но сумели пережить ее, в то время как их сородичи-динозавры погибли.

То, что самые древние пингвины объявились именно в Новой Зеландии, вероятно, не простое совпадение. И сейчас множество видов пингвинов обитают на побережье этой страны. До того как 1 тыс. лет назад сюда явились люди, новозеландские острова с их умеренным климатом, господствовавшим на стыке южной оконечности Тихого и Южного океанов, были для водных птиц райским уголком. Весь регион был свободен от хищных млекопитающих, предоставлял обширные просторы для гнездящихся колоний и давал в изобилии пищу в окружающих водах.

Геологические данные свидетельствуют, что эта территория была так же хороша — хотя и по несколько другим причинам — для образа жизни водных птиц и в конце мелового периода, когда скорее всего и началась история пингвинов. Дело в том, что Новая Зеландия — самый крупный из оставшихся на поверхности фрагментов мелкого континента Зеландии, отколовшегося от суперматерика Гондваны примерно 85 млн лет тому назад. Итак, обособившись, Зеландия продолжала дрейфовать на северо-восток, внутрь тихоокеанской области, неся на себе полноценные флору и фауну, включая динозавров, пока не остановилась на полпути между тропиком и Южным полюсом. По мере своего движения Зеландия погружалась и становилась более холодной по климату. Страну затопило мелководными морями, а вокруг сформировался обширный континентальный шельф. Несмотря на свою изоляцию, Зеландия не вышла невредимой из позднемеловой «смуты». Многие из ее морских и наземных обитателей погибли в ходе этого массового вымирания. Но то, что было губительно для одних, для других, например пингвинов, стало благом. Когда со сцены сошли такие морские рептилии, как мозазавры и плезиозавры, пингвины смогли плавать в окружающих Зеландию водах, не опасаясь ни конкурентов, ни хищников.

Эволюционный прорыв

Встав на ноги в Зеландии, пингвины вскоре резко расширили зону своего обитания, распространившись на тысячи километров вокруг и проникнув в другие климатические зоны. Ископаемые останки *Perudyptes devriesi* из Перу свидетельствуют, что 42 млн лет назад пингвины появились вблизи экватора, заселив таким образом одно из самых жарких мест на Земле в один из самых жарких периодов существования жизни на планете. Температура в Перу составляла тогда 30° С, или около того, а средняя температура Мирового океана была на 6–8° С выше, чем сейчас. И почти в то же самое время гигантские пингвины, такие как *Anthropornis nordenskjoldi*, бродили по берегам у острова Сеймура

в Антарктике. Примерно 37 млн лет тому назад эти птицы заселили почти любой хоть сколько-нибудь значительный клочок суши в Южном полушарии.

Но почему, прожив несколько миллионов лет исключительно вблизи Зеландии, 50 млн лет тому назад пингвины внезапно начали экспансию? Недавно один из нас (Дэниел Ксепка), похоже, обнаружил ключ ко всей этой загадочной истории. Им послужила некая структура, расположенная на поверхности костей, из которых состоят крылья пингвинов и на которую долго никто не обращал внимания. Плечевая кость ископаемых пингвинов несет ряд бороздок, которые очень легко не заметить среди других отметин, связанных с мышцами и сухожилиями. Впервые Ксепка обратил внимание на эти бороздки в 2006 г., когда изучал замороженных пингвинов в подвале Музея естественной истории в Нью-Йорке, в попытке найти связь между различными

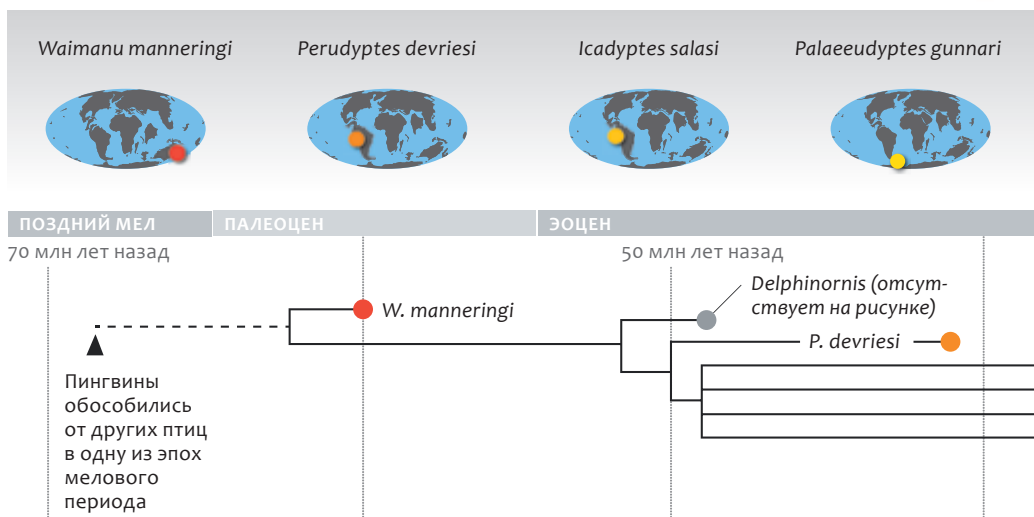
углублениями на ископаемых костях и анатомией мягких тканей у современных видов этого отряда. В то же самое время его коллега Дэниел Томас (Daniel Thomas) проводил сходные исследования в новозеландском Университете Отаго в поисках ответа на вопрос о том, как в ходе эволюции развивалась способность пингвинов регулировать температуру тела.

Сравнивая свои заметки, Ксепка и Томас пришли к пониманию, что эти бороздки образуются на том месте, где скопление артерий и вен прижимается к поверхности плечевой кости, образуя нечто вроде противоточного теплообменника, известного как плечевое артериальное сплетение. Эта особенность позволяет пингвинам ограничивать потери тепла через крылья и поддерживать жизненно необходимую температуру тела в холодной воде. У живого пингвина кровь, покидающая сердце, охлаждается, проходя через плечевое сплетение, прежде

Находки

ИМПЕРАТОР И ВСЕ-ВСЕ-ВСЕ

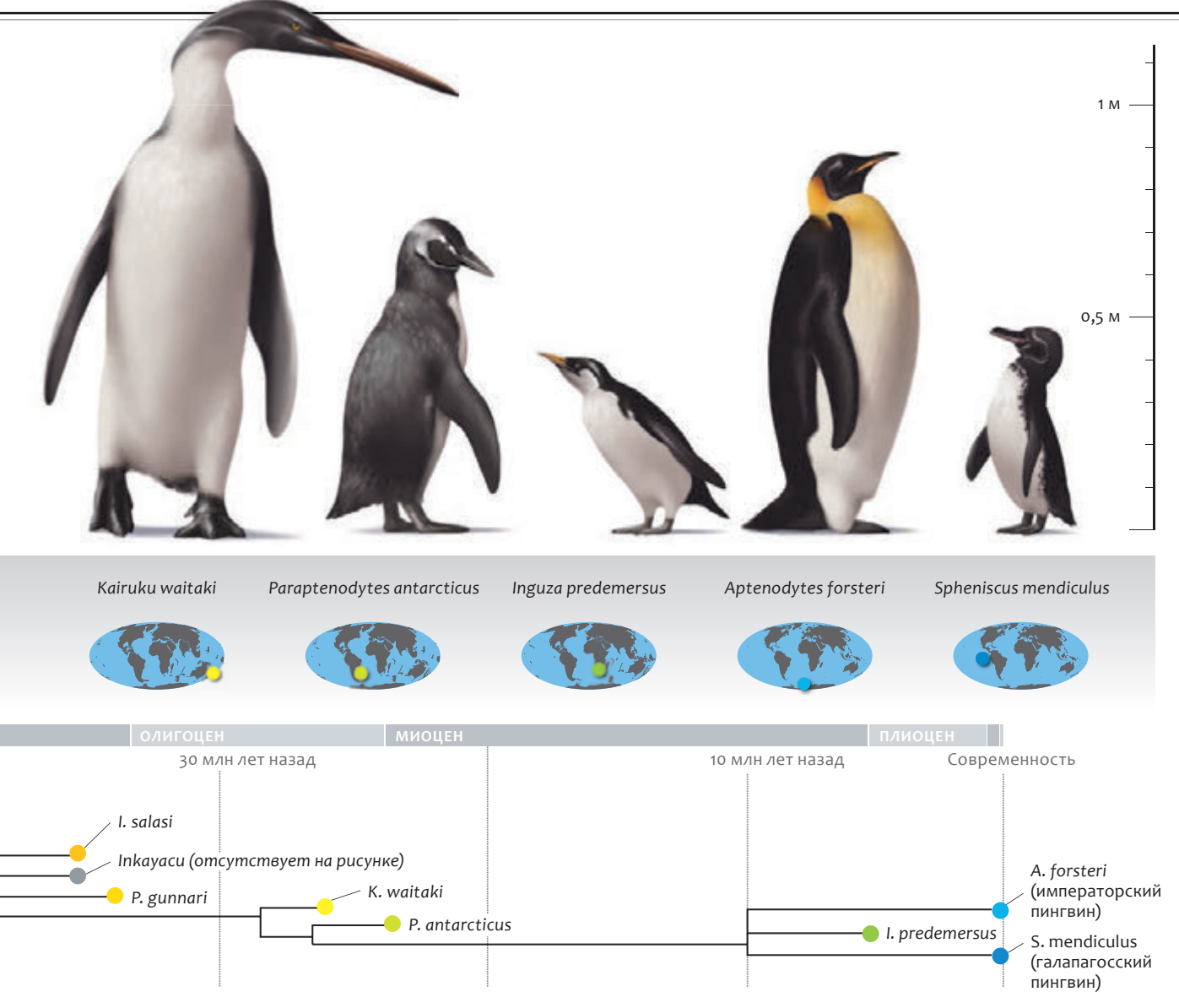
Ископаемые находки и анализ структуры ДНК современных пингвинов позволяют предположить, что эта своеобразная группа птиц начала свое существование еще в те времена, когда по Земле бродили динозавры. Самые древние из известных нам ископаемых пингвинов происходят с территории нынешней Новой Зеландии и датируются периодом от 62 до 58 млн лет назад. Катастрофа, уничтожившая динозавров и других наземных и морских хищников, позволила пингвинам процветать в теплых водах вокруг полупогруженного субконтинента Зеландии. Затем, примерно 50 млн лет назад, пингвины внезапно стали распространяться по всему Южному полушарию, скорее всего благодаря новому эволюционному приобретению. Эта была структура, называемая плечевым артериальным сплетением, действующая подобно противоточному теплообменнику и позволяющая сохранять жизненно необходимую температуру тела в холодной воде. По мере того как пингвины распространялись все шире, эволюция породила бесчисленное множество их видов, самых различных размеров и облика, более разнообразных, чем у современных пингвинов. Эволюционное древо, представленное справа, показывает родственные и временные взаимоотношения между различными видами этой группы.



чем достигнет кончика крыла, а кровь, идущая к сердцу, успевает с помощью той же самой структуры нагреться на полпути. Идентичность плечевых бороздок у современных и ископаемых пингвинов пролила неожиданный свет на происхождение терморегуляции у пингвинов. Один из наиболее поразительных аспектов биологии этой группы — ее способность переносить крайне низкие температуры. Естественно предположить, что плечевое сплетение сформировалось в процессе адаптации к холодному климату. Но палеонтологические данные показывают иное. Пингвины среднего размера, такие как *Delphinornis* из Антарктики, приобрели плечевое сплетение как минимум 49 млн лет тому назад. Однако представители более раннего рода *Waimanu* из Новой Зеландии (58 млн лет тому назад) не имеют даже следов этой структуры. Следовательно, плечевое сплетение сформировалось где-то в промежутке между этими датами, когда

на Земле было намного теплее, чем сейчас. Действительно, в Антарктиде тогда не существовало вечных льдов: ее климат был умеренным, благоприятствующим широкому распространению лесных экосистем. Что касается Новой Зеландии, там было даже жарко.

Какую же выгоду имели пингвины в этом парниковом климате от плечевого сплетения, чья функция — сохранять тепло? Хотя температуры поверхностных вод были высокими, пингвины, вероятно, добывали пищу в холодных регионах, где шел подъем воды из глубины в верхние слои океана. Эти участки особенно богаты пищей, и там водится множество разной добычи, включая рыбу и кальмаров. Но изобилие добычи связано здесь с опасностью. Поскольку охлаждение в воде происходит гораздо быстрее, чем в воздухе, теплокровный ныряльщик, например человек, может получить переохлаждение даже в теплом море, если температура воды ниже



критической температуры тела. Теплокровные пингвины подвергались в этих областях с восходящими течениями точно такому же риску, несмотря на толстый теплоизолирующий жировой слой и не смачиваемые водой перья. Уменьшение потерь тепла через крылья могло позволить им сохранить нужную температуру тела во время долгих заплывов на кормежку.

Плечевое сплетение могло также помочь пингвинам пережить длительные скитания в открытой воде при заселении других территорий вокруг Зеландии. Мы видим здесь связь с тем фактом, что первая волна ископаемых видов, появившаяся за пределами Зеландии, похоже, уже имела данную структуру. Лишь значительно позднее современные пингвины задействовали эту особенность, чтобы населить ледовые приморские шельфы, когда планета наша сильно охладилась.

Вариации на тему

По мере того как пингвины распространялись по Южному полушарию, с ними происходило явление, называемое адаптивной радиацией. В результате приспособления к различным условиям в этой группе сформировалось огромное количество видов. Например, новозеландский *Pachydyptes ponderosus* («могучий ныряльщик») был настоящим гигантом, известным ныне лишь по кучке костей, датированных временем 53 млн лет назад. Палеонтологи оценили, что масса этой птицы была более 60 кг. Вообразите себе всплеск, производимый такой тушей, ныряющей со скалы в воду! На другом конце этого ряда находится *Eretiscus tonni* («крошечный гребец»), живший в Аргентине 21 млн лет назад и едва достигавший 45 см в высоту. Возможно, этот вид, подобно ныне живущему малому голубому пингвину из Новой Зеландии, появлялся на берегу исключительно тесными группами из нескольких десятков птиц: такое поведение уменьшает опасность быть съеденным хищниками.

Некоторые пингвины были вооружены сверхопасными приспособлениями. Около 36 млн лет назад пингвин *Icadyptes* («ныряльщик из Ики», названный по одной из местностей Перу) патрулировал местные морские пути, имея «на вооружении» утолщенный клюв огромной длины и толстую шею, управляемую мощными мускулами; таким «оружием» он готов был пронзить любую рыбу или кальмара, имевших несчастье проплывать поблизости. Другие пингвины могли похвастаться необычной «формой одежды». Ксепка живо помнит тот вечер в Лиме, когда Джулия Кларк (Julia Clarke) из Техасского университета в Остине очистила от остатков породы фрагмент, содержащий в себе превосходно сохранившийся экземпляр *Inkayacu paracasensis* («король вод») и продемонстрировала окружающим его перья и кожу, пролежавшие в скале 36 млн лет; подобные находки случаются лишь раз в жизни. В дальнейшем детальное исследование под микроскопом показало наличие у этого вида серого и красно-коричневого пигментов, что сильно отличается от традиционных черно-белых «смокингов» современных видов.

Пингвины не только «изобрели» немалое разнообразие форм, но и реализовали их в большом числе конкретных биологических видов. Ученые дали названия более чем 50 ископаемым видам в дополнение к 19 ныне живущим, и во многих регионах существуют серьезные доказательства того, что в прошлом там совместно обитали сразу несколько видов этих птиц. Так, на острове Сеймуре не менее десяти вымерших видов было обнаружено в одном и том же погребенном слое. Такое тесное сосуществование производит на биолога сильное впечатление: ведь это значит, что многие из них должны были «пробить» себе совершенно уникальные экологические ниши, чтобы жить вместе с другими видами на одном и том же физическом пространстве. Для сравнения: у современных пингвинов на одном и том же участке суши, пригодном для гнездования, можно найти не более пяти видов.

Древние пингвины были более успешны в разделении экологических ниш отчасти потому, что разброс размеров у них был существенно большим, нежели у современных представителей. Тут самое время снова упомянуть того загадочного гиганта из Новой Зеландии. Вместе

Люди ответственны за сохранение современного разнообразия птиц. В этом нам может поспособствовать и изучение истории пингвинов, написанной языком вымерших видов

с Татсуро Андо и Крейгом Джонсом мы недавно завершили углубленное исследование нескольких особей возрастом 27 млн лет, включая и тот неполный скелет, который Юэн Фордайс нашел в конце 1970-х гг. Хотя эти фрагменты напоминали *Palaeodyptes*, имя которому дал еще Гексли, принадлежали они новому, ранее не описанному роду *Kairuki*, что на языке маори означает «ныряльщик, возвращающийся с едой». Сохранность всех наиболее важных костей скелета позволила нам реконструировать размеры и пропорции тела. Будучи ростом в 130 см и имея вес, «зашкаливающий» за 50 кг, он заставил бы современного императорского пингвина почувствовать себя карликом.

Мы полагаем, что огромные размеры этих древних новозеландских пингвинов были приспособлением для плавания на дальние дистанции: от гнездовых участков на плоских островах древней Зеландии до окраины континентального шельфа. Крупное тело, возможно, позволяло им нырять на большую глубину и дольше там оставаться в погоне за рыбой или кальмарами, ведь чем крупнее птица, тем быстрее она может плавать, тем больше кислорода унести с собой под воду и тем дольше сохранять жизненно важную температуру тела. Вельма

вероятно, что более крупные ископаемые пингвины острова Сеймура могли, охотясь, плавать дольше и глубже нырять, в то время как их более мелкие соседи добывали пищу вблизи суши.

Будущее темно

Люди ответственны за сохранение современного разнообразия птиц. В этом нам может помочь исследование истории пингвинов, написанной языком вымерших видов. Большинство исчезнувших в течение последних 60 млн лет видов пингвинов вымерли задолго до вмешательства и даже появления человека. Но *Homo sapiens*, конечно, тоже не остался непричастным. По крайней мере один вид этих птиц, *Megadyptes waitaha*, родственник желтоглазого пингвина, которого мы уже упоминали, по всей видимости, был истреблен в результате неконтролируемой охоты (хотя могли сказаться и другие причины). Пусть в наше время на пингвинов практически не охотятся, но они все равно находятся под угрозой, вызванной как локальными, так и глобальными причинами — избыточным выловом рыбы, нефтяными разливами, вселением хищников по вине человека. Но если говорить о более долгих сроках, то гораздо большую тревогу вызывают угрозы, связанные с изменением климата.

Пингвины уже немало постарались, приспосабливаясь к самым драматическим переменам в земном климате. Они процветали в экваториальном поясе Земли парникового времени точно так же, как процветают в ныне закованных льдами пустынях Антарктиды. Но мы не должны путать успех, достигнутый пингвинами за 60 млн лет, со способностью противостоять всему, что глобальное потепление готово обрушить на них. Такая ошибка чревата необратимыми последствиями. Когда речь идет об адаптации к климату, критичны в первую очередь темпы изменений. Палеонтологи имеют доказательства, что многие виды постепенно смещали свои ареалы, следуя за масштабными изменениями климата в древности, например передвигаясь вслед за границами наступающих и отступающих льдов в межледниковые эпохи, что не раз происходило за последние несколько сотен тысяч лет.

Некоторые виды приспосабливаются медленно, и это в порядке вещей, когда климат становится теплее со скоростью в несколько градусов за несколько миллионов лет. Но когда температура вырастает на те же несколько градусов в течение нескольких десятилетий, что может произойти согласно многим современным климатическим моделям, видам попросту может не хватить времени перебраться на более подходящее местообитание — или же оно вообще не найдется.

