

ПСИХОЛОГИЯ

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

БИОЛОГИЯ

Мудрость психопатов

Новая эпоха Просвещения

Интеллект и аутизм

ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC
AMERICAN

В мире науки

www.sciam.ru

№1 2013

12+

Что там внутри Кварков?

Ученые заглянут
в мельчайшие
частицы материи



Журнал выходит при поддержке
МГУ имени М.В. Ломоносова

ISSN 0208-0621



13001



9 770208 062001

ЖУРНАЛ «В МИРЕ НАУКИ»
30
лет



14



32

СОДЕРЖАНИЕ

Январь 2013

Главные темы номера

Юбилей

30 ЛЕТ В МИРЕ НАУКИ

В январе 1983 г. в СССР вышел первый номер журнала «В мире науки», русской версии всемирно известного Scientific American



К юбилею Уральского отделения РАН

КАК УВИДЕТЬ ГАРМОНИЮ?

Владимир Губарев

Председатель УрО РАН академик Валерий Чарушин — о тайнах химии и праздниках Уральского отделения Российской академии наук и Демидовского фонда



Физика элементарных частиц

4 ВНУТРЕННЯЯ ЖИЗНЬ КВАРКОВ 14

Дон Линкольн

Что если мельчайшие кусочки материи на самом деле скрывают доселе неоткрытый мир частиц?

Физика

8 ИТЕРАЦИЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТИ 24

Виктор Фридман

Заместитель директора Курчатковского НБИКС-центра Александр Шиков — об истории, сегодняшнем дне и перспективах развития прикладной сверхпроводимости

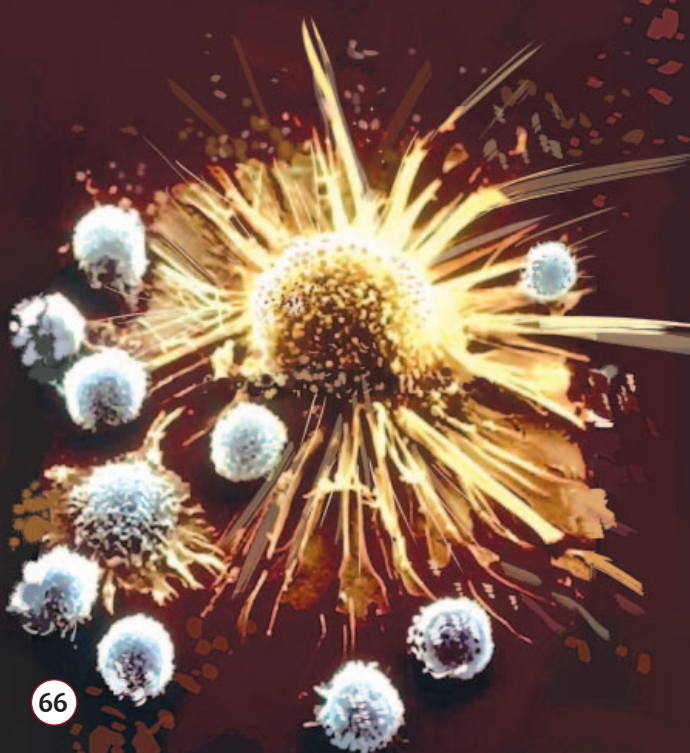


Квантовая физика

НОВАЯ ЭПОХА ПРОСВЕЩЕНИЯ 32

Джордж Массер

Когда-то казалось, что квантовая теория — последний гвоздь, вбитый в гроб чистого разума. Сегодня, похоже, она становится его спасителем



66

Окружающая среда

ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ: БЫСТРЕЕ, ЧЕМ ОЖИДАЛОСЬ?

Джон Кэри

Таяние ледников и вечной мерзлоты, а также другие последствия изменения климата развиваются с пугающей скоростью

Биология

АУТИЗМ И ТЕХНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ

Саймон Барон-Коэн

Дети ученых и инженеров, возможно, наследуют гены, которые наделяют их не только склонностями к точным наукам, но и предрасположенностью к аутизму

Психология

МУДРОСТЬ ПСИХОПАТОВ

Кевин Даттон

У психопатов можно многому поучиться: часто приписываемые им личные качества и интеллект гарантируют успех в жизни



Физиология

КАК ДОЛГО МЫ МОЖЕМ НЕ ДЫШАТЬ

Майкл Паркс

Логично думать, что время, на которое человек может задержать дыхание, определяется потребностью мозга в кислороде. Да, но это далеко не весь рассказ о данной стороне нашей физиологии

58

Здравоохранение

В БОРЬБЕ С РАКОМ ГЛАВНОЕ — ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

О понимании природы раковых заболеваний и перспективах борьбы с ними беседуют первый главный редактор журнала «В мире науки» профессор **Сергей Капица** и президент АМН Армении **Левон Мкртчян**

История

С ДНЕМ РОЖДЕНИЯ, РОССИЯ!