Рассмотрим галапагосского пингвина. Эта небольшая птица в общем-то процветает под жарким экваториальным солнцем, но испытывает сильные сокращения численности популяций в периоды, называемые Эль-Ниньо, когда раз в несколько лет тихоокеанские течения изменяются, и те холодные, богатые добычей воды, которые обычно проходят в непосредственной близости от Галапагосов, замещаются на теплые течения, крайне бедные

пищей. Поскольку рассматриваемому виду не свойственно удаляться от родных островов, им буквально будет некуда идти, если потепление навсегда сделает галапагосские воды слишком теплыми, чтобы пингвины могли ловить добычу и выращивать птенцов.

Перед императорскими пингвинами, в свою очередь, стоит иная проблема. Эти птицы никогда в жизни не выходят на твердую землю, размножаясь исключительно на толстых льдах, покрывающих берег. Если эти льды будут таять антарктическим летом слишком рано, то гнездящиеся колонии данного вида могут целиком погибнуть. Эта опасность усугубляется чрезвычайной приверженностью императорского пингвина к одним и тем же гнездовым участкам: многие особи возвращаются год за годом в точности на то же место, где они ранее выводили птенцов. Если рассуждать теоретически, то ничто не мешает этим птицам в неблагоприятной ситуации перебраться на другую льдину, но их поведенческие стереотипы делают эту, казалось бы, простую возможность неосуществимой.

Как палеонтологи мы осознаем, насколько уязвимы современные пингвины. Со временем наша обеспокоенность только растет. Сейчас эти птицы не столь разнообразны, как в прошлом, число их видов меньше, а экологические ниши уже. Хотя биологи часто думают, что пингвины — квинтэссенция современной птицы, они во многих отношениях последние представители очень древней династии, многое унаследовавшие от самых замечательных животных, когда-либо бродивших на суше или бороздивших моря. Для нас будет большой трагедией стать свидетелями того, как эти необыкновенные создания исчезнут навсегда. ■

Перевод: В.Э. Скворцов

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Penguin Heat-Retention Structures Evolved in a Greenhouse Earth. Daniel B. Thomas, Daniel T. Ksepka and R. Ewan Fordyce in *Biology Letters*, Vol. 7, No. 3, pages 461–464; June 23, 2011.
- New Fossil Penguins (Aves, Sphenisciformes) from the Oligocene of New Zealand Reveal the Skeletal Plan of Stem Penguins. Daniel T. Ksepka et al. in *Journal of Vertebrate Paleontology*, Vol. 32, No. 2, pages 235–254; March 2012.
- March of the Fossil Penguins (blog): <http://fossilpenguins.wordpress.com>
- Смотрите слайд-шоу современных пингвинов по адресу: ScientificAmerican.com/nov2012/penguins

Дэниел Грушкин

Дело о гибнущих дагеротипах

*Бесценные снимки начала эпохи фотографической
техники разрушались на глазах у посетителей выставки.
Для их спасения была создана весьма необычная группа*



ИСЧЕЗАЮЩАЯ ДАМА. Дагеротип этой неизвестной женщины — один из первых образцов фотографии. За месяц его демонстрации на выставке 2005 г. на нем возникло помутнение.

ОБ АВТОРЕ

Дэниел Грушкин (Daniel Grushkin) пишет в *Business Week*, *Nature Medicine* и других изданиях о науке и технике. Он также один из учредителей общественной лаборатории *Genspace*, занимающейся образованием и инновациями в области биотехники.



В полутьме Международного центра фотографии в Нью-Йорке из рам розового дерева смотрят призраки «бостонских браминов» середины XIX в. Это работы Альберта Сэндса Саутворта (Alberth Sands Southworth) и Джосайи Джонсона Хоза (Josiah Johnson Hawes) — «рембрандтов» дагеротипии, первой практической формы фотографии. Скромная невеста в белом крепе тербит свои ленты; исподлобья глядит суровый и надменный сенатор Дэниел Вебстер. Когда в 2005 г. открылась выставка «Молодая Америка», на ней были представлены дагеротипы, на которых 150 лет назад были запечатлены кумиры времен перехода страны из отрочества в статус мировой державы. «Каждый снимок сверкает на стене, как драгоценный камень в перстне», — писала газета *New York Times* в своем обзоре.

Однако через месяц с начала показа на изображениях на серебряных пластинках начали проступать повреждения. Половину портрета женщины в длинной юбке покрыли белые пятна. У аболициониста Генри Ингерсолла Боудитча (Henry Ingersoll Bowditch) образовался нимб. Другие снимки покрылись пузырями. К концу работы выставки, через два с половиной месяца, испорченными оказались 25 дагеротипов, из них пять — очень сильно.

Эти стремительные повреждения вызвали панику в узком мире дагеротипии. В отличие от фотографии, где с одного негатива можно сделать много отпечатков, каждый дагеротип уникален. Если изображение поблекло, оно потеряно навеки. Гибнущие изображения дают основания предполагать, что любой дагеротип может спонтанно разрушиться. Собиратели опасались потерять свои коллекции стоимостью в миллионы долларов, а хранители боялись, что их окна в XIX в. могут просто затянуться туманом.

В те годы ни хранители, ни специалисты по дагеротипии понятия не имели, что такое может произойти. Хотя большинство дагеротипов постоянно хранились в темных шкафах Международного музея фотографии

и кинематографа «Дом Джорджа Истмена» в Рочестере, штат Нью-Йорк, до сих пор редкие выставки не причиняли вреда экспонатам. Казалось, что в этот раз губительным для изображений стал сам факт их публичного показа. И музей решил снять дагеротипы с выставки. Метрополитен-музей в Нью-Йорке теперь держит в экспозиции всего один дагеротип, и то под занавеской. А Йельский центр британского искусства, планировавший организовать большую выставку дагеротипов, отложил это мероприятие до того времени, когда хранители найдут способ выставлять их, не подвергая опасности.

Решать эту задачу пришлось хранителю музея «Дом Джорджа Истмена» Ральфу Вигандту (Ralph Wiegandt), который организовывал освещение на выставке «Молодая Америка». Этот приветливый человек с лохматой шевелюрой и любознательностью мастера на все руки столкнулся с вопросами из области химии, выходящими за рамки его опыта. «Я работаю хранителем уже почти 30 лет, а этот случай стоит особо, — говорит он. — Все происходит в границах одного или двух молекулярных слоев». Поскольку физический комплекс на поверхности серебряной пластины дагеротипа сложен, для решения проблемы потребовалось наладить необычное сотрудничество.

Вигандту понадобилось обратиться к физикам. И в ходе попыток понять природу повреждения изображений он и его партнеры открыли новые удивительные наномасштабные эффекты. В итоге, возможно, редкостные образцы технологии 150-летней давности приведут к новым успехам техники.

Зафиксированные изображения

Николас Бигелоу (Nicholas Bigelow) возглавляет физический факультет Рочестерского университета, расположенного рядом с Домом Джорджа Истмена. Он слышал об оригинальной выставке и в 2009 г. пригласил Вигандта на встречу физиков, которая должна была состояться в Рочестере. Бигелоу занимается в основном

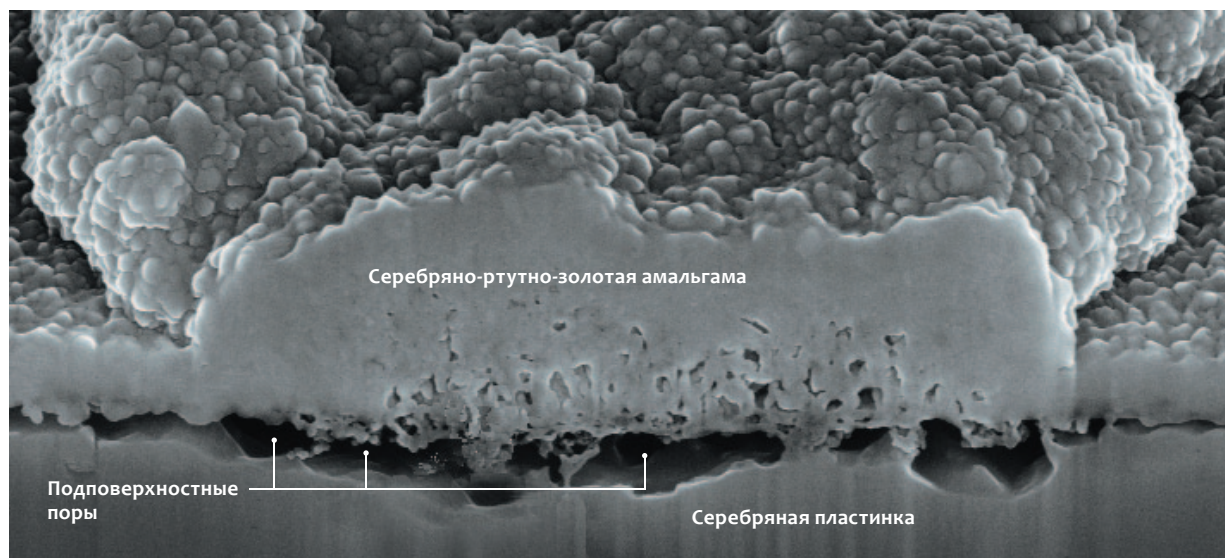
! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Организаторы выставки дагеротипов обнаружили, что выставленные снимки мутнеют. Выяснилось, что это вызывают осветительные приборы выставки, но было совершенно непонятно, почему.
- Ответственный за дагеротипы хранитель собрал команду физиков, работавших в большинстве с конденсатами Бозе — Эйнштейна, для исследования нанопроцессов, вызывающих разрушение экспонатов.
- Результаты их исследований не только оказали влияние на способы хранения и показа этих бесценных произведений искусства, но и выявили фундаментальные физические процессы, которые можно будет использовать в нанотехнике.

Как это происходит

НЕПРИЯТНОСТИ ПОД ПОВЕРХНОСТЬЮ

На этом сечении дагеротипа видны крошечные подповерхностные поры, которые могут быть причиной его повреждения. При проявлении дагеротипа серебро пластины связывается с парами ртути и золота на его поверхности. Ученые считают, что происходит вытягивание серебра к поверхности, в результате чего и образуются подповерхностные поры. В случае дагеротипов Саутуорта и Хоза в эти поры мог попасть соленый воздух Бостона. Падающий на дагеротип свет вызывает повторное экспонирование чувствительного хлорида серебра с образованием вуали, замутняющей изображение.



конденсатами Бозе — Эйнштейна, облаками атомов при температурах, близких к абсолютному нулю, теоретическими квантовыми состояниями, существующими в невообразимых условиях. Однако рассказ Вигандта его увлек, и он предложил свои услуги, сказав, что хочет помочь «чему-то, что может повлиять на гуманистическую сторону жизни».

По мнению Бигелоу, дагеротипы изменили наш взгляд на мир. Луи Жак Манде Дагер, парижский художник и шоумен, создал свой метод фотографирования в 1839 г. после десяти лет исследования способов фиксации изображений на серебряных пластинках. Однажды, как повествует легенда, он случайно разбил ртутный термометр и по рассеянности положил его в шкаф с серебряными пластинками. На следующий день он обнаружил, что пары ртути каким-то образом закрепили изображение. Дагер открыл химизм получения изображений. «На самом деле происходила самосборка наноструктур, — говорит Бигелоу. — Хотел он этого или нет, он занимался нанотехникой».

Бигелоу и Вигандту предстояло воспроизвести нанотехнику, на которую случайно наткнулся Дагер (хотя и не понял этого). Но для начала им пришлось заняться некоей макротехникой. В один необычно теплый февральский день Вигандт, Бигелоу и специалист по микроскопии из Рочестерского университета Брайан Макинтайр (Brian McIntyre) при помощи рукоятки от молотка вскрыли шлюз вакуумной камеры электронного микроскопа, чтобы поместить в нее серебряный фрагмент размером в несколько сантиметров — кусочек дагеротипа,

купленного Вигандтом через *eBay* за \$60 и разрезанного на квадратики. На его поверхности было изображение части мужского лица с мрачными глазами. «Я понимаю, что порезал этого джентльмена, и беру на себя ответственность за это», — сказал мне Вигандт.

При 32-кратном увеличении лицо человека выглядело подобно географической карте XIX в. (коррозия, покрывшая его волосы, напоминала нефтяное пятно, которое пузырилось в океане, обнимая архипелаг). При увеличении в 20 тыс. раз поверхность серебра выглядит изображенной в направлении полировки. В наиболее светлых местах, таких как белки глаз, выявляются скрытые наноструктуры, похожие на крошечные скопления белых яиц — однородных ртутно-серебряных кристаллов, распределение которых определяет света и тени на изображении.

Процесс получения дагеротипа состоит из трех этапов. Сначала фотограф обрабатывает серебряную пластинку парами йода или брома — химически очень активных элементов, называемых галогенами. Эти пары связываются с серебром, образуя светочувствительную пленку галогенида серебра. Когда фотограф экспонирует ее, фотоны разрушают галогенид, оставляя металлическое серебро. В темных местах, тенях изображения, галогениды сохраняются. Затем фотограф обрабатывает пластинку парами ртути, которые связываются с атомами серебра, образуя ртутно-серебряные кристаллы. На последнем этапе пластинку промывают раствором тиосульфата натрия (современные фотографы называют его гипосульфитом), который удаляет с нее галогенид,

оставляя поверхность чистого серебра, испещренную ртутно-серебряными кристаллами. Поверхность самого серебра после этого выглядит черной, а хорошо отражающие свет кристаллы создают призрачный эффект: свет, как будто исходящий из зазеркалья.

Из-за большой активности серебра дагеротипы всегда выцветали, поэтому фотографы сразу же помещали их в стеклянные футляры, чтобы защитить от химических воздействий. Этот способ защиты успешно действовал в течение 150 лет, пока выставка «Молодая Америка» не показала, что они чувствительны и к свету.

Яркие пятна

Вигандт и Бигелу работали над проблемой совместно с хранителями Метрополитен-музея, которые нашли следы хлора в белых коррозионных пятнах на изображениях. Поскольку вначале пластинки хранились в атмосфере Бостона, в которой присутствует морская соль, в пластинки проникли хлориды. Хлор, как и йод, — это галоген, который реагирует с серебром. Узконаправленная подсветка дагеротипа на выставке действует как повторное экспонирование пластинки и вызывает образование кристаллов хлористого серебра, вызывающих помутнение изображения.

Однако морской воздух — не единственный виновник. Вигандт и начальник кафедры хранения произведений искусства Университета штата Нью-Йорк в Буффало Патрик Равинс (Patrick Ravines) обнаружили, что целостность дагеротипов была нарушена также под поверхностью пластин. В сотрудничестве с исследователями из компании *Kodak* группа Вигандта «вырубала» сфокусированным электронным пучком квадратные углубления размером 30 мкм в поверхностях образцов дагеротипа и исследовала структуру подповерхностных слоев. К их удивлению, под самой поверхностью обнаружили 300-нм поры, образующие целую сетку каналов.

Группа предполагает, что причиной этой вызванной светом особенности стал эффект Киркендалла, возникающий при диффузионном сплавлении металлов: если интенсивности диффузионных потоков ионов металла *A* в металл *B* и ионов металла *B* в металл *A* различаются, то на границе раздела металлов возникает пористость. Эти поры в дагеротипах возникли, видимо, при первом экспонировании, когда серебряно-ртутные кристаллы вытягивали серебро из-под поверхности пластины.

Пористость может объяснить, почему некоторые экспонаты на выставке получили повреждения. За 150 лет в поры могли проникнуть хлор и другие загрязнения. Под воздействием выставочного освещения могли происходить подповерхностные реакции между хлором и серебром, вызывая «прорастание» пятен снизу.

Есть во всем этом и хорошая сторона: открытие группы Вигандта может оказаться полезным для других отраслей. Многие исследователи ищут способы получения однородных по размеру полых частиц, например для доставки лекарств к очагу заболевания. Бигелу считает, что если они научатся контролировать эффект

Киркендалла таким образом, чтобы формировать единичные полости одного размера в частицах металла, это может позволить создавать нанокапсулы для медицины.

Закрытые дела

Вигандт не может восстановить поврежденные дагеротипы, но может использовать приобретенные познания для защиты сохранившихся изображений из коллекции работ Саутуорта и Хоза. В своей лаборатории в Доме Джорджа Истмена он изготовил опытные образцы футляров из алюминия и пирекса (жаростойкого стекла) с кранами, позволяющими заполнять эти футляры аргоном. Аргон как инертный газ защищает дагеротипы от кислорода и атмосферных загрязнений, способных реагировать с поверхностью серебра. Он говорит, что используя готовые материалы, сумел снизить стоимость такого футляра до \$50.

Сейчас Вигандт работает над созданием аргоновых футляров для всего собрания работ Саутуорта и Хоза, хранящихся в музее. Но это не значит, что они будут выставляться и дальше. «Я не знаю, предложу ли продолжать показы, давайте сначала закончим дело», — сказал он. Как человек, который последние семь занимался анализом и подсчетом способов, которыми внешний мир — от фотонов до грибков — способен причинять вред деликатным поверхностям дагеротипов, Вигандт по вполне понятным причинам осторожен: «Я настаиваю на том, что дагеротипы должны и храниться, и выставляться в аргоне».

Вряд ли посетители музеев осознают то, о чем не забывают хранители: срок жизни любого творения человека, будь то краски на картине, камень скульптуры или серебро дагеротипов, конечен. Даже в безупречных музейных условиях изображения тускнеют, камни разрушаются, а связи наночастиц серебра ослабевают. Сохранить их навечно невозможно. «Два столпа музейного дела — сохранение и доступ», — говорит Вигандт. Редко когда эти два требования бывают противоположными настолько, как в случае дагеротипов. ■

Перевод: И.Е. Сацевич

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

■ Young America: The Daguerreotypes of Southworth and Hawes. www.eastmanhouse.org/icp/pages/young_america.html

■ Дополнительные сведения о замутнении дагеротипов из собрания работ Саутуорта и Хоза см. по адресу: ScientificAmerican.com/dec2012/dags

Первое разумное телевидение

Реклама

Одни лишь
задумываются



18+

другие
изобретают!



Такой науку вы еще не видели!

Маркетинг: +7(495) 280-10-91
Дистрибуция: +7(495) 620-98-36
www.naukatv.ru



Данное возрастное ограничение относится ко всем каналам вещания.

Эмили Энтс

ИСТОРИЯ ОДНОГО ДЕЛЬФИНА

Запутавшись в крабовом силке, самка дельфина афалины по имени Винтер потеряла хвост — и ученые сделали ей новый

Текст подготовлен по изданию: *Frankenstein's Cat: Cuddling Up to Biotech's Brave New Beasts*, by Emily Anthes, by arrangement with Scientific American / Farrar, Straus and Giroux, LLC (North America), Oneworld (UK/Aus).



ОБ АВТОРЕ

Эмили Энтс (Emily Anthes) живет в Бруклине, Нью-Йорк. Она профессиональный журналист, ее статьи появлялись в журналах *Wired*, *Discover*, *Slate* и других изданиях. Энтс имеет степень магистра по научной журналистике (получена в Массачусеттском технологическом институте) и степень бакалавра по истории науки и медицины (получена в Йельском университете) за работу «Дельфин Винтер как герольд эпохи протезирования» (*Winter has become an ambassador for prostheses*).