Валерий Чумаков

Почему мы праздновали 1150-летие российской государственности именно в 2012 г., рассказывает кандидат исторических наук **Андрей Петров**

ЧИТАЕМ ТАТИЩЕВА

(о чем не пишут в учебниках)

Игорь Прокуронов

Нынешнее устройство нашей великой страны — далеко не первое

Разделы

От редакции

События, факты, комментарии

УВЛЕЧЬ НАУКОЙ

В Перми учреждена новая премия имени **Сергея Капицы**

50, 100, 150 лет тому назад

66



76



82



3

86

94

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 Inchoombe

Executive Vice President: Michael Floreck

**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:



PETER



SERVICE

О Ч Е В И Д Н О Е



НЕ В Е Р О Я Т Н О Е



Сибирское отделение РАН



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



Учредитель и издатель: Некоммерческое партнерство «Международное партнерство распространения научных знаний»

Главный редактор: В.Е. Фортов

Первый заместитель главного редактора: А.Л. Асеев

Заместители главного редактора: А.Ю. Мостинская, О.И. Стрельцова

Зав. отделом естественных наук: В.Д. Ардаматская

Зав. отделом российских исследований: Ю.Г. Юшкявичюте

Выпускающий редактор: М.А. Янушкевич

Обозреватель: В.Ю. Чумаков

Научные консультанты: кандидат биологических наук М.С. Багоцкая;

президент АМН Армении, доктор медицинских наук, профессор Л.Н. Мкртчян;

кандидат исторических наук А.Е. Петров; академик РАН, доктор химических наук,

профессор В.Н. Чарушин; доктор технических наук А.К. Шиков

Над номером работают: А.Н. Агеев, М.С. Багоцкая, А.В. Басалаев,

О.Л. Беленицкая, Д.А. Граб, В.С. Губарев, А.П. Кузнецов,

Т.Н. Лапшина, Н.Л. Лескова, И.В. Ногаев, А.И. Прокопенко,

И.Б. Прокуронов, Е.П. Репников, И.Е. Сацевич, В.И. Сидорова,

В.Э. Скворцов, Е.В. Укусова, В.П. Фридман, Н.Н. Шафрановская

Верстка: А.Р. Гукасян

Дизайнер: Я.В. Крутий

Корректора: 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 №01 12-12-00307

© 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 ссылки

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.

30 ЛЕТ В МИРЕ НАУКИ

В январе 1983 г., 30 лет назад, вышел первый номер журнала «В мире науки», русскоязычной версии одного из самых известных зарубежных научно-популярных журналов — *Scientific American*. Это было чрезвычайно важное событие как для ученых-профессионалов, так и для многих, кто просто интересуется современной наукой. Как ни один другой, этот журнал нашел правильные пропорции между строгостью содержания и доступностью изложения научно-материала.

Журнал «В мире науки» сразу стал в нашей стране популярным и востребованным. В очередной раз хочу сказать об удивительной интуиции Сергея Петровича Капицы, который почувствовал в нашем обществе высокую потребность в таком издании. Выпуски журнала позволили российскому читателю впервые ознакомиться с материалами дружественных национальных изданий *Scientific American*. Яркие статьи по основным научным дисциплинам — физике, биологии, медицине, космологии, экологии, энергетике и т.д. — были впервые переведены на русский язык и стали доступными массовому читателю. Они открыли ему удивительный мир современной науки, без которой невозможно поступательное развитие человеческой цивилизации. Я помню,

что каждый номер журнала был событием. И сейчас стимулирующее влияние журнала остается огромным.

Сергей Петрович был первым главным редактором журнала «В мире науки / *Scientific American*», именно он сформировал его политику и идеологию. Все эти 30 лет он был душой, мотором и идейным вдохновителем нашего журнала. Диапазон его научных интересов был чрезвычайно широк — от мощной СВЧ-электроники до современных моделей народонаселения, от гидродинамики до глобальных социологических проблем.

Просвещение людей и борьба с лженаукой, объяснение обществу и власти (без дешевого популизма!), какое место должна занимать наука и какова ее роль, — все это составляло суть его деятельности и в журнале,

и на телевидении. Люди такого масштаба, как Сергей Петрович, неповторимы. Сейчас нам его очень не хватает. Но он заложил в работу журнала такую прочную основу, что мы смотрим в будущее с уверенностью и оптимизмом. Очевидно, что журнал будет нужен и востребован и дальше. Сегодня в науке обозначились две тенденции: с одной стороны, настал век узкой специализации, с другой — возрастает роль междисциплинарных исследований. Наш журнал, как нам кажется, объединяет эти тенденции и дает полную картину науки в современном мире.

Сегодня никто не сомневается, что роль науки будет только возрастать. К сожалению, всегда будет присутствовать и обратная сторона этого явления — лженаука.



С.П. Капица и В.Е. Фортвов на встрече главных редакторов редакций *Scientific American* 16 стран мира с учеными в Российской академии наук, июнь 2011 г.