В декабре 2005 г., когда Винтер — так впоследствии назвали эту самку дельфина афалины — было всего несколько месяцев от роду, она плавала вместе со своей матерью в лагуне Москито в средней части атлантического побережья Флориды. Никто не знает, как она ухитрилась запутаться в силке для ловли крабов, но вскоре один внимательный рыбак заметил, что какой-то дельфин отчаянно пытается выпутаться из сети, и вызвал команду экологов-спасателей, которые оказались обученными волонтерами. Они извлекли Винтер, осторожно уложили ее на носилки, вытащили из воды и доставили на другой конец штата в город Клируотер, где находится большой морской аквариум.

Когда ее привезли, Винтер была в плачевном состоянии — истощенная, обезвоженная, покрытая многочисленными шрамами и ссадинами. Она едва могла плавать, и, чтобы держаться на поверхности воды, ей понадобилась помощь — работники аквариума стояли рядом с ней в контейнере с водой и поддерживали ее маленькое тельце на плаву. Никто не знал, сумеет ли она пережить свою первую ночь в неволе. Но Винтер оказалась крепким орешком: она продержалась и ту ночь, и следующую, и остальные тоже.

Мало-помалу здоровье вернулось к ней благодаря работе целой команды сотрудников, которые кормили ее из бутылочки и нянчились с ней 24 часа в сутки. Но не успело состояние детеныша стабилизироваться, как возникла новая проблема. Леска крабовой сети так туго обернулась вокруг хвоста невольной жертвы, что повредила кровеносные сосуды. В тканях хвоста начал развиваться некроз, кожа с него стала спадать клоачьями, и само тело хвоста начало подавать признаки

разложения. Несколькими днями позже работники аквариума нашли на дне два позвонка — стало ясно, что хотя к Винтер вновь возвращаются силы, хвост спасти уже не удастся.

Но, сама не зная того, Винтер оказалась счастливой — в совершенно особенном смысле: она родилась в XXI столетии, и за все время существования жизни на Земле еще ни у одного животного не было более «подходящего» момента, чтобы потерять крыло, лапу или хвост. Появление новых материалов — от композитов из карбонового волокна до гибкого пластика, меняющего форму, — приближает нас к возможности сделать искусственную конечность для любого пациента, летающего, бегающего или плавающего, а протезистам уже удалось создать и новый клюв для орла, и панцирь на замену для морской черепахи, и искусственную ногу для кенгуру.

В то время как чудеса информационных технологий, наподобие следящих камер или радиошейников, позволяют спасти биологические виды в целом, снабжая экологов необходимой информацией о состоянии их популяций, искусственные лапы и хвосты демонстрируют другой конец этого же спектра технических возможностей — направленных на помощь тем или иным пострадавшим особям. Конечно, не все протезы и не всем животным подходят одинаково: одна из самых серьезных проблем современной протетической медицины — разобраться в том, что жизненно важно для множества различных созданий, столь непохожих на нас. Но, как только мы это поймем, человеческие протезы, делающиеся по индивидуальным заказам и вкусам потребителей, легко могут быть приспособлены и для наших меньших братьев, даря им жизнь и здоровье.

! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Самка дельфина афалины по имени Винтер потеряла свой хвост после того, как запуталась в силке для ловли крабов. Ей пришлось плавать наподобие рыбы, изгибаясь из стороны в сторону, и это привело к искривлению позвоночника.
- Двое врачей-протезистов решили создать для Винтер искусственный хвост. Подобного еще никто никогда не делал. В ходе этой работы они изобрели новый гелеобразный материал.
- Теперь новый хвост помогает Винтер вылечить сколиоз, а подложка из «дельфиньего геля» оказалась очень эффективной и для людей — например для тех, кто, потеряв конечность, продолжает заниматься спортом.

Обрубок

Клируотерский морской аквариум расположен на одном из островов вблизи побережья Мексиканского залива. Всего несколько ступенек вверх из главного вестибюля — и вы под открытым небом на верхней палубе, рядом с которой в просторном бассейне резвятся два дельфина. Легко понять, какого из них зовут Винтер: место длинного хвоста ее туловище заканчивается обрутком наподобие запятой.

Даже с этим жалким подобием хвоста Винтер чувствует себя в воде как дома, скользя и прыгая точно так же, как и все ее собратья из отряда китообразных. Она сумела приспособиться к специфической форме своего тела, усвоив несколько необычные приемы плавания. Дельфины используют грудные плавники для поддержания баланса, но Винтер «играет не по правилам» и пользуется своими как веслами. Конечно, без парного плавника,

**Хотя протезисты,
работающие с животными,
могут ориентироваться
и на человеческую медицину,
все равно успех требует
своего рода вдохновения.
Зная лишь то, как создаются
искусственные ноги для людей,
едва ли продвинешься далеко
на поприще изготовления
протеза слоновьей ноги или
собачьей лапы**

украшающего хвост любого дельфина, Винтер была лишена обычного способа локомоции, каким пользуются ее сородичи, чтобы двигаться в воде вперед. Поэтому она научилась плавать в буквальном смысле как рыба, изгибая тело из стороны в сторону, а не вверх-вниз, как это делают дельфины в норме. К сожалению, такая манера плавать создавала дополнительную нагрузку на позвоночник Винтер, заставляя его изгибаться неестественным образом.

Через несколько месяцев, прошедших после спасения Винтер, сотрудники аквариума начали беспокоиться, не вызовет ли такой странный способ передвижения в воде необратимой патологии в теле молодого дельфина. В сентябре 2006 г. пресс-служба аквариума выразила эти опасения в своем интервью для Национального общественного радио, в результате чего появилась передача, специально посвященная истории Винтер. Эту передачу случайно услышал в своей машине протезист Кевин Кэрролл (Kevin Carroll), когда ехал к себе в офис

в Орlando, штат Флорида. Слушая историю про потерянный хвост, он подумал: «А ведь я бы мог вернуть его этой дельфинихе».

Кэрролл провел детство в одном маленьком ирландском городке, неподалеку от больницы, где каждый день видел больных и покалеченных детей, то приходивших в больницу, то покидавших ее. Это грустное зрелище разбудило в нем интерес к тому, как можно «починить» человеческое тело. Ныне Кэрролл — вице-президент всемирно известной корпорации *Hanger inc.*, мирового лидера в области протезирования, в Остине, штат Техас, и один из ведущих протезистов мира. Но он лечит не только людей: время от времени к нему в клинику приходят то с трехногой собакой, то с орлом, оставшимся без клюва, и просят помочь. Большой любитель животных, Кэрролл не в состоянии отказать таким людям и посвящает многие из своих законных выходных лечению необычных пациентов. Годами Кэрролл со своими коллегами по клинике создавал протезы для самых разнообразных представителей животного мира — собак, уток, морских черепах, по его собственным словам, «для всех, кто бы ни подвернулся». Его пациентами можно было бы уже заполнить небольшой зверинец. «Я стал кем-то вроде доктора Айболита от протезирования» — шутит Кэрролл.

Когда аквариум дал согласие на то, чтобы Кэрролл попробовал создать протез хвоста для дельфина, тот начал собирать команду партнеров. Он знал, кого хочет видеть в первую очередь. Дэн Стржемпка (Dan Strzempka), протезист из другого отделения корпорации *Hanger*, находящегося в Сарасоте, штат Флорида, почти всю свою жизнь ходит с искусственной ногой, с того дня, когда в возрасте четырех лет он попал под газонокосилку. Дэн — коренной уроженец Флориды, и он знает, что такое любовь к морю и его обитателям.

Кэрролл и Стржемпка огласились встретиться со мной в помещении аквариума и провести меня через все стадии своей необыкновенной работы. Забавно было взглянуть, как они смотрятся вдвоем, настолько не похожие друг на друга: Кэрролл — худощавый, легкий, абсолютно лысый, с белой бородой и Стржемпка — высокий, загорелый, солидного телосложения. Когда мы подошли к бассейну с дельфинами, Стржемпка перегнулся через перила и поприветствовал Винтер: «Привет, красотка! Как дела?»

За последние пять лет эти двое провели бесчисленное множество часов, стоя здесь, рядом с аквариумом Винтер. Она была не похожа ни на одного из пациентов, с которыми они имели дело до сих пор, поэтому первой задачей для них было понять, как работает ее тело. Кэрролл и Стржемпка приступили к ускоренному курсу изучения дельфинов, читая книги об их анатомии и физиологии, просматривая в замедленном режиме съемки движения китообразных в воде, чтобы разобраться в их биомеханике. Хотя протезисты, работающие с животными, могут ориентироваться и на человеческую медицину, все равно успех требует своего рода вдохновения. Зная лишь то, как создаются искусственные ноги для людей, едва

ли продвинешься далеко на поприще изготовления протеза слоновьей ноги или собачьей лапы. Так что протезисты часто подолгу моделируют конечности каждого животного, создавая их всякий раз по индивидуальному дизайну.

В случае Винтер основной план казался довольно простым. Кэрролл и Стржемпка решили создать пластмассовый хвостовой плавник, который можно было бы надеть сверху на то, что осталось у Винтер от «стебля» хвоста — мускульного тяжа в задней половине тела дельфина, обычно тянущегося от спинного плавника до хвостового. Основная же проблема заключалась в том, что нужно было надежно закрепить протез на обрубке. Винтер, как и любой дельфин, во время плавания могла приложить к своему хвосту совершенно чудовищное усилие, но она ни за что не смогла бы нагрузить хвост всем весом своего тела, как это происходит с людьми, носящими ножные протезы. «Вода, — напоминает мне Стржемпка, — совершенно иная среда, чем та, к которой мы привыкли». А что еще сложнее — кожа у дельфинов очень скользкая, чувствительная и нежная, ее крайне легко повредить.

С тех пор как Винтер начала носить искусственный хвост, ее сколиоз практически выправился, и теперь Кэрролл надеется, что протез в сочетании с физкультурной терапией поможет самке дельфина прожить долгую здоровую жизнь

Люди с протезами обычно используют мягкую подкладку, чтобы создать пружинящую прослойку между обрубком и протезом и защитить свою кожу. Кэрролл и Стржемпка понимали, что и здесь потребуются что-то в этом роде. Разумеется, стандартные материалы, используемые человеком, здесь бы не подошли. Для Винтер они должны были изобрести нечто совершенно новое — материал, который был бы и достаточно мягким, чтобы защитить ее кожу, и достаточно клейким, чтобы крепко держаться на скользкой поверхности, и вполне прочным, чтобы выдерживать ежедневные нагрузки и перегрузки в бассейне, наполненном соленой водой.

Они позвали на помощь инженера-химика, и тот долго бился над усовершенствованием гелевой прокладки, обычно используемой для человеческих протезов, в попытке создать что-то более подходящее для дельфина. Первые несколько прототипов казались многообещающими, но их надежность и функциональность были низкими, а затем последовал ряд катастрофических неудач,

включая пожар на складе, спаливший здание дотла. («Ну, это был совсем небольшой склад» — успокоил меня Стржемпка.) Наконец инженер сообразил, что нужно было сделать.

«Он получил совершенно невероятный материал», — рассказывает Кэрролл, сидя вместе с нами в комнате сотрудников аквариума, учивших Винтер плавать. Он протягивает мне что-то вроде широкого шланга из резинообразного геля, белого цвета, на ощупь клейкого и какого-то тряского, наподобие холодца. Больше всего он напомнил мне блюдо из жаренного в тесте кальмара. Техническое название этого вещества — термопластичский эластомер, т.е. смесь пластмассовых полимеров, которая изначально находится в жидком состоянии и при нагревании может быть сформирована в изделие любого размера и дизайна. Но вообще-то все зовут его иначе — «дельфиний гель». Спеша продемонстрировать свойства нового полимера, Кэрролл берет полоску около полуметра длиной и протягивает другой ее конец Стржемпке. Тот начинает пятиться назад. Метр, два, три — материал все еще растягивается. Тут Кэрролл отпускает свой конец, и он со свистом летит через комнату. Стржемпка поднимает полоску — она выглядит как ни в чем не бывало, абсолютно новой, не растянутой. Оба врача просто сияют, и я понимаю, что все это — хорошо отрепетированное представление. Гель способен быть и прекрасным амортизатором: Кэрролл демонстрирует это, обернув материал вокруг своей руки и нанеся по ней несколько свирепых ударов тяжелой деревянной колотушкой. Потом усмехается и протягивает мне для осмотра совершенно неповрежденную руку.

Плавай на здоровье!

Теперь Винтер — опытный пловец, профессионально владеющий своим искусственным, но полноразмерным и анатомически корректным хвостом. Чтобы надеть устройство на туловище дельфина, сотрудник аквариума должен балансировать, стоя на платформе, подвешенной в бассейне, где плавает животное. По одному его слову Винтер принимает специальную позу — носом ко дну, выставив над поверхностью воды остатки хвоста. Затем сотрудник надевает на обрубок рукав, изготовленный из того самого «дельфиньего геля», и только потом сам протез, который Кэрролл и Стржемпка тщательно сконструировали после анализа нескольких пространственных моделей и сканирующих изображений тела Винтер. Протез имеет гибкое прорезиненное «гнездо», которое надевается поверх защитного геля на остаток стволовой части хвоста, плотно охватывая его. «Гнездо» затем сужается в длинную и узкую полосу, сделанную из карбонового волокна, к которой крепится болтами парный хвостовой плавник. Вся система держится на вакууме — по тому же принципу, как крепятся на стене ванной комнаты крючки или мыльницы на присосках.

Хотя это сложное устройство — модель настоящего хвоста дельфина, оно сделано из самых разнообразных материалов, не имеющих никакого отношения к естественной природе, и за Винтер тщательно следят, когда

Дети с искусственными руками и ногами регулярно ездят к Винтер в гости, и многих из них приглашают спуститься к ней в бассейн. Подобная встреча двух живых существ может творить чудеса с психикой ребенка

она пользуется протезом. Персонал аквариума должен быть уверен в том, что искусственный хвост не начнет внезапно соскальзывать или не зацепится за что-нибудь на дне бассейна. Так что Винтер не носит свой новый хвост постоянно. Как правило, она им пользуется, когда работники аквариума занимаются с ней специальными упражнениями, направленными на освоение правильной позы при плавании и на укрепление мышц. Протез поддерживает позвоночник дельфина в правильном положении, и, имея его на себе, Винтер действительно машет им вверх и вниз, а не из стороны в сторону. «Просто не нарадуешься, глядя, как она плавает с этим хвостом», — повторяет Кэрролл. С тех пор как Винтер начала носить искусственный хвост, ее сколиоз практически выправился, и теперь Кэрролл надеется, что протез в сочетании с физкультурной терапией поможет самке дельфина прожить долгую здоровую жизнь.

Несмотря на все эти достижения, Винтер вынуждена будет провести остаток своей жизни в искусственном бассейне. Увы, бесхвостый дельфин, да и дельфин с хвостом, придуманным для него людьми, — не лучший кандидат на выживание в дикой природе: трудно сказать, как именно протез проявил бы себя при многолетнем непрерывном использовании. И еще Винтер все время придется иметь дело с тренерами, которые будут помогать ей отрабатывать правильную позу при плавании, а также с врачами, которые контролируют правильность расположения позвонков в ее спине. А Кэрролл и Стржемпка продолжают изготавливать для своей подопечной по несколько хвостов в год — ведь она еще растет, и конструкцию требуется усовершенствовать по мере изменения размера и пропорций ее тела. Конечно же, они мечтают сделать и кардинальные улучшения в конструкции хвоста. Стржемпка был бы не прочь придумать, как встроить в систему вакуумный механизм, который бы откачивал из хвоста воздух всякий раз, как Винтер машет им вверх и вниз. Крепление тогда стало бы гораздо надежнее, а протез приобрел бы свойства «самоподгонки».

История с хвостом сделала Винтер знаменитостью. Ей посвящены книги, видеоигры и документальные фильмы, а в 2011 г. кинокомпания Warner Brothers выпустила 3D-фильм под названием *Dolphin Tale*, основанный на этой истории. Протезиста (или, как называет его Кэрролл, «сумасшедшего ученого») в нем сыграл Морган

Фриман (Morgan Freeman). Сайт и сувенирный магазин морского аквариума в Клируотере битком набиты вещами с изображением Винтер — футболками, открытками, магнитиками и игрушечными дельфинами, у которых, как и у Винтер, нет хвоста.

Однако Винтер — не только инструмент в руках опытных маркетологов; она стала предвестником эры протезирования и пользования протезами. Дети с искусственными руками и ногами регулярно ездят к ней в гости, и многих из них приглашают спуститься в бассейн к Винтер. Кэрролл говорит, что подобная встреча двух живых существ может творить чудеса с психикой ребенка.

Людам, потерявшим руку или ногу, Винтер помогла по-другому. По мере того как слава о «дельфиньем геле» распространялась по свету, протезисты стали рекомендовать его и для людей. Гель, который держится на поверхности тела гораздо лучше, чем обычные материалы, применявшиеся до сих пор, показал себя особенно хорошо при использовании пациентами, которые активно занимаются спортом: он не сползает с кожи даже при сильном потоотделении. Стржемпка, страстный любитель гольфа, сделался приверженцем нового материала с первого же раза, как попробовал его со своей искусственной ногой. «Его адгезивная способность — это благо, особенно здесь, во Флориде, — говорит он. — Если вам предстоит пройти за партию 36 лунок, ваша кожа станет такой же, как у дельфина, — очень скользкой». Корпорация *Hanger* не задержалась и с началом продаж подложек для протезов из «геля Винтер» — они прекрасно подходят всем, начиная от 11-летних девочек и заканчивая опытными триатлонистами. «Лечение животных окупается сторицей, — не устает повторять Кэрролл. — Мы учимся очень многому, работая с ними».

Перевод: В.Э. Скворцов

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

■ Winter's Tale: A Dolphin in Distress. John Barry in Tampa Bay Times, December 7, 2008. www.tampabay.com/features/humaninterest/article927462.ece

■ Winter: The Dolphin That Could! A documentary produced and directed by David Yates and Steve Brown. On DVD. Clearwater Marine Aquarium, 2010.

■ О других животных, для которых ученые разработали и создали необыкновенные протезы, см. по адресу: ScientificAmerican.com/mar2013/animal-prostheses

КОДЫ ВАВИЛОНСКОЙ БИБЛИОТЕКИ МОЗГА



СПРАВКА

Константин Владимирович Анохин — доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН и РАМН. Возглавляет отдел нейронаук НБИКС-центра НИЦ «Курчатовский институт». Область научных интересов — биологические основы высших функций мозга: познавательной деятельности, памяти, сознания.



О когнитивных исследованиях в Курчатовском НБИКС-центре и в современной науке о мозге в целом нам рассказал руководитель отделения нейрофизиологии и когнитивных наук НИЦ «Курчатовский институт» член-корреспондент РАН и РАМН Константин Владимирович Анохин

Познать свой мозг

Есть две ключевые проблемы науки, прорыв в которых можно ожидать в ближайшие 20 лет: строение Вселенной и биологические основы сознания. В первом вопросе уже существует рабочая теория — Стандартная модель. В исследованиях мозга все гораздо сложнее. Имея развитую теорию материи и фундаментальных взаимодействий, мы до сих пор не имеем удовлетворительной теории мозга и нервных основ сознания. Одна из главных причин состоит в том, что решение этой проблемы зависит от усилий традиционно далеких друг от друга дисциплин. Философ или психолог не может решить проблему, т.к. она зависит от знаний о работе мозга. Но эта теория не может быть сформулирована и на языке нейрофизиологии — процессов и структур мозга у какого-то вида животных, например человека. Мозг разных

видов животных с совершенно различным строением способен к сходной когнитивной деятельности, поэтому необходима фундаментальная, желательно математическая теория сознания для разных материальных носителей, вплоть до искусственных. Однако математик или физик-теоретик не знает тех фактов, которые должны составить фундамент подобной теории, а работающий с подобными фактами клеточный нейробиолог не может выступить экспертом в области аналитической философии сознания. Получается, что проблема принадлежит всем этим и многим другим дисциплинам, но ни одной из них в отдельности, т.е. считается междисциплинарной. Однако в междисциплинарном сотрудничестве каждый из представителей наук остается на своей территории. Здесь же сама проблема трансформирует ученых, их знания, методологию,

научные подходы. Иногда требуются годы, прежде чем ученый сможет оказаться «в проблеме». И для этой последовательной эволюции исследователей разных дисциплин должна существовать некая точка конвергенции, зона объединения усилий. Курчатовский НБИКС-центр был задуман и создан М.В. Ковальчуком для решения именно такого рода конвергентных проблем, имеющих фундаментальное значение для науки и технологий будущего. Проблема мозга и сознания важна в этом смысле по трем причинам.

Первая — биомедицинская. Мы надеемся хоть в какой-то степени облегчить те страдания, которые приносят человечеству заболевания мозга. Более половины наследственных болезней связаны с нарушениями его функций. И это не случайно, ведь более 80% генов в нашем организме работают на мозг. Кроме того, человечество движется в направлении постепенного старения, и все острее становится проблема нейродегенеративных нарушений, возрастных расстройств памяти и интеллекта. ВОЗ прогнозирует рост этих заболеваний к 2050 г. в три раза. Любые сведения о том, как мозг осуществляет свои когнитивные функции и что разлагается в нем при старении, имеют огромное значение для миллионов людей.

Вторая сторона — технологическая. Сегодня мозг — самое совершенное вычислительное устройство. Лучшие из существующих компьютеров в задачах, которые решает реальный мозг в адаптивной среде, при необходимости быстрой ориентации, принятия решения, использования опыта, отстают от него по эффективности на шесть-девять порядков. Наш мозг способен к потрясающе быстрому поиску в огромных массивах данных, распознаванию и работе в «зашумленной» среде, массивным параллельным вычислениям, широчайшему ассоциативному обучению, категоризации, абстракции, эмоциям и чувствам, затрачивая на все это около 30 Вт. Самые совершенные суперкомпьютеры, способные моделировать лишь часть из этих функций, потребляют мегаватты энергии, достаточные для энергообеспечения небольшого города.

Даже малая часть того, что делает наш мозг, воплощенная в технологии, способна трансформировать общество, промышленность, экономику и жизнь каждого человека. Это несет в себе еще больший технологический потенциал, чем компьютерная революция полвека назад.

Третья сторона в наших исследованиях мозга — возможно, самая важная. Фрэнсис Крик, сооткрыватель генетического кода, посвятивший последние 25 лет жизни расшифровке нейронных кодов сознания, писал: «В масштабе истории человечества основной предмет научных исследований мозга состоит не просто в понимании и лечении различных медицинских состояний, каким бы важным это ни было, а в познании человеком истинной природы своей души». Изучая то, как, по словам И.П. Павлова, «материя мозга производит субъективное явление», мы стремимся понять, кто мы такие, откуда мы пришли, как устроено наше «я».

Вавилонская библиотека

В одном из небольших рассказов Борхеса говорится об огромной Вавилонской библиотеке. Автор называет ее также вселенной, состоящей из бесчисленного множества комнат, заполненных шкафами с книгами, в каждой из которых 400 страниц, на каждой странице 40 строчек из 80 букв, а общее число знаков для письма равно 25. Во всей библиотеке нет двух одинаковых книг. Сам автор утверждает, что библиотека беспредельна. Энтузиасты вычислений подсчитали, что ее размеры превосходят объем видимой Вселенной примерно в $10^{611\ 338}$ раз. Вот уже 400 лет, пишет Борхес, как люди рыщут по комнатам библиотеки в поисках разгадки ее тайн, теории библиотеки и ее происхождения.

Я думаю, метафора библиотеки скрывает за собой вселенную состояний нашего сознания, полное собрание всех возможных произведений нашего мозга. А то, какими кодами записано содержание этих «книг» в сетях нервных клеток, и составляет основную проблему для современных исследователей мозга. Мы знаем только начальные условия этого кода: наш мозг содержит примерно 86 млрд нервных клеток, каждая может иметь до 10 тыс. контактов с другими клетками, количество связей в такой сети исчисляется сотнями триллионов. И эта система постоянно работает, так что сигналы, посылаемые каждым нейроном другим своим «собеседникам», варьируют, и это тоже несет смыслы. Количество возможных комбинаций активности, которую может генерировать такая гигантская сеть, исчисляется цифрами, превышающими число элементарных частиц в известной Вселенной. Где-то в активности этой гиперсети и скрыт тот самый комбинаторный код, который мы ищем.

В Вавилонской библиотеке возможных состояний нашего мозга, мыслимых «кадров» его сознания, есть, например, все кадры фильмов, которые мы видели, и тех, которые когда-либо были или будут сняты. В этих потенциальных комбинациях активности — образы всех встречавшихся нам людей и тех, которых мы еще увидим, вообще всех людей, которые жили и будут жить на Земле. Возможные последовательности активности, «мелодии» этого супероркестра мозга содержат все когда-либо сочиненные людьми мелодии и всю музыку, которая еще будет написана. Среди прочего, эта невероятная библиотека мозга вмещает в себя все сюжеты и все тексты Вавилонской библиотеки.

Как же работать с такими невообразимыми величинами, с такой немыслимой сложностью? Один вариант — математически. Сегодня мы имеем только одну действительно математическую теорию для расчетов сознания, так называемую «теорию интегрированной информации», разработанную нейробиологом из Висконсинского университета в Мадисоне Джулио Тонони (Giulio Tononi). Суть ее заключается в том, что сознание в сети — это информация, которая возникает сверх информации, содержащейся в изолированных взаимодействиях ее частей — любых ее элементов, групп и комплексов. Поэтому кора головного мозга, где все сильно переплетено, так нужна для нашего сознания, с ней связаны высшие

функции мозга, а мозжечок, где нервных клеток в несколько раз больше, чем в коре, но они работают врозь, не связанными друг с другом модулями, не имеет для сознания особого значения. При повреждениях мозжечка наступают нарушения моторики, движений, но сознание почти не страдает.

В этой передовой теории важны подходы к количественным расчетам интегрированной информации. Ее величина, обозначаемая греческой буквой Φ (фи) и измеряемая в битах, позволяет определить потенциальный уровень сознания любых систем: взрослого человека, младенца, собаки, червя, робота. Самая простая модельная система, которую сегодня изучают ученые в нейронауках, нервная система миллиметрового червя — почвенной нематоды — имеет всего 302 нейрона. Все эти нейроны известны, расшифрована вся сеть связей между ними. Она содержит около 6 тыс. контактов.

Вычислить количество интегрированной информации в такой нервной системе можно, рассмотрев все возможные разбиения этой сети, и тогда, чтобы рассчитать потенциальный уровень сознания нематоды, пользуясь возможностями современного компьютера, потребуется приблизительно 10^{79} лет. Таков объем сложности, который мы имеем, когда обращаемся к нашему мозгу и его степеням свободы.

Есть и другой подход: редуцировать сложность задачи с помощью теории мозга, сделав при этом субъективный опыт доступным не только для математических, но и для экспериментальных исследований.

Социальные сети мозга

Мы уже говорили, что мозг можно рассматривать как гигантскую нейронную сеть, — это первый принцип нашего подхода. Рассмотрение любого объекта как сети автоматически переводит проблему в плоскость физической и математической теории. Исследуя мозг как сеть, мы, с одной стороны, применяем к нему все современные методы экспериментальной нейронауки, а с другой — движемся в сторону теории мозга и сознания.

Отделение нейрофизиологии и когнитивных наук Курчатовского НБИКС-центра было задумано М.В. Ковальчуком как раз для того, чтобы расшифровывать коды нейронных сетей мозга. Поэтому первая его задача — разработать новые экспериментальные подходы, позволяющие увидеть мозг как сеть, экстрагировать

фундаментальные принципы ее работы, понять механизмы ее «поломок» как нарушение работы сети.

В этих исследованиях мы опираемся на огромный опыт когнитивной нейронауки в России. Пионерские работы наших великих ученых И.М. Сеченова, И.П. Павлова, В.М. Бехтерева, А.А. Ухтомского, П.К. Анохина и многих других заложили основы изучения механизмов высших функций мозга. В числе этих работ и теория функциональных систем, которой мы пользуемся в качестве второго принципа в нашей работе.

Представьте себе большую страну с многомиллионным населением, обширной территорией, крупными и мелкими городами, деревнями и поселками. Наш мозг отчасти похож на такое государство. У него есть свои республики, районы, мегаполисы, где сосредоточены де-

сятки миллионов нервных клеток. Вся эта гигантская социальная система охвачена распределенными сетями — транспортными, финансовыми, промышленными, военными, коммуникационными, криминальными и т.д. Каждая из них глобально охватывает весь

мозг — всю страну, но в каждом из городов и участков она представлена лишь несколькими элементами — нервными клетками, своими агентами. Все остальные жители заняты в других сетях.

Каждая сеть решает свою задачу; все ее рассыпанные по стране участники, возможно, ничего и не знают друг о друге, но объединены одной целью. Такая распределенная сеть элементов, работающих совместно для достижения общего результата, и есть функциональная система. Подобных сетей в нашей нервной системе огромное количество, когда-то они спят, когда-то — просыпаются, и в этот момент у человека возникают те или иные ощущения, образы, мысли, действия, поступки.

В отношении к кодам Вавилонской библиотеки мозга теория функциональных систем говорит, что именно такие рассеянные сети и составляют произведения этой библиотеки. Их тексты не записаны в отдельных книгах, это именно распределенный код, где отдельные буквы и слова взяты из миллионов книг по всей библиотеке. Только высветившись вместе в этих книгах в какой-то момент, они составляют некое единое осмысленное произведение. При этом нейроны из разных областей мозга, объединившиеся в такую функциональную систему, начинают обладать свойством сцепленности, единого когнитивного целого.





Радикальная редукция сложности

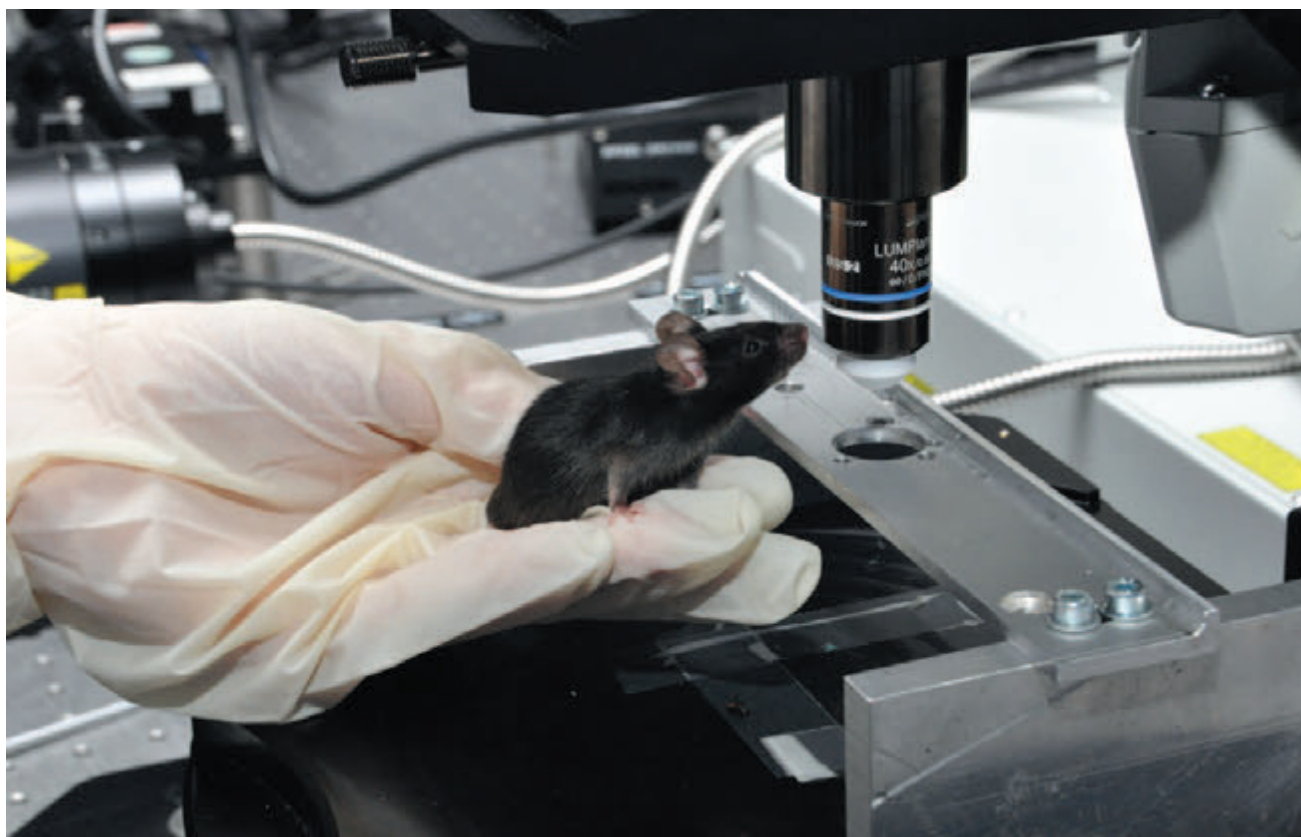
Мы разобрали два фундаментальных принципа организации когнитивных сетей мозга: любой мозг может быть описан в виде глобальной нейронной сети, и кодирование когнитивной информации в ней осуществляется распределенным, реляционным кодом. Однако мы не решили главной проблемы — огромной сложности, невообразимого числа степеней свободы в такой сети. Третий принцип нашего подхода направлен на радикальную редукцию этой сложности. Он связан с механизмами памяти.

Исследования показывают, что одиночный «кадр» нашего сознания, своего рода «стоячая волна» из сцепленной активности распределенных по мозгу нейронов, продолжается доли секунды. Средняя продолжительность жизни человека — 70 лет, т.е. около 2,2 млрд секунд. Около трети времени мы тратим на сон, так что в контакте с внешним миром мы находимся менее 1,5 млрд сек. За это время мы испытываем несколько миллиардов состояний сознания. Это, конечно, много, но уже совсем не те астрономические цифры, которые дает рассмотрение всех потенциальных степеней свободы мозга.

Однако реальную редукцию числа степеней свободы Вавилонской библиотеки мозга осуществляет память.

Для лабораторной умной мыши вся жизнь — сплошной лабиринт

Самым умным грызуном, обычно используемым как раз для исследования памяти, считается мышь Доги



Большинство «кадров сознания» не записываются в долговременную память, не оставляют следов на полках библиотеки нашего мозга. Эпизоды же, которые попадают туда, сгруппированы в смысловые сегменты, что еще сильнее компрессирует запись. В итоге наша память за всю жизнь, по-видимому, накапливает существенно меньше миллиарда произведений, возможно, не больше, чем число книг в Британской библиотеке. А мозг мыши, имеющей около 70 млн нервных клеток и живущей не более трех лет, т.е. около 90 млн секунд, вряд ли содержит более миллиона произведений. Он может быть похож по объему на городскую или районную библиотеку. Продолжительность жизни червя нематоды — две-три недели, т.е. около 1,5 млн секунд. Собрание произведений ее нервной системы вряд ли превышает размеры домашней библиотеки. Это уже те объемы, с которыми вполне можно работать не только теоретически, но и экспериментально.

Когнитом — полное собрание сочинений мозга

До сих пор, рассуждая об узлах в сетях мозга, мы говорили о физических элементах — нервных клетках. Три разобранных выше принципа дают нам единицу совершенно другого типа — распределенную по мозгу сеть нейронов, сцепленных единым когнитивным опытом. Каждая такая сеть, одно содержащееся в памяти «произведение» нашего мозга — это один его когнитивный элемент. Мы будем называть такие элементы когами. В совокупности они образуют систему опыта конкретного организма — его когнитом. Этим термином мы будем обозначать особую сеть из тесно переплетенных и взаимодействующих друг с другом когнитивных нейронных сетей. Как геном не сводится к простому собранию отдельных генов, неся в себе многочисленные регуляторные связи между ними, так и когнитом — это гораздо больше, чем сложение отдельных когов.

Когнитом — двухслойная сетевая структура. Нижний слой — это сеть из сотен нервных структур, своего рода география «страны» мозга, куда погружен отдельный элемент «общества», живущий в своем доме, в своей семье, в своих локальных сетях. Но дальше, когда мы начинаем говорить о принципах работы всего общества, то переходим на более высокий слой. Это и есть слой произведений библиотеки мозга. В этом слое каждая из функциональных сетей нижнего слоя образует одно ядро, один узел. Этот верхний слой — уже не топографический, а топологический. В нем вместо анатомических связей между узлами-нейронами существуют информационные связи между узлами-когами.

Когнитом — постоянно растущая и изменяющаяся структура. Мы рождаемся с рудиментарным когнитомом, содержащим очень небольшой репертуар видовых функциональных систем. Но с первых же минут жизни он начинает обрастать сетью новых, отличающихся у каждого из нас когнитивных элементов. С возрастом он начинает перекрываться процессами старения когнитома — распада когов, ослабления и потери связей между ними.

Концепция когнитома позволяет выявить ключевые свойства естественных нервных сетей, важные для создания искусственных когнитивных сетей. Например, активация отдельных узлов в естественном когнитоме (за счет перекрещивания нервных участников в этих когнитивных сетях) способна вытянуть за собой из памяти многие другие коги. Это объясняет, почему мозг обладает такой потрясающей автоассоциативностью. Возбуждение одного кога через тысячи связей с другими элементами когнитома способно почти моментально вызвать богатейшую сеть ассоциаций, осуществить доступ почти ко всему прошлому опыту.

Мы можем также ставить новые экспериментальные задачи — подсчета числа когов, каталогизации когнитомов, их сравнения между собой, изучения патологий и болезней когнитома. Чтобы научиться делать это, мы должны начать по-новому смотреть на работу мозга.

Ловцы нейронных сетей

Сегодня лучшие из томографических методов сканирования мозга человека имеют разрешение около кубического миллиметра. В 1 куб. мм коры головного мозга может быть до 80 тыс. клеток. Это большой город, а возможно — и несколько малых городов. И там нас может интересовать лишь один житель-нейрон, а все остальные будут фоном. Пользуясь традиционными методами сканирования мозга, мы получим карту очагов, где будет видно, что в одних районах сейчас активность больше, в других меньше. Раскрыть эту сеть, понять истинные принципы ее работы, декодировать ее по таким «тепловым картам» не получится. Значит, нам нужно видеть сеть не с миллиметровым, а с клеточным разрешением. Только тогда, отследив каждого «гражданина» в отдельности, мы сможем понять, кто эти агенты, где они живут, чем занимаются, как кооперируются для решения задач всего мозга.

Один такой метод мы нашли в конце 1980-х гг. В нервных клетках работают для записи новой информации уникальные гены. Для того чтобы мысль или событие зафиксировались в памяти надолго, нервные клетки должны включить свой генетический аппарат и синтезировать новые белки. Когда вы видите, узнаете что-то новое, в миллионах нейронов вашего мозга происходят вспышки активации генома. Если в этот момент не дать синтезироваться белкам в мозге, то память о событии существует короткое время, минуты, а потом исчезает. Однако какие гены начинают работать в нервных клетках для того, чтобы запомнить новую информацию, не было известно.

Нам с коллегами из Института молекулярной биологии и молекулярной генетики удалось найти эти гены. Они молчат, когда мозг занят стереотипными действиями, рутинной, к клеткам не поступает новая информация. Но стоит возникнуть чему-то новому, что требует формирования новой когнитивной сети, как все клетки этой сети с максимальной для молекулярной биологии скоростью, за несколько секунд, включают гены, которые дают команду: «Запомни то, что произошло сейчас, запомни своих партнеров по сети». Каждая клетка

запоминает своих — и запоминается вся сеть. Так в Вавилонской библиотеке мозга появляется новое произведение, записанное на страницах уже имеющихся книг.

Гены, которые мы нашли, в частности ген *c-fos*, составляют своеобразное «бутылочное горлышко» в сложнейших молекулярных сетях и каскадах внутри клетки. Сигналы, которые приходят к клетке и которые ей необходимо запомнить, уникальны для каждой клетки, спектр их очень велик. Но дальше они все сходятся на ядре клетки, и если требуется выполнить сигнал «Запомни сейчас!», то включается ограниченное число генов, названных немедленными ранними генами. Каждый раз, когда нервная клетка запоминает что-то, она должна активировать один из этих генов. Это узкое горлышко, которое засветится и покажет, что клетка включила память, т.е. наряду с расшифровкой генетического механизма памяти клетки мы получили уникальный инструмент для выявления функциональных систем, образующихся по всему мозгу. То, что немедленные ранние гены могут служить своего рода молекулярными крючками для вылавливания нейронов, входящих в конкретный когнитивный элемент, дает нам целый набор новых подходов и инструментов для экспериментального изучения когнитивного.

Взламывание кодов мозга с помощью фотонов

Новые подходы в исследованиях стали возможны лишь в Курчатовском НБИКС-центре и отражают его идеологию конвергенции разных дисциплин для решения единой задачи. Например, используемые методы нейрорентгенографии и нейрорентгенологии требуют соединения новейших достижений в области анализа поведения и обучения, нейрофизиологии, молекулярной биологии и генной инженерии, лазерной физики и волоконно-оптических технологий. Кроме того, мы взаимодействуем со специалистами НБИКС-центра в области нанотехнологий и материаловедения для создания новых сенсоров нейронной активности, со специалистами в области ядерно-физических методов для томографии структуры и связей мозга, с психологами, изучающими когнитивные функции у человека, и специалистами в области информационных технологий с целью визуализации и анализа когнитивных нейронных сетей мозга, с математиками — с целью их моделирования. Крайне важно, что все эти взаимодействия сосредоточены в стенах одного научного центра, в одних проектах, на общих семинарах.

В одном из этих конвергентных подходов мы используем генетически модифицированных мышей, в геном которых встроен специальный репортерный конструкт, индикатор обучения нейрона. Это искусственная генетическая кассета, где в начале стоит регуляторный участок, вырезанный из гена *c-fos*, который мы идентифицировали как активирующий в клетке сигнал запоминания. Когда в ядро клетки поступает сигнал «Запомни!», она включает работу этого гена. Далее в этой кассете стоит ген зеленого флуоресцентного белка, взятый у глубоководных светящихся организмов. Когда белок

синтезируется, мы можем увидеть все нейроны как загорающиеся отдельные электрические лампочки в огромной сети по всей «стране».

Специальные новые методы оптической томографии позволяют нам разглядеть такие «лампочки» даже не на поверхности, но внутри трехмерного мозга. Для этого мы разработали метод, делающий ткани мозга оптически прозрачными, а весь мозг видимым как прозрачный кристалл, в объеме которого высвечиваются миллионы элементов интересующей нас когнитивной нейронной сети. Еще более точную трехмерную картину активной сети дает метод послыонного двухфотонного сканирования мозга с высоким клеточным разрешением.

В двух других способах «вылавливания» когнитивных сетей регуляторный участок гена *c-fos* включает работу других генетических элементов. В первом из них находится ген рецептора, реагирующего на химические сигналы, например, дифтерийного токсина. При активации когнитивной сети во всех клетках, которые в нее входят, и только в них появляется этот рецептор. При введении в организм дифтерийного токсина, который сам по себе безвреден, он убьет только клетки с его рецептором, уничтожив тем самым всю когнитивную сеть целиком, но не тронув непричастных к ней соседей. Можно поступить и гуманнее, если вместо гена рецептора токсина ввести ген рецептора к веществу, которое будет лишь инактивировать помеченные клетки.

Следующий способ вновь обращается к революционным гибридным технологиям. Мы можем избирательно стимулировать когнитивные нейронные сети оптическими методами. Для этого под регуляторный участок нашего гена — крючка для когов можно подстраивать гены, кодирующие рецепторы, делающие клетку чувствительной к фотонам, к освещению. Каждый раз, когда на такой нейрон падает свет определенной длины волны, этот фоточувствительный рецептор возбуждает клетку. Один импульс света — один нервный импульс клетки. Вводя в мозг оптические волокна или даже освещая мозг животного сверху, через череп, мы можем теперь направленно управлять нервными клетками в такой когнитивной сети, специфическом коге, который мы «поймали».

Математика, физика и сознание

Это лишь начальные шаги исследования когнитивных нейронных сетей мозга и построения теории когнитивного. Когнитивный реален, и его можно исследовать, однако самой теории еще предстоит отточить свои аксиомы и постулаты, выстроить свод следствий и эмпирических предсказаний. Кроме того, как всякая строгая научная теория, она должна быть облачена в одежды математики, язык формул и геометрических фигур, на котором, как говорил Галилей, написана книга философии природы.

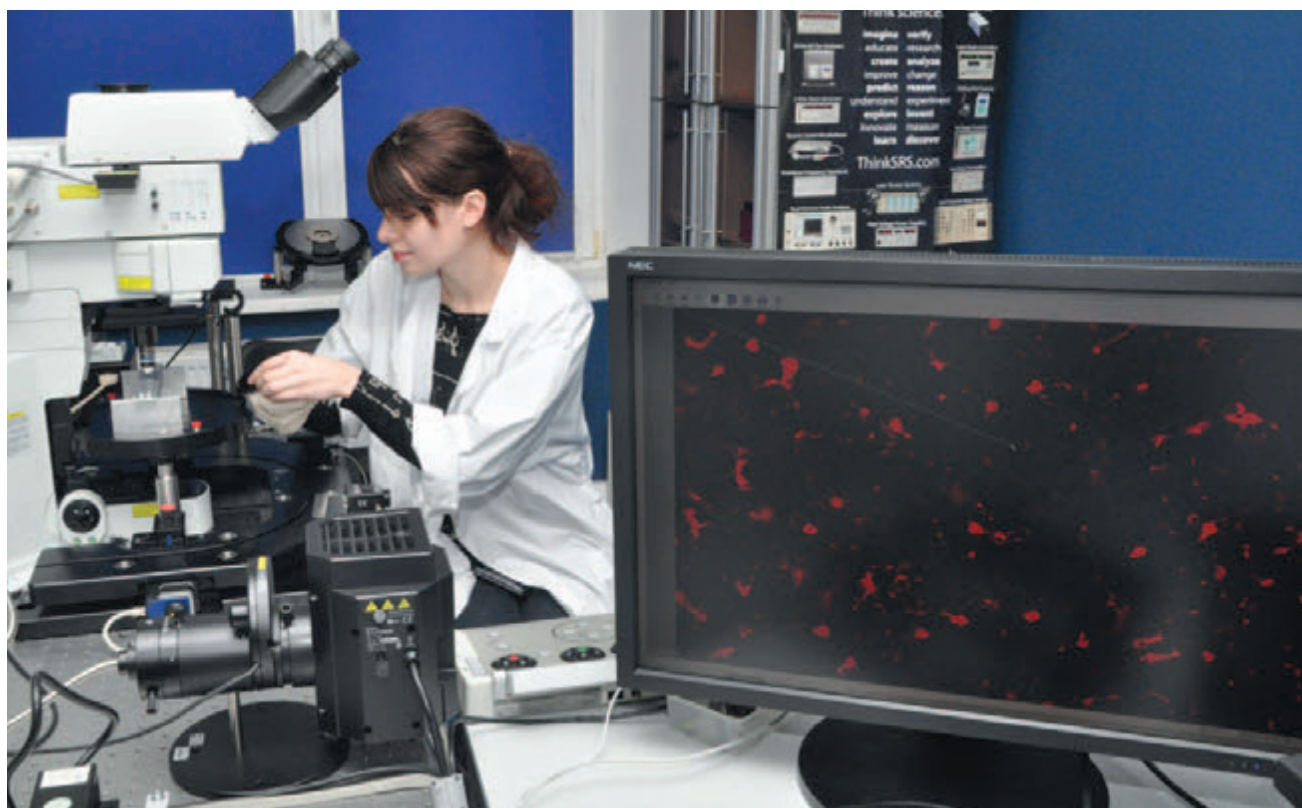
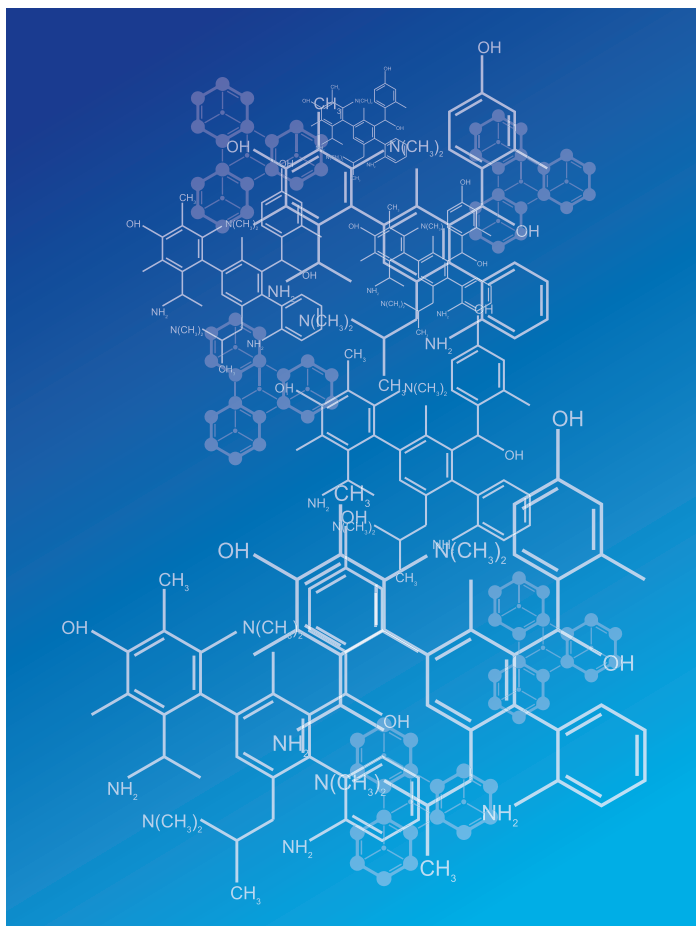
Но есть и другая сторона: сама математика отражает процессы в когнитивном. Не случайно один из великих математиков Давид Гильберт писал, что основная идея его теории доказательств сводится к описанию деятельности нашего разума, протокола о правилах, согласно

которым действует наше мышление. Таким образом, математическая теория когнитивного мира должна описывать и правила операций в нем, которыми пользуется сама математика.

Познание окружающего физического мира, в том числе квантовых процессов, также строится на когнитах — единицах нашего когнитивного опыта, информационного взаимодействия с миром. Не случайно многие из выдающихся физиков вновь и вновь поднимают вопрос, не отражают ли знания в современной квантовой физике в значительной степени механизмы нашего когнитивного аппарата, процессов восприятия и мышления, а само понятие информации выступает фундаментальным понятием физики. Как соотносится кубит, нередуцируемый блок неживой материи, с битом, фундаментальным квантом человеческого измерения этого мира? Как соотносится бит, неделимая единица познания человеком мира, с когом, элементарным представлением этого мира в когните? Эти вопросы связывают две ключевые нерешенные проблемы современной науки. ■

Подготовил Валерий Чумаков

Идет подготовка к очередному эксперименту





70 ЛЕТ знаменитому «Курчатнику»

В Государственном историческом музее до 10 июня продлится выставка, посвященная 70-летию Курчатовского института. Такое масштабное мероприятие проводится впервые, впервые экспонируются и документы, на которых до недавнего времени стоял гриф «Секретно»





Курчатовский институт занимает 100 га в Москве, что почти в два с половиной раза больше Ватикана. Десятилетиями по понятным причинам тематика работ и имена сотрудников института были засекречены. Даже коллеги-ученые зачастую не могли попасть на его территорию. Сейчас режим работы несколько изменился. Так, некоторые экспонаты, еще недавно лежавшие в спецхранах, выставлены на обозрение широкой публики.

«Многие документы часто лежат с грифом секретности просто потому, что до них не доходят руки, — рассказывает Ярослав Игоревич Штротбах, заместитель директора Курчатовского института. — Юбилей тем и хорош, что спускаешься в архивы, создаешь комиссию и понимаешь, что их можно показать широкой публике, что они интересны. Поэтому юбилей имеет не только церемониальное значение».

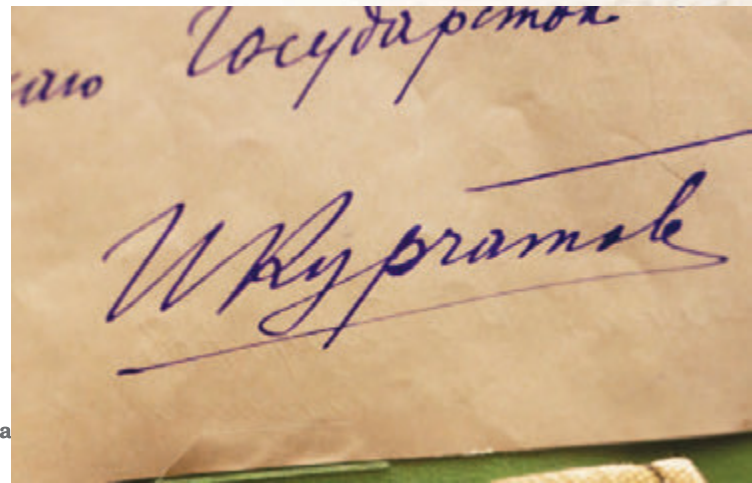
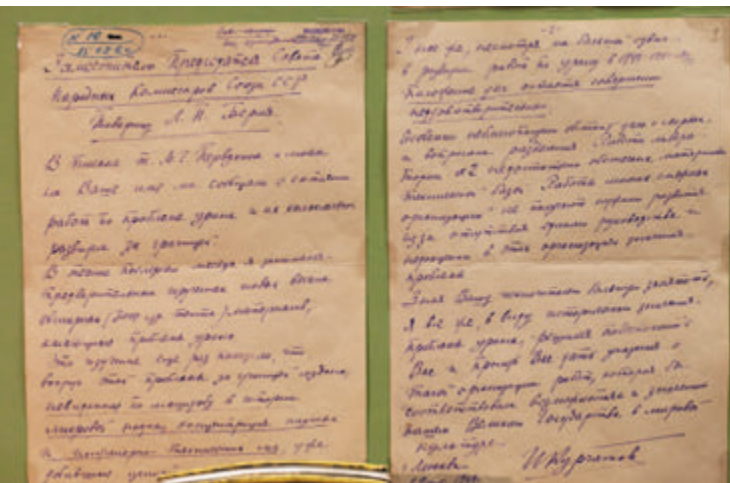
Поражает плотность экспонируемого материала. В двух небольших по размеру залах уместилась вся история института. Мы подходим к одному из стендов с сотрудницей института Ириной Федосеевой. «В Курчатовском институте есть ведомственный архив, научный архив, научно-технический архив, — объясняет она. — И в этом архиве было обнаружено огромное количество документов. Вот, например, несколько заметок, написанных рукой Игоря Васильевича. Это его наброски к докладу, который он делал Сталину. Они были засекречены. Заметки касаются организации работы лаборатории».

В первом зале — новейшая история института, ее и представляют новые технологии: сенсорные каталоги, интерактивная инфографика и плазменные панели,

на которых транслируются документальные фильмы об институте. А второй зал — бесценные архивные экспонаты. Первая витрина посвящена истории создания Лаборатории № 2 при Академии наук СССР. С нее 70 лет назад начинался институт. Это работы по овладению энергией атомного ядра для создания бомбы, прошедшей испытание в 1949 г. Вторая витрина посвящена практическому применению атомной энергии — строительству атомных электростанций. В 1954 г. — первая в мире атомная электростанция в Обнинске, затем Воронежская, потом Ленинградская. Третья витрина посвящена Анатолию Петровичу Александрову. Здесь представлены хроники создания атомного подводного и атомного ледокольного флота, развития исследовательских реакторов. И четвертая витрина — это история попытки удержания плазмы, т.е. излучения Солнца, солнечной энергии. Кроме того, демонстрируются работы в области информатики, электроники и многих других отраслей. А в центре зала — многочисленные награды и почетные грамоты правительства сотрудникам и институту в целом.

Эта выставка — настоящий подарок не только институту к юбилею, но и широкой публике, интересующейся историей нашей науки. Конечно, описать все экспонаты в одной заметке невозможно, для этого стоит самому пойти в музей. А к услугам тех, кто захочет продолжить изучение истории института, на его территории существуют два музея — дом-музей академика Курчатова и музей истории Курчатовского института. Желющие могут их посетить по предварительной записи.

Подготовил Дмитрий Ромендик



НА ТЫСЯЧУ метров под землю У СТЕН КРЕМЛЯ



Академик РАН, директор Геологического музея им. В.И. Вернадского РАН Юрий Николаевич Малышев

В середине апреля в Государственном геологическом музее им. В.И. Вернадского Российской академии наук открылась шахта «Академическая». Директор музея академик Юрий Николаевич Малышев показал корреспонденту журнала «В мире науки» уникальную экспозицию, позволяющую совершить путешествие в прошлое и увидеть, как выглядела угольная шахта столетия назад

«Только бы не испугаться замкнутого пространства», — думаю я, надевая на голову шахтерскую каску с фонарем, и подхожу по ступенькам к шахтному лифту — клетки, которая должна опустить нас на 800 м под землю, туда, где добывают уголь. На спуск уходит около минуты, кабину слегка трясет. Наконец путь заканчивается, дверь клетки открывается и, опять-таки пригибаясь, мы проходим к началу выработки (штрека). Здесь очень тепло: температура около 30°. Тем не менее на всех посетителях довольно плотные спецовки — это правило. Правда, как поясняет ведущий экскурсии, академик РАН и директор Геологического музея им. В.И. Вернадского РАН Юрий Николаевич Малышев, во время работы шахтеры ее снимают. Для гостей шахты такого исключения нет.

На входе в выработку посетителей встречает фигура в такой же спецовке и полной технической экипировке шахтера. За ней — собственно шахта. В конце шахты — забой, мы видим двух угольщиков: один с кайлом, другой откатывает тележку и канарейку в клетке. По птице определяли, не поступает ли в шахту газ: канарейки чувствительны к очень малым концентрациям метана, поэтому, если она падала замертво, надо было срочно покидать шахту.

Угольщики зовут Ганс и Петер. Юрий Николаевич объясняет: это шахта еще XVII в., тогда самая развитая угольная промышленность была в Германии. Именно оттуда она пришла в Россию вместе с мастерами-горнопромышленниками, которых приглашали русские цари, начиная с Алексея Михайловича.

Где-то капает вода, где-то рубят уголь, шуршат откатываемые тележки. Создатели экспозиции постарались как можно более реалистично воссоздать угольный забой: специально продумывали схему звуков от шума механизмов, опускающих клеть, до падения капель. Ощущая себя в шахте, где надо нагибать голову, чтобы не стукнуться о потолок, забываешь, что на самом деле находишься в цокольном этаже Геологического музея РАН, напротив Манежной площади и Исторического музея — в самом центре Москвы, практически у стен Кремля.



Осмотревшись, мы покидаем штрек, но не экспозицию: нас ждет так называемая ламповая — помещение, где хранятся шахтерские лампы. Экспонатов очень много: от самых первых, с открытым пламенем, до усовершенствованных, снабженных специальными сетками-предохранителями. Большая их часть приехала из Политехнического музея, который в этом году закрылся на реконструкцию.

Музей видит свою задачу в том, чтобы рассказывать о новых разработках. Один из экспонатов — макет современной системы «Умная шахта», которая была создана относительно недавно научно-производственной фирмой «Гранч» совместно с институтами Сибирского отделения РАН и при финансировании компании СУЭК и уже введена в эксплуатацию. Поводом для ее разработки, к сожалению, послужили трагические события на шахтах «Ульяновская» и «Распадская». После этого председатель правительства Владимир Путин дал указание создать подобную систему, что и было сделано под руководством Игоря Сечина (тогда заместителя председателя правительства) и Анатолия Яновского, заместителя министра энергетики.

Идея экспозиции родилась в результате... ремонта здания музея. Можно сказать, что помещение, в котором размещена шахта, в буквальном смысле слова откопали в цокольном этаже здания.

Основные работы заняли около трех месяцев — по настоящему стахановский метод! В создании экспозиции, кроме уже упоминавшегося Политехнического музея, участвовали и академические институты (Институт угля СО РАН из Кемерово, Институт горного дела СО РАН, Институт проблем комплексного освоения недр), и частные компании (так, строительные работы проводил «Ростовшахтострой», входящий в систему ЗАО «Союзспецстрой»). Шахта была построена только на частные пожертвования: ее финансировали компании «Распадская» и «Сибуглемет».

Шахта будет работать в экскурсионном режиме, как своего рода музей в музее. Главная ее цель — показать, сколь многообразно, сложно и вместе с тем захватываю-

ще увлекательно горное дело. Рассчитана экскурсия прежде всего на школьников: чтобы они смогли не только прочесть, но и сами пройти и прочувствовать, что такое шахтерский труд.

Экспозиция только начала работу, но уже сейчас Юрий Николаевич планирует ее будущее развитие: «Нет предела совершенству. Мы будем работать дальше. Нам надо показать не только шахту, но и то, что происходит с углем потом. И я мечтаю о том, чтобы здесь постоянно экспонировались разработки институтов РАН, которые касаются горного дела, и были представлены все горнодобывающие компании нашей страны».

Свое название «Академическая» шахта получила потому, что вклад Российской академии наук в освоение природных ресурсов страны трудно переоценить. Речь идет не только о разведке полезных ископаемых: в академических институтах работают над инженерными проблемами, которые ставит перед людьми шахта. И, проникая все глубже в Землю, приходится решать все новые и новые задачи.

В планах развития музея — добавить в экспозицию океанологию и космическую геологию. В Геологический музей должны приехать первый российский батискаф и макет «Лунохода». Конечная же цель — создать что-то вроде познавательно-развлекательного парка для всей семьи, рассказывающего о том, сколько чудесного скрывает планета Земля и как использовать ее богатства.

«Сегодня мы возем оборудование из Германии, Франции, Америки, Китая, хотя многие мировые механизированные комплексы пошли из наших разработок, — говорит Юрий Николаевич Малышев. — К сожалению, нашей науке свойственно, что мы не находим применение тому, что разработали наши светлые умы. Нам всевышний положил большую кладовую, мы ее разрабатываем, и вокруг этого надо строить инновационный процесс».

Подготовили Ольга Закутняя и Екатерина Головина



САМЫЕ ДОРОГИЕ ПРОДУКТЫ В ИСТОРИИ ЦИВИЛИЗАЦИИ СОЗДАЮТ В СИБИРСКОЙ ТАЙГЕ

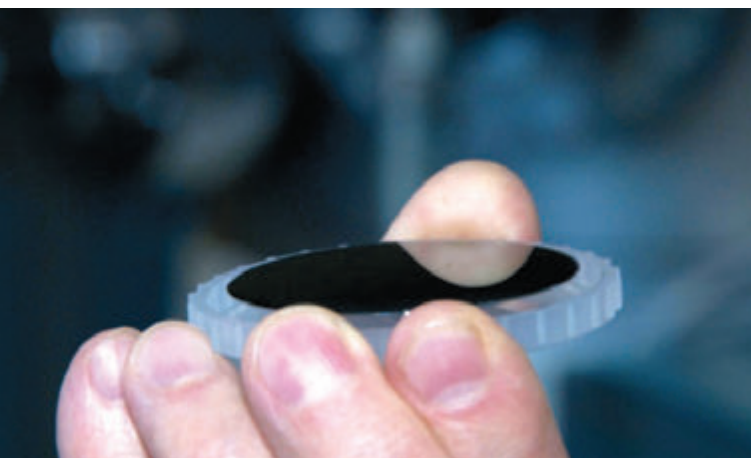


Инфракрасный сенсор, способный в Москве зарегистрировать тепло от спички, зажженной во Владивостоке, и метаматериалы будущего, которые позволят сделать объекты невидимыми в определенном диапазоне спектра, — уже не фантастика. Исследования новосибирского Академгородка сделали это реальностью

Директор Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН академик Александр Асеев рассказывает, что, когда к нему приезжают коллеги из Европы, их главное впечатление — шок. Наиболее емко это состояние описал представитель фирмы *Carl Zeiss*: «Такой капитализации я еще в мире не встречал, каждая установка стоит миллионы долларов, и все это собрано вместе!» Вложенные миллионы способны вернуть миллионы, считает Асеев.

Высокочистый монокристаллический кремний — самый дорогой продукт в истории цивилизации, а Сибирь — неистощимый источник кварцитов, сырья для

его получения. Грязный металлургический кремний стоит несколько долларов за килограмм, следующий уровень — кремний «солнечного» качества, несколько десятков долларов, а чистый полупроводниковый кремний — это уже сотни долларов: кремниевые шайбы диаметром 300 мм стоят столько, сколько на них помещается стодолларовых банкнот. И это тоже лишь промежуточный продукт — материалы для чипов стоимостью тысячи долларов за килограмм. Две из пяти существующих в мире установок для выращивания монокристаллов высокочистого кремния методом бестигельной зонной плавки находятся здесь, в «Кремниевой тайге».





А сами чипы, если их оценивать по весу кремния, стоят миллионы долларов за килограмм. «Мы идем по этой цепочке настолько далеко, насколько это можно сегодня», — говорит Асеев.

Коридоры и комнаты здания института своей чистой, свежим воздухом и светлыми оттенками напоминают элитную клинику. Это сравнение справедливо, потому что здесь растут и появляются на свет невероятно сложные материалы с заранее заданными свойствами. Гордость института — установки для молекулярно-лучевой эпитаксии. Эти конструкции, напоминающие то ли космический корабль, то ли инкубатор для выращивания новых форм жизни, и есть та самая система, которая при помощи специально заданных атомных, электронных и ионных пучков создает уникальные материалы с заранее определенными структурой и свойствами.

Институт может гордиться и многокамерной установкой для выращивания слоев КРТ (кадмий-ртуть-теллур). Эта супернанотехнологическая линия уникальна по количеству используемых ноу-хау. Она сконструирована и построена прямо здесь. В условиях высокого вакуума на особые подложки наносятся слои толщиной в один

атом. В результате выращиваются пленки КРТ. Этот материал — номер один в точной инфракрасной технике самого широкого использования, от космических исследований до медицины. Производство пока малосерийное и очень дорогое, но потребности растут.

Мало создать сложнейший материал, важно максимально точно проверить его структуру и свойства. В институте можно посмотреть на слои атомов на самых современных электронных и сканирующих микроскопах.

Двумерные наноструктуры, которые здесь успешно получают, — лишь этап. В Академгородке работают и с трехмерными наноструктурами — нанотрубками и наноспиральями. Это еще один шаг к созданию метаматериалов — материалов будущего, которые позволят сделать объекты невидимыми в определенном диапазоне спектра.

Фундаментальная наука в Институте физики полупроводников не просто соседствует с прикладными исследованиями — это две части общего целого. Именно поэтому в Академгородке могут быть сделаны открытия, которые определяют новую технологическую революцию. ■

Екатерина Головина и Александр Козлов





АПРЕЛЬ 1963

Дрейф континентов. В 1912 г. Альфред Вегенер выдвинул предположение, что свой нынешний вид континенты приобрели в результате раскола единого суперконтинента. Широкой поддержки его идея не получила, но новые данные свидетельствуют, что принцип соответствует действительности.

Мнения разделились: фиксисты считали, что на протяжении всей истории Земли континенты и океанские бассейны не изменялись, мобилисты же полагали, что континенты непрерывно дрейфуют по поверхности, разламываясь, воссоединяясь и, возможно, даже увеличиваясь в размерах. Несмотря на то что первая идея имеет больше сторонников, интерес к дрейфу континентов в настоящее время непрерывно повышается.

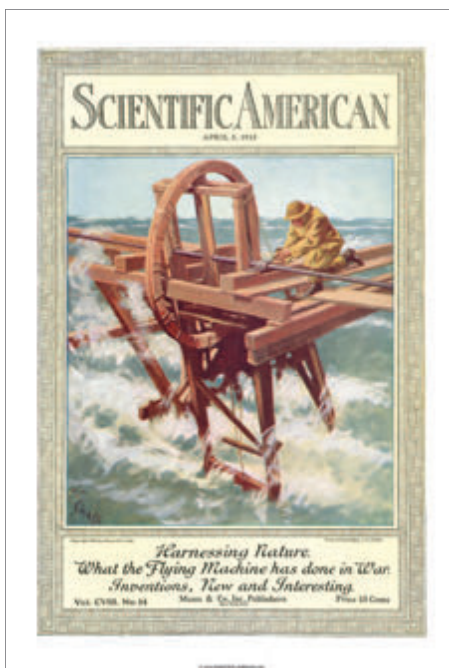
Оптический транзистор. Арсенид галлия, кристалл, необходимый для изготовления устройств, усиливающих свет, получивших название лазеров, теперь используется при создании оптического аналога плоскостного транзистора, предназначенного для усиления или переключения электрических сигналов. Преимущество такого транзистора состоит в том, что скорость света выше скорости электрона. Если поставить целью добиться такого же быстродействия (высокой частоты) операций в обычном транзисторе, то основа должна быть чрезвычайно тонкой, чтобы минимизировать время прохождения сигнала, что сложно и дорого в исполнении. В оптическом транзисторе чрезвычайная тонкость не нужна.

АПРЕЛЬ 1913

Подготовка к посттопливной эре.

Через несколько столетий все запасы угля в мире будут исчерпаны. Где же мы возьмем энергию для производства? Ответ: используя природу. Задолго до того, как мы подсчитали остатки запасов топлива и пришли к тому, что надо распоряжаться ими экономно, мечтатели от науки задавались вопросом, нельзя ли положиться на силы природы. Мы уже пользуемся гидроэнергией, или, как ее называют, «белым углем». Водные потоки отдали нам часть своей силы, дело за морскими волнами.

Интересно посмотреть на то, как изобретатели представляют себе двигатели будущего. На обложке журнала представлен один из них (внедрен в Венеции, штат Калифорния), выбранный наугад из сотен патентов.



Очарование заграницы. Хама (библейский Хамат), один из самых старых городов Сирии, расположен в долине реки Оронт, в 178 км к северо-востоку от Дамаска. Вода из реки, протекающей в форме S через город, поднимается четырьмя огромными водными колесами, каждое из которых носит имя своего владельца. Вода используется для нужд города и для полива. Диаметр самого большого колеса около 21 м, и сирийцы считают, что оно — величайшее из всех существующих. Как и остальные, оно выполнено из красного дерева и насажено на железную ось. Колеса скрипят день и ночь и никогда не останавливаются.

Фотоальбом для интересующихся иностранной культурой 1913 г. см. по адресу: www.ScientificAmerican.com/apr2013/foreign-culture



АПРЕЛЬ 1863

Ценность прерии. Удивительно, но факт: просторы, 12 лет назад представлявшие собой обширные безлесные прерии в Иллинойсе, теперь покрыты молодой порослью деревьев: различными разновидностями дуба, гикори, американского тополя, ясеня и т.д. Изменения были столь быстрыми, что

там, где 20–25 лет назад первые поселенцы не видели ни единого деревца вокруг, сегодня можно нарубить около кубометра хорошего строительного леса. После того как индейцы прекратили ежегодно выжигать прерии, начался быстрый рост деревьев. Некоторые переселенцы, скупавшие леса, но не обращавшие внимания на прерии, теперь находят их весьма ценными, поскольку деревья там растут быстрее, чем их вырубают.

Японская бумага. Доктор Макгоуэн во время своей недавней лекции о японской таможне показал пальто, сделанное из бумаги, прочное и годное к носке. У нас есть бумажные воротнички, но в Японии пошли дальше: они придумали бумажные носовые платки, очень мягкие и приятной текстуры. Японцы, используя платок, выбрасывают его, избавляя таким образом женщин от бесконечной стирки.

ВОЛНОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ, один из множества футуристических проектов, использующий силы природы, 1913 г.



Современные информационные технологии и новая электротехника сделают передачу электроэнергии дешевле и надежнее

Поразительным образом мы вспоминаем об электрических сетях, пожалуй, только после крупных и мелких локальных аварий в нашей энергосистеме. С этой точки зрения она очень напоминает наш организм. Такой же сложный, ранимый и одновременно постоянно развивающийся.

Давайте вспомним 25 мая 2005 г., когда из-за аварии на московской подстанции Чагино тысячи горожан вплоть до глубокой ночи пешком возвращались к себе домой. Прошло всего четыре года, когда произошла авария на Саяно-Шушенской ГЭС, но специалисты электросетевого комплекса уже усвоили предыдущий урок, и через восемь часов после выхода крупнейшего для Сибири источника энергии из строя энергоснабжение региона было полностью восстановлено за счет резервов энергетической сети.

Очевидный контраст последствий для потребителя наглядно показывает адаптивность энергосистемы. Сложный механизм не остается неизменным, а модернизируется под новые реалии: многие решения, принятые по следам московских событий, в конечном счете помогли после сибирской аварии.

Бесспорно, одной из ключевых частей этого механизма выступает единая национальная электрическая сеть, функционирование которой к 2020 г. планируют перевести на принципы активно-адаптивных сетей («интеллектуальная сеть», *smart grid*). Оснащенные современным высокотехнологичным электросетевым оборудованием и современной электроникой активно-адаптивные сети будут в режиме реального времени регулировать потоки электроэнергии, распределять нагрузку с целью эффективного использования ресурсов системы и предотвращать любые аварийные ситуации.

Особенности национальной энергопередачи

Современный электросетевой комплекс РФ сформировался в сложных экономических, политических, технических и природно-климатических условиях нашей страны. Поэтому проблемы электросетевого комплекса различных регионов нашей страны отличаются друг от друга.

Например, такие регионы, как Северный Кавказ, Дальний Восток и Сахалин, подвергаются авариям на линиях электропередачи при воздействии интенсивных гололедно-ветровых нагрузок.

Накопители энергии

Важным компонентом умных сетей должны стать накопители энергии, резервирующие избытки произведенной электроэнергии на случай максимальных нагрузок в пиковые часы. Сегодня принято выделять четыре основные технологии таких накопителей:

А. Гидроаккумулирующие станции. Принцип их работы таков: электроэнергия, вырабатываемая недолуженными электростанциями энергосистемы (в основном в ночные часы суток), используется ГАЭС для перекачивания насосами воды из нижнего водоема в верхний аккумулирующий бассейн. В периоды пиков нагрузки вода из верхнего бассейна по трубопроводу подводится к гидроагрегатам ГАЭС, включенным на работу в турбинном режиме; выработанная при этом электроэнергия отдается в сеть энергосистемы, а вода накапливается в нижнем водоеме. Существуют также воздухоаккумулирующие станции со схожим принципом работы. В таких станциях большие объемы газа сжимаются под давлением поршня или другого механизма, приводимого в движение избыточной произведенной энергией. После снятия внешнего давления система возвращается в прежнее

состояние, газ расширяется и совершает положительную работу над своим недавним «угнетателем». А уже эту работу можно преобразовать в энергию.

Б. Литий-ионные аккумуляторы. С середины 90-х гг. прошлого века получили широкое распространение в бытовой электронике. Энергия в них накапливается за счет образования новых химических связей, образующихся при протекании электрохимических процессов.

В. Электрические машины с супермаховиками. Изобретенные в нашей стране супермаховики представляют собой барабан с намотанными лентами — стальными, пластиковыми или даже углеволоконными. Энергия в такой системе запасается за счет кинетической энергии вращения самого механизма и отдается обратно в сеть при остановке вращения.

Г. Сверхпроводящие накопители. На сегодня достаточно дорогие, технология построена на низкотемпературных сверхпроводниках, в криогенной системе используется жидкий гелий. Однако как только будут разработаны материалы, имеющие сильное магнитное поле при температуре жидкого азота, стоимость будет падать.

А в Забайкалье главный потребитель электричества — железная дорога. Кажется, что для крупных потребителей нет проблемы запитаться от региональных магистральных линий электропередач, которые идут вдоль железной дороги. Но напряжение в таких линиях оказывается сильно несимметричным, амплитуды фазных напряжений и фазовые сдвиги между ними неэквивалентны. При этом каждый проходящий локомотив вносит

искажения в эту асимметричность, что негативно влияет на работоспособность и износ запитанных от таких мощностей приборов.

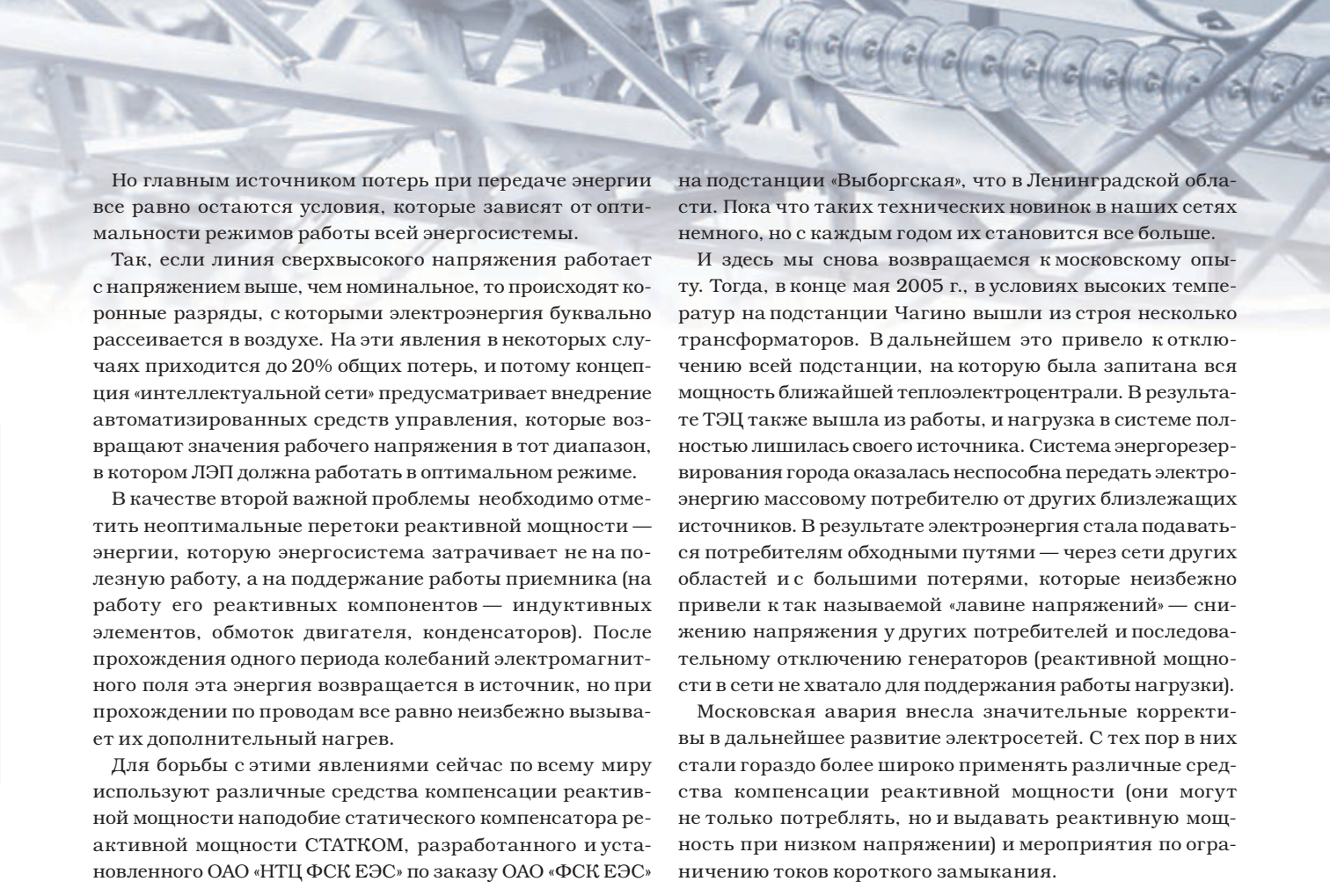
По сетям ОАО «ФСК ЕЭС» доля потерь электроэнергии к объему отпуска электроэнергии из сети в 2011 г. составила 4,65 %. За этим, казалось бы, скромным процентом кроются огромные средства и подчас устойчивость работы всей системы, а потому стратегия развития электросетевого комплекса России к 2020 г. предусматривает снижение доли потерь вплоть до 3,6%.

Интеллектуальная сеть. Техническая сторона

Прохождение электрического тока через проводник неизбежно сопровождается нагреванием проводящего материала и, соответственно, повышением сопротивления. Именно этот нехитрый школьный закон и служит основной причиной потерь. Их же величина может меняться от региона к региону, от сети к сети и объясняется причинами более сложными.

Проблема потерь — задача комплексная. Частично она связана с износом оборудования, устаревшими по современным меркам преобразовательными и трансформаторными устройствами, проводами и т.п. Эта проблема планомерно решается в рамках технической политики перевооружения сетевого комплекса.





Но главным источником потерь при передаче энергии все равно остаются условия, которые зависят от оптимальности режимов работы всей энергосистемы.

Так, если линия сверхвысокого напряжения работает с напряжением выше, чем номинальное, то происходят коронные разряды, с которыми электроэнергия буквально рассеивается в воздухе. На эти явления в некоторых случаях приходится до 20% общих потерь, и потому концепция «интеллектуальной сети» предусматривает внедрение автоматизированных средств управления, которые возвращают значения рабочего напряжения в тот диапазон, в котором ЛЭП должна работать в оптимальном режиме.

В качестве второй важной проблемы необходимо отметить неоптимальные перетоки реактивной мощности — энергии, которую энергосистема затрачивает не на полезную работу, а на поддержание работы приемника (на работу его реактивных компонентов — индуктивных элементов, обмоток двигателя, конденсаторов). После прохождения одного периода колебаний электромагнитного поля эта энергия возвращается в источник, но при прохождении по проводам все равно неизбежно вызывает их дополнительный нагрев.

Для борьбы с этими явлениями сейчас по всему миру используют различные средства компенсации реактивной мощности наподобие статического компенсатора реактивной мощности СТАТКОМ, разработанного и установленного ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» по заказу ОАО «ФСК ЕЭС»

на подстанции «Выборгская», что в Ленинградской области. Пока что таких технических новинок в наших сетях немного, но с каждым годом их становится все больше.

И здесь мы снова возвращаемся к московскому опыту. Тогда, в конце мая 2005 г., в условиях высоких температур на подстанции Чагино вышли из строя несколько трансформаторов. В дальнейшем это привело к отключению всей подстанции, на которую была запитана вся мощность ближайшей теплоэлектроцентрали. В результате ТЭЦ также вышла из работы, и нагрузка в системе полностью лишилась своего источника. Система энергорезервирования города оказалась неспособна передать электроэнергию массовому потребителю от других близлежащих источников. В результате электроэнергия стала подаваться потребителям обходными путями — через сети других областей и с большими потерями, которые неизбежно привели к так называемой «лавине напряжений» — снижению напряжения у других потребителей и последовательному отключению генераторов (реактивной мощности в сети не хватало для поддержания работы нагрузки).

Московская авария внесла значительные коррективы в дальнейшее развитие электросетей. С тех пор в них стали гораздо более широко применять различные средства компенсации реактивной мощности (они могут не только потреблять, но и выдавать реактивную мощность при низком напряжении) и мероприятия по ограничению токов короткого замыкания.

Сверхпроводимость и передача энергии

Сверхпроводимость с ее необычным свойством — нулевым электрическим сопротивлением при температуре, близкой к абсолютному нулю ($\sim -273^\circ\text{C}$), — была открыта в 1911 г. голландским ученым Каммерлинг-Оннесом. Это открытие было побочным эффектом соревнования за получение особо низких температур.

В 1961 г. Кюнцлер показал для сверхпроводящего соединения Nb_3Sn , что в смешанном состоянии по сверхпроводнику могут протекать большие токи без электрических потерь в присутствии магнитного поля.

Возникает вопрос: почему почти за 50 лет с момента открытия Кюнцлером «сильноточной» сверхпроводимости все еще появилось так мало областей, кроме чисто исследовательских, применение в которых сверхпроводимости давало бы значительные преимущества? Например, в электроэнергетике. Причина достаточно проста: необходимы значительные затраты энергии и сложные системы для поддержания рабочей температуры сверхпроводимости, обычно ниже 6°K . Основные термодинамические соотношения и неизбежная неэффективность криогенных машин требуют значительного перерасхода энергии.

А. Надежные системы охлаждения. Протяженность многих линий электропередач составляет сотни и сотни километров. Создать надежную и дешевую систему охлаждения таких масштабов пока не представляется возможным.

Б. Система тоководов. Даже если электричество будет передаваться при сверхнизких температурах по магни-

стральным сверхпроводящим сетям, эксплуатироваться потребителем оно будет при температурах очень даже обычных и комнатных. Переход между этими температурными режимами влечет за собой много проблем.

В. Цена сверхпроводящих материалов. Сплавы редких металлов, сверхпроводящая керамика — все это очень дорогие материалы, сложные в получении и подчас включающие редкие элементы.

Разрешить эти три проблемы, кажется, можно одним махом — создать дешевые материалы с комнатной температурой сверхпроводимости, о чем уже давно мечтают ученые и технологи всего мира. Но, конечно, как это часто бывает, гораздо легче сказать, чем сделать. Тем более никто не гарантирует, что эти воображаемые материалы будут удобны в эксплуатации и из них буквально можно будет изготовить протяженные провода или, скажем, пластины.

Тем не менее работы по созданию сверхпроводящих линий электропередач сейчас продолжают по всему миру. Так, и в Научно-техническом центре Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы (НТЦ ФСК ЕЭС) проводятся работы по созданию высокотемпературного сверхпроводящего (ВТСП) кабеля постоянного тока напряжением 20 кВ, мощностью 50 МВА и длиной 2,5 км. Кабель будет использоваться в сетях «Ленэнерго». На опытном полигоне проведены испытания ВТСП-кабеля переменного тока напряжением 20 кВ, мощностью 50 МВА и длиной 200 м.

Линии постоянного тока

Мощность постоянного тока по своей природе ограничена максимальным значением в 10 МВт, и поэтому большинство энергосетей сегодня работают на токе переменном. Тем более что после изобретения различной силовой аппаратуры стало возможным преобразование переменных токов с различными характеристиками (напряжением и частотой). Однако при передаче электроэнергии на большие расстояния (более 700 км) потери на привычном переменном токе превышают потери на экзотическом постоянном токе. Именно поэтому скандинавские страны связываются по дну Балтийского моря с остальной Европой магистральными кабелями постоянного тока. Особенно важна эта технология для больших государств — Индия, Китай, Бразилия строят свои

энергосистемы по принципу сочетания переменного и постоянного тока (очень востребован этот подход в Китае, где большинство крупных производителей энергии находятся в пустынной северной части страны, а главные потребители требуют своей светлой доли на далеком юге). Аналогичные проекты стали недавно появляться и в России. Так, ОАО ФСК ЕЭС вскоре планирует построить линию постоянного тока между Ленинградской АЭС-2 и подстанцией «Выборгская» для дальнейшей передачи электроэнергии по дну Финского залива в соседнюю Финляндию. (Часто линии постоянного тока становятся оптимальными решениями не только на больших расстояниях, но и при прямом протягивании линий в труднодоступных местах.)

Интеллектуальная сеть. Информационная сторона

Справиться со всеми вышеперечисленными задачами — повысить гибкость и аварийную устойчивость электрических сетей, совместить энергосистемы различных регионов и, наконец, дать рядовым пользователям простые инструменты для выбора оптимального поставщика энергии — как раз и призвана «Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью».

Умный дом, способный к автономной поддержке основных функций жизнеобеспечения. Умные материалы, восприимчивые к изменениям внешней среды. Умный магазин, работающий без продавцов. Все это не пустые слова, а вполне приземленные вещи и одновременно общая тенденция. Так и в словосочетании «интеллектуальная сеть» за громким и современным эпитетом скрываются вполне материальные возможности сетей

динамически регулировать и перераспределять энергетические потоки в масштабах предприятия, региона и всей страны.

В широком смысле слова «умной» была еще самая первая магистральная сеть Москва — Куйбышевская ГЭС (сейчас Жигулевская ГЭС) с ее сложной системой автоматики для сохранения энергосистемы в сбалансированном состоянии. Однако в современных усложнившихся условиях такая система уже не совсем актуальна, и потому концепция «интеллектуальной сети» как раз предполагает создание единой системы контроля энергопотоков (это второй важный аспект концепции наряду с широким использованием описанных выше технических устройств).

Одним из ключевых элементов умной сети должны стать цифровые («интеллектуальные») подстанции, технология которых позволяет получать доступ к информации от одной линии всем потребителям в любой точке





Альтернативная энергетика. Возобновляемые источники энергии

Когда в начале статьи мы говорили об авариях как единственном поводе вспомнить о существовании энергосистемы, мы, конечно, немного кривили душой. Все новостные ленты в последние годы буквально переполнены бесконечными сообщениями об успехах альтернативной энергетики — проектах новых солнечных, ветровых, геотермальных и биотопливных электростанций. А каждая вторая научная конференция по энергетике и вовсе не обходится без очередного предложения замостить солнечными панелями всю площадь Сахары (производимой ими энергии, по легенде, с лихвою хватит на нужды всего человечества). Впрочем, большинство этих проектов так и остаются фантазиями, и на то есть свои веские причины.

А. Нерегулярность производимой энергии. Солнечные батареи эффективно работают только при ярком дневном освещении, а ветряки понятным образом вырабатывают электроэнергию в ветреную погоду. Эти климатические факторы можно предсказывать, моделировать, но управлять ими никак не получится, а потому генераторы возобновля-

емой энергии часто избыточно производят энергию в часы минимальной нагрузки и, наоборот, оказываются бессильными при нагрузках максимальных.

Б. Невысокое качество энергии. По этим же причинам, только более локального характера (солнце зашло за облака — солнце вышло из-за облаков), вырабатываемая энергия оказывается невысокого качества. Именно поэтому электричество от генераторов возобновляемой энергии, как правило, передают линиями постоянного тока.

Таким образом, встроить альтернативную энергетику в сложившуюся энергосистему сегодня совсем не просто, и помочь в этом деле как раз может «интеллектуальная сеть», которая за счет грамотного перераспределения энергопотоков может компенсировать минусы «зеленой энергетики» будущего плюсами эффективной и проверенной энергетики настоящего. Правда, необходимо отметить, что в России, где исторически фокус энергосистемы смещен в сторону крупных производителей, а природные условия не балуют благодатным постоянством, реализовать этот подход будет особенно трудно.

Однопроводная и беспроводная передача энергии

Об опытах великого сербского ученого Николы Теслы по беспроводной передаче энергии, наверное, слышали многие. За счет явления электростатической индукции электричество проходило по диэлектрику — воздушной среде небольшой комнаты — и заставляло светиться не подключенные к сети лампы накаливания. Позже похожую систему Тесла пытался воспроизвести в планетарном масштабе — создать единую беспроводную электрическую систему, в которой электричество передавалось бы за счет канала емкости Земли (по одной из легенд, именно с этими испытаниями связан легендарный Тунгусский метеорит, обломки которого так и не были найдены).

С тех пор многие пытаются в том или ином виде повторить опыты великого ученого — здесь и всемирно известная корпорация *Intel*, и лучший естественнонаучный университета мира *MIT* (Массачусеттский технологический институт), и многие другие коллективы. Упирается все только в одну проблему — КПД такой передачи энергии крайне невысок, всего около 10–15% (вспомним, как борются за снижение потерь на 1%, и ужаснемся).

сети (системам измерения и защиты, системам управления и регистрации). При этом речь идет об информации в цифровом виде, передающейся по защищенным линиям оптоволоконной связи.

Дальше на основе этой информации либо по данным предварительного моделирования, либо по результатам обработки в непрерывном режиме будут корректироваться режимы основных устройств сети — генераторов, трансформаторов. Это позволит избежать

превышения пиковых нагрузок, сопутствующих потерь и возникновения потенциально аварийных ситуаций.

«Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью» предполагает мультиагентную сеть, т.е. информация доступна любому потребителю (агенту) в системе.

Работы над созданием цифровой подстанции сегодня ведутся по всему миру — в Европе, в США, Японии, Индии, Китае и, конечно, в России, в ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС», где был создан опытный полигон «Цифровая подстанция». Целью его создания стали испытания цифровых устройств контроля, защиты и управления нового поколения, устройств (модулей) связи, обеспечивающих для различных видов силового электрооборудования цифровой интерфейс, создание прототипа цифровой подстанции и разработку нормативно-технической документации.

В настоящий момент активно ведется переход от теории к практике. Реализуются пилотные проекты по созданию «интеллектуальной сети». Внедряются такие новые технологии, как технологии сверхпроводимости, аккумулирования электроэнергии, цифровой подстанции, токоограничивающие устройства, технологии передачи энергии постоянного тока и многие другие.

Реализация «Концепции интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью» поможет достичь качественно нового уровня эффективности функционирования и развития энергетической системы, а в конечном итоге она направлена на повышение качества и надежности электроснабжения потребителей. ■

Выражаем благодарность за помощь в подготовке материала Ю.А.Дементьеву, Ю.Г.Шакаряну, А.Н.Антонову, И.Л.Ивановой





ИДЕИ ДЛЯ НОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ



КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ





В июне в Санкт-Петербурге пройдет первая конференция молодых ученых «Новые технологии передачи электроэнергии», организованная ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» и Российской академией наук. Молодые ученые получают отличную возможность представить свои работы признанным авторитетам энергетической науки и обменяться новыми идеями в области силовой электроники, современных технологий передачи электроэнергии, а также присоединения возобновляемых источников электроэнергии к электроэнергетической системе. Лучшие работы будут отмечены денежными премиями и рекомендованы к включению в программы НИОКР ОАО «Россети» и ОАО «ФСК ЕЭС»

Альберт Эйнштейн сформулировал основные положения общей теории относительности в 26 лет, Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик открыли спиральную структуру ДНК, когда им было 25 и 37 лет, а Дмитрий Менделеев опубликовал свой фундаментальный закон периодичности свойств химических элементов в возрасте 35 лет. Часто самые главные научные результаты приходится на первые годы профессиональной деятельности ученых. Это потом они возглавляют институты и лаборатории, пишут монографии, занимаются организацией науки и даже иногда получают Нобелевские премии. Но без притока новых сил читать учебники, вести научную работу и совершать открытия будет практически некому.

Поэтому пробуждение интереса молодежи к науке, обеспечение притока молодых высококвалифицированных специалистов в наукоемкие отрасли производства — задача первостепенной важности. В последние годы выделяются гранты, вновь активно заработали советы молодых ученых при различных организациях. Проводятся школы и конференции, где без оглядки на авторитеты обсуждаются свежие идеи и последние достижения, формируются научные связи и коллаборации, которые в будущем могут стать фундаментом российской научной системы. Открытое акционерное общество «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (ОАО «ФСК ЕЭС») активно поддерживает наметившиеся тенденции: в сотрудничестве с ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС» и Российской академией наук оно собирает 21 июня в Санкт-Петербурге конференцию молодых ученых

«Новые технологии передачи электроэнергии». Организаторы мероприятия надеются таким образом возродить не потерявшую актуальности традицию ежегодных смотров новых идей в энергетике.

Конференция пройдет на территории Санкт-Петербургского отделения РАН, где молодые ученые представят краткие доклады. Оценивать работы будут как сами начинающие специалисты, так и президиум конференции, состоящий из таких мэтров российской энергетики, как Владимир Фортков, академик-секретарь отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, Эдуард Сон, член-корреспондент РАН, Юрий Шакарян, доктор технических наук, профессор, научный руководитель ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС». Впрочем, молодое поколение вряд ли спасует перед авторитетом именитых коллег, по замыслу организаторов лишь наблюдающих за процессом.

Приглашения принять участие в конференции получили более 100 различных специализированных институтов и организаций. Теперь конкурсная комиссия оценивает присланные со всей страны заявки и материалы от аспирантов, студентов и молодых специалистов. Работы должны отвечать заявленной тематике конференции, подразделяющейся на три основные взаимодополняемые секции: технологии передачи электроэнергии, подключение альтернативных (возобновляемых) источников электроэнергии к электроэнергетической системе и, наконец, управление большими потоками мощностей (силовая электроника).

На первой из них, наиболее информационно насыщенной, речь пойдет о различных технологиях передачи электроэнергии. Преимущественно передача электроэнергии осуществляется по воздушным линиям электропередач (ЛЭП) переменного тока с частотой 50 Гц, по трехфазной схеме. Однако существуют и другие способы передачи энергии со своими преимуществами и недостатками. Так, особое внимание на конференции будет уделено обсуждениям перспектив передачи энергии постоянным током. При таком способе мощность тока ограничена значением 10 МВт, но зато передача на большие расстояния (ориентировочно больше 700 км) проходит с меньшими потерями. Поэтому, несмотря на то что изначально в мире ставка была сделана на переменный ток, с изобретением различной силовой аппаратуры (выпрямители тока, генераторы переменного тока) постепенно все большее распространение получают линии постоянного тока.

Впрочем, если использование постоянного тока в некоторых случаях может снизить потери, то сверхпроводящие линии электропередач, в соответствии с фундаментальными законами физики, вообще не вносят потерь — в сверхпроводящих материалах электроны движутся без замедляющих взаимодействий с атомами кристаллической решетки. Правда, на сегодня максимальная температура сверхпроводимости (сверхпроводники обладают своими уникальными свойствами только в довольно узком диапазоне отрицательных температур) составляет порядка 150° К. Поэтому для эффективной





работы таким линиям электропередач нужны дополнительные охлаждающие криогенные системы, что неминуемо влечет за собой новые расходы, новые ограничения и новые предметы для исследований.

Здесь энергетики особенно надеются на помощь физиков и материаловедов, которые ищут материалы, обладающие нулевым сопротивлением при комнатной температуре. Но даже если их поиски увенчаются успехом, это еще не будет автоматически означать немедленного и повсеместного распространения идеальных линий электропередач. Все современные материалы, как бы перспективны ни были их свойства и как бы многообещающе они ни выглядели в пробирках и на лабораторных столах, еще требуют долгой практической апробации, доведения до ума технологии изготовления образцов, проверки эксплуатационных свойств. И как раз в области поиска и разработки новых материалов для энергетики организаторы ждут интересных и разнообразных работ.

На второй большой секции конференции, посвященной проблеме подключения альтернативных источников энергии, речь пойдет об одной интересной проблеме, о которой мало что известно неспециалистам. Несмотря на многочисленные сообщения об успешном применении возобновляемых источников энергии, гелиоэнергетических установок и сопутствующих им уникальных технологиях изготовления фотоэлементов или микроорганизмах, превращающих любые органические отходы

в чистое биотопливо, к сожалению, у всех этих, без сомнений, прорывных исследований есть недостатки — вписать возобновляемые источники энергии с их нестабильным характером генерации в современную систему электросетей оказывается чрезвычайно трудно. Такая проблема — только вершина айсберга: нерегулярный характер снижает качество электроэнергии, а перебои с ее подачей влияют на устойчивость всей энергосистемы.

Наконец, третья секция конференции будет посвящена разработкам в области силовой электроники — созданию различных приборов, которые могут помочь с внедрением линий передач постоянного тока или генераторов возобновляемой энергии.

По итогам конференции комитет определит три лучшие работы, авторы которых станут обладателями премий в 100 тыс. руб. Самые интересные и перспективные работы будут рекомендованы оргкомитетом на включение в программы научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ (НИОКР) ОАО «Россети» и ОАО «ФСК ЕЭС». Таким образом, у лучших из лучших молодых ученых появится реальный шанс не только обсудить свои результаты с коллегами, но и продолжить работу на более высоком уровне. Возможно, некоторые из этих ученых окажут влияние на саму политику научных исследований в области электроэнергетики, а значит, и на нашу повседневность. Ведь энергия есть жизнь, и кому, как не молодым, развивать новую энергетику. ■





Корни гениальности

Новая серия снимков головного мозга Альберта Эйнштейна поможет понять, как ему удавалось видеть пространство и время

С момента смерти Эйнштейна в 1955 г. ученые задаются вопросом, какие особенности его мозга обеспечивали экстраординарное понимание физических законов. Исследования анатомических основ гениальности Эйнштейна, длившиеся десятилетиями, зашли в тупик, т.к. многие посмертные фотографии мозга и срезы нервной ткани были розданы разным людям и оказались недоступными для ученых.

В ноябре прошлого года в журнале *Brain* появилась онлайн-публикация, основанная на наиболее полной на сегодня коллекции снимков мозга Эйнштейна. Оказалось, что кора больших полушарий, отвечающая за высшие психические функции, различалась у Эйнштейна и лиц со средним уровнем интеллекта значительно сильнее, чем считалось ранее. Ниже мы приводим интервью с руководителем этого проекта антропологом Дин Фолк (Dean Falk) из Университета штата Флорида.

— **Что вам удалось обнаружить?**

— У Альберта Эйнштейна была необычная префронтальная кора с нестандартным расположением извилин. Благодаря сравнительным исследованиям на приматах мы знаем, что в процессе эволюции эта область мозга наиболее интенсивно стала развиваться у предков человека. Кроме того, известно, что у людей эта область обеспечивает высшие психические функции: рабочую память, планирование и осуществление планов, размышления и беспокойство о будущем, прогнозирование событий. Это высокоразвитая часть мозга, от которой

идут связи и к подкорковым структурам. Мы предполагаем, что в мозге Эйнштейна наблюдалась повышенная сложность именно этих связей.

— **Было ли еще что-то необычное?**

— Еще есть интересные данные, касающиеся сенсорной и моторной коры. В нижних участках моторной коры, отвечающих за движения мышц лица, языка и голосового аппарата, мы обнаружили странную область. У Эйнштейна в левом полушарии область, отвечающая за движения лица, была необычно увеличена, в ней выделялся широкий участок прямоугольной формы. Мне не доводилось видеть такого в мозге других людей. Я не знаю, как это правильно объяснить. Есть известная цитата, где Альберт Эйнштейн пишет, что думает не только образами, но и чувствами, что его мышление содержит не только зрительные, но и мышечные элементы. Что это значит? Я не знаю, но в свете того, что мы обнаружили в моторной коре, вопрос становится очень интересным.

— **Как вы думаете, это как-то связано с той известной фотографией, на которой Эйнштейн запечатлен с высунутым языком?**

— Вы четвертый, кто спрашивает меня об этом за последние три дня. Первый раз вопрос застиг меня врасплох, и я сказала, что считаю это простым совпадением. Потом я стала думать об этом и подошла к зеркалу, чтобы посмотреть, смогу ли я высунуть язык так же, как Эйнштейн, и у меня почти получилось. Так что я думаю, на знаменитой фотографии запечатлено, как импульсивно и непринужденно может вести себя ученый. ■

Гэри Стикс



Мозг и спорт

Новые данные о связи спортивных травм с нейродегенеративными заболеваниями

Голову у футболистов и военных защищает шлем, но он не может полностью защитить мозг от повреждения, поскольку в момент удара мозг бьется о череп.

Предположительно, такие повторяющиеся травмы связаны с последующим развитием нейродегенера-

тивных заболеваний. 2 декабря 2012 г. исследователи из Высшей школы медицины в Бостоне, Министерства по делам ветеранов США и других учреждений опубликовали на сайте журнала *Brain* статью об изменениях, вызываемых хронической травматической энцефалопатией (ХТЭ). В их работе приводится наиболее детальное на сегодня описание особенностей этого заболевания и его отличия от других нейродегенеративных заболеваний, например болезни Альцгеймера.

Исследователи проанализировали образцы мозга 85 умерших людей, в том числе спортсменов и ветеранов войны, имевших травмы мозга. Оказалось, что заболевание в мозге прогрессировало и тау-белок образовывал



О чем жуют жуки?

Дырки и ходы, прогрызенные личинками жуков в произведениях искусства, позволяют изучать судьбу биологических видов во времени

Существуют ли порталы, сквозь которые можно путешествовать во времени в буквальном смысле, подобно героям научно-фантастических романов, — это науке пока не известно. Но уже сейчас мы можем сказать, что есть дыры, сквозь которые ученые, изучающие распространение насекомых, могут заглянуть в отдаленное прошлое. Они вполне реальны и проделаны самими насекомыми в древних произведениях искусства.

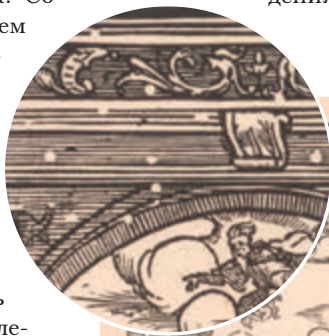
Можете представить себе биолога в чуждом ему мире старинных гравюр, многим из которых по несколько сотен лет? Его имя Блэр Хеджес (Blair Hedges), по должности он профессор в Университете штата Пенсильвания. Ученый обнаружил, что множество мелких дефектов в досках, на которых печатались гравюры, появились из-за личинок жуков, которые прогрызли древесину еще до того, как на ней делались оттиски. Причем оказалось, что насекомых, проделавших эти ходы, можно идентифицировать с точностью до вида. Сопоставляя размеры дырок со временем и местом изготовления гравюр, ученый смог нарисовать картину распространения жуков-древоточцев во времени по всей Европе, получив при этом доселе неизвестные результаты. Он опубликовал свое открытие в февральском номере журнала *Biology Letters*.

Блэр Хедж назвал эти следы, столь много говорящие об истории видов, «летописью дыр». Взрослые жуки откладывают яйца в мелких трещинках в древесине. Как только личинки вылупляются, они внедряются вглубь и проводят в дереве от трех до четырех лет, благоденствуя на неистощимых запасах целлюлозы. Когда же личинки превращаются во взрослых жуков, они покидают свое место обитания, просверливая в древесине те самые дырочки, что мы видим на поверхности почти всех деревянных гравюр.

Хедж изучил 3263 различных ходов в 473 картинах, созданных в период между 1462 и 1899 гг. Он выяснил, что дырочки могут быть двух размеров: одни около 2,3 мм в поперечнике, другие — приблизительно 1,4 мм в диаметре. Распределение числа дырочек разного размера в старинных европейских гравюрах имеет ярко выраженную закономерность — все более

мелкие были найдены в гравюрах, изготовленных на северо-западе континента, а более крупные концентрируются в досках юго-восточного происхождения. Потом ученый смог «вычислить» каждый из видов древоточцев. На северо-востоке им оказался обыкновенный мебельный древоточец (*Anobium punctatum*), а на юго-западе — средиземноморский мебельный древоточец (*Oligomerus ptilinoides*). Метод Хеджеса, основанный на «летописи дыр», позволяет изучить распределение жуков-древоточцев не только в Европе, но и в мире, а также проследить изменение границ ареалов видов на протяжении истории, оценить изменения в локальных популяциях различных видов и определить время инвазии чужеземных насекомых в той или иной стране. Новый подход, вероятно, может оказаться полезным и в определении времени и места происхождения книг или гравюр, что могло бы помочь разгадать многие тайны, связанные с произведениями искусства.

Кэтрин Хармон



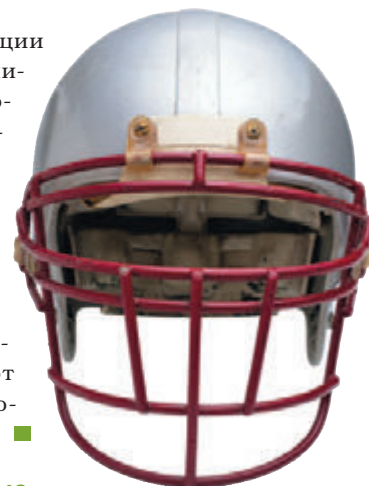
Кругом жуки: гравюра, попорченная насекомыми



нейрофибриллярные клубки, с наличием которых обычно связывают снижение умственных способностей при болезни Альцгеймера. Но, в отличие от болезни Альцгеймера, при ХТЭ эти клубки возникали в различных областях мозга и распространялись неравномерно. Первоначальные нарушения, по-видимому, были вызваны физическими повреждениями, и исследования на животных подтвердили, что заболевание продолжало развиваться в промежутках между травмами: мозг получал следующее повреждение, не успев оправиться от предыдущего.

Это исследование подтверждает предположение, что регулярное получение травм спортсменами приводит к развитию ХТЭ. Среди 85 исследованных образцов мозгов ХТЭ отмечалось в 68 случаях, из которых 64 образца принадлежали людям, занимавшимся контактными видами спорта, такими как футбол или хоккей. Однако исследование не объясняет, почему у некоторых

людей в аналогичной ситуации такого заболевания не возникает. Один из авторов работы, невропатолог Энн Макки (Ann McKee) из Бедфордского медицинского центра по делам ветеранов в Массачусетсе, считает, что надо срочно проводить дополнительные исследования, чтобы выяснить, почему некоторые люди, возможно, имеют генетическую предрасположенность к ХТЭ.



Дэйзи Юхас

От клеток — к организму

Слизистый плесенеобразный организм *Dictyostelium discoideum* проводит большую часть своей жизни в виде совершенно типичных на первый взгляд одноклеточных амёб, обитающих между частичками влажной почвы и питающихся бактериями. Но когда запасы питания почему-либо исчерпываются, с этими клетками начинается происходить нечто необычное. Голодающие клетки диктиостелиума собираются вместе и формируют единый конгломерат. Этот своеобразный организм (плазмодий), внешне напоминающий слизня, прорастает в плодовое тело, спорангий на ножке, который, возвышаясь подобно маяку на вершине башни, разбрасывает споры на большое расстояние вокруг себя, так что амёбы, вновь образующиеся из этих спор, будут иметь значительные шансы оказаться в местах, более богатых пищей. Это внезапное изменение способа существования уже само по себе интересно, однако настоящую эволюционную загадку представляют собой те клетки, которые образуют тонкую ножку, несущую спорангий: ведь они гибнут, так и не размножившись, предоставляя клеткам верхней части плодового тела превратиться в споры, имеющие больше шансов на выживание в непредсказуемой среде. Такое поведение, чем-то напоминающее добровольное принесение себя в жертву, завораживает биологов в течение нескольких десятилетий. (Интересно также отметить, что в один плазмодий, как правило,

группируются амёбы, родственные друг другу, поэтому даже умирающие клетки имеют возможность передать по наследству свои гены, пусть и косвенным путем.) Перед нами — пример организма одновременно и одноклеточного, и многоклеточного (или колониального), причем на своеобразной суицидальной основе. Он представляет собой почти идеальную модель для понимания того, как многоклеточные организмы могли возникнуть из одноклеточных амёб. На приведенной фотографии изображен срез лабораторной культуры *Dictyostelium discoideum*, где можно видеть, как его плазмодии постепенно превращаются в спорангии.

Алекс Уайлд



КАК ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ/ЗАКАЗ НА ЖУРНАЛ «В МИРЕ НАУКИ» ЧЕРЕЗ РЕДАКЦИЮ

1. Указать в бланке заказа/подписки те номера журналов, которые вы хотите получить, а также ваш полный почтовый адрес. Подписка оформляется со следующего номера журнала.
2. Оплатить заказ/подписку в отделении любого банка (для удобства оплаты используйте квитанцию, опубликованную ниже). Оплату можно произвести также при помощи любой другой платежной системы по указанным в этой квитанции реквизитам.
3. Выслать заполненный бланк заказа/подписки вместе с копией квитанции об оплате:
 - по адресу 119991, г. Москва, ГСП-1 Ленинские горы, д. 1, кор. 46, офис 138, редакция журнала «В мире науки»;
 - по электронной почте podpiska@sciam.ru, info@sciam.ru;
 - по факсу: +7(495) 939-42-66

Стоимость подписки на первое полугодие 2013 г. составит:

Для физических лиц: **1140 руб. 00 коп.** — доставка заказной бандеролью*.

Для юридических лиц: **1200 руб. 00 коп.**

Стоимость одного номера журнала: за 2004–2006 гг. — **бесплатно**, за 2007–2011 гг. — **20 руб. 00 коп.**, за 2012 г. — 1-е полугодие — **60 руб. 00 коп.**; за 2012 г. — 2-е полугодие — **120 руб. 00 коп.**

(без учета доставки); стоимость почтовой доставки по России — **70 руб** заказной бандеролью, **50 руб.** — простым письмом.

Бланк подписки на журнал размещен на сайте www.sciam.ru.

Уважаемые подписчики! После подтверждения платежа вы будете получать журнал ежемесячно с доставкой в отделение почтовой связи.

* Если ваша заявка о подписке получена до 10-го числа месяца, то, начиная со следующего месяца, с почты вам начнут приходить уведомления о заказной бандероли. Такая система доставки журналов гарантирует 100%-ное получение. За доставку простой бандеролью редакция ответственности не несет.

БЛАНК ЗАКАЗА НОМЕРОВ ЖУРНАЛА

Я заказываю следующие номера журнала «В мире науки» (отметить галочкой):

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2012 г.												
2011 г.												
2010 г.								объединенный выпуск	объединенный выпуск			
2009 г.												
2008 г.												
2007 г.												
2006 г.												
2005 г.												
2004 г.												

Ф.И.О. _____

Индекс _____

Область _____

Город _____

Улица _____

Дом _____ Корп. _____ Кв. _____

Телефон _____

E-mail: _____

* Выделенные черным цветом номера отсутствуют

Некоммерческое партнерство
«Международное партнерство
распространения научных знаний»
Расчетный счет 40703810238180000277
В Московском банке Сбербанка БИК 044525225
России ОАО №9038/00495 30101810400000000225
Корреспондентский счет ИНН 7701059492; КПП 772901001

Фамилия, И.О., адрес плательщика

Вид платежа	Дата	Сумма
Подписка на журнал «В мире науки» № _____ год		

Платательщик

Некоммерческое партнерство
«Международное партнерство
распространения научных знаний»
Расчетный счет 40703810238180000277
В Московском банке Сбербанка БИК 044525225
России ОАО №9038/00495 30101810400000000225
Корреспондентский счет ИНН 7701059492; КПП 772901001

Фамилия, И.О., адрес плательщика

Вид платежа	Дата	Сумма
Подписка на журнал «В мире науки» № _____ год		

Платательщик

**ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ
НА ЖУРНАЛ "В МИРЕ НАУКИ"**

МОЖНО:

В ПОЧТОВЫХ ОТДЕЛЕНИЯХ

ПО КАТАЛОГАМ:

"РОСПЕЧАТЬ",

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС

81736 для ЧАСТНЫХ ЛИЦ,

19559 для ПРЕДПРИЯТИЙ

И ОРГАНИЗАЦИЙ;

"ПОЧТА РОССИИ"

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС

16575 для ЧАСТНЫХ ЛИЦ,

11406 для ПРЕДПРИЯТИЙ

И ОРГАНИЗАЦИЙ;

АП ИНТЕР-ПОЧТА

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС 4626

WWW.INTERPOSTA.RU

КАТАЛОГ «ПРЕССА РОССИИ» 45724

WWW.AKC.RU

ПОДПИСКА ПО РФ И СТРАНАМ СНГ:

ООО "УРАЛ-ПРЕСС",

WWW.URAL-PRESS.RU

СНГ, СТРАНЫ БАЛТИИ И ДАЛЬНЕЕ

ЗАРУБЕЖЬЕ: ЗАО "МК-ПЕРИОДИКА",

WWW.PERIODICALS.RU

РФ, СНГ, ЛАТВИЯ:

ООО "АГЕНТСТВО "КНИГА-СЕРВИС",

WWW.AKC.RU





Читайте в следующем номере:



Призрачные огни новой физики

Нейтрино, самые странные звери в зоопарке частиц, возможно, скоро покажут ученым пути в неизведанные миры

Недорогие билеты на орбиту

Частные космические полеты будут неуклонно дешеветь. Возможно, это откроет неожиданные научные перспективы

Ископаемая любовь

Ученые подбираются к разгадке тайн сексуальной жизни гигантских динозавров

Оспа: новая угроза?

После того как 35 лет назад оспа была искоренена, люди перестали делать прививки от нее; таким образом, сегодня вся популяция потеряла иммунитет не только к оспе, но и к другим поксвирусам, распространенным среди животных

Конец апельсинового сока

Маленькое насекомое, азиатская псиллида, заражает губительным недугом цитрусовые деревья по всему миру

Полет механических пчел

В связи с таинственным заболеванием, косящим пчелиные колонии, ученые создают пчел-роботов, которые будут должны взять на себя функции живых насекомых



очевидное
невероятное

научный журнал
в мире науки

ИНТЕРНЕТ-ПОРТАЛ

НАУЧНАЯ РОССИЯ

www.scientificrussia.ru

Для всех, кто живет
на планете
ЗЕМЛЯ!