Необходимость в просвещении людей и общества останется всегда. Будут обнаруживаться новые научные явления, совершаться открытия, и об этом нужно рассказывать людям правдиво, ярко и образно. Так, как это делал Сергей Петрович. Эта задача продиктована временем, и коллективу редакции она видится первоочередной. Ее решению мы отдадим все наши силы. ■

**Академик Владимир Фортвов,
главный редактор журнала «В мире науки»**

В МИРЕ НАУКИ

SCIENTIFIC
AMERICAN

Издание на русском языке



Январь **1** 1983

СУПЕРКОМПЬЮТЕРЫ



30

лет в мире науки

В январе 1983 г. в СССР вышел первый номер журнала «В мире науки», русская версия известного во всем мире Scientific American. Это исключительное событие для Советского Союза времен железного занавеса и холодной войны. Сергею Петровичу Капице, человеку авторитетному и известному не только в России, но и за рубежом, удалось продвинуть уникальный проект. Ниже мы приводим рассказ о том, как это было, из его книги «Мои воспоминания»



Из книги «Мои воспоминания»

Для того чтобы начать рассказ о журнале «В мире науки», необходимо вернуться назад и вспомнить историю возникновения ведущего научно-популярного журнала *Scientific American*. Этим мы обязаны замечательному человеку Джерарду Пилу¹.

Не будучи ученым, Пил обладал поразительным чутьем, которое ему никогда не изменяло. Он точно понимал, что надо печатать, а что — не надо. Пил много раз приезжал в Советский Союз, интересовался нашей наукой, заказывал нашим ученым статьи; тогда за статью платили до тысячи долларов, большие деньги по тем временам. Журнал издавался на нескольких языках — немецком, французском, итальянском... Очень хотелось сделать и русское издание, но наши идеологи были против. Журнал, правда, фотокопировался в вырезанном виде: многие статьи изымались, вместо цветных иллюстраций — маленькие черно-белые фотографии...

Джермен Гвишиани², который очень хорошо понимал важность научной и технической информации, начал добиваться, чтобы появилось полноценное русское издание. Были длительные переговоры, и вдруг как-то меня вызвали к Гвишиани и предложили возглавить журнал. Я согласился. К этому времени я уже был знаком с Пилом, он бывал в Институте физических проблем, и мы стали очень серьезно взаимодействовать. Журнал назвали «В мире науки». Французское издание называется *Pour la science*, «За науку», немецкое — *Spektrum der Wissenschaft*, «Спектр науки», но на всех, так же как и у нас, указано, что это перевод *Scientific American*.

Редакцию организовали в издательстве «Мир». Моим заместителем стала Лидия Васильевна Шепелева, до этого работавшая в Госкомиздате. Во многом благодаря ее опыту, связям и энергии мы быстро сформировали коллектив, нашли переводчиков и редакторов, а современным оформлением журнал обязан Максиму Жукову. Нам удалось наладить выпуск русской версии журнала через три месяца после выхода английского издания. Пил во всем нам помогал. Тогда в Советском Союзе не было скоростной почты, фотографии и пленки нам присылали через летчиков Аэрофлота. Тексты статей



В МИРЕ НАУКИ

— это ответ на все возрастающую потребность быть в курсе последних научных достижений, потребность, которую вместе с вами испытывают все больше людей во всем мире. Наука изменяет нашу жизнь; опираясь на добытые ею знания, мы обретаем новое понимание мира и самих себя, и одновременно — новые возможности преобразования мира на благо человека.

В мире науки — это издание журнала *Сайентифик Америкн* на русском языке — международный журнал. В нем вы найдете статьи о последних достижениях во всех областях науки, написанные учеными из разных стран мира, в том числе и из СССР. Авторы статей разделяют убеждение редакции *Сайентифик Америкн*, что жизнь науки должна быть понятной как можно более широкому читателю. Совместными усилиями мы стараемся излагать научные идеи в доступной форме. Редакторы нашего журнала работают над статьями вместе с их авторами, обсуждая текст и подбирая иллюстрации, которые несут значительную долю смысловой нагрузки. Тем самым мы стремимся дать читателю представление о достижениях даже в узкоспециализированных областях науки.

Благодаря такому сотрудничеству ученых и редакторов всемирный тираж журнала, издающегося на семи языках (английском, французском, немецком, итальянском, испанском, японском и китайском), превысил один миллион экземпляров. В свете необходимости улучшения взаимопонимания между народами, мы рады тому, что к растущей армии наших читателей, серьезно и активно интересующихся наукой, теперь присоединяются и советские читатели. От имени всех редакторов международной сети журнала *Сайентифик Америкн* я имею честь заявить, что мы гордимся возможностью служить своим новым друзьям в Советском Союзе и будем стремиться как можно лучше учитывать ваши интересы.

Gerard Piel
Джерард Пил

ИЗДАТЕЛЬ САЙЕНТИФИК АМЕРИКИ

мы получали до выхода американского оригинала и могли заблаговременно готовить переводы. У нас было право не публиковать статьи чисто американского толка и вставлять достойные русские материалы. Например, мы рассказывали про Янина³ и его раскопки Новгорода, про работы Вячеслава Иванова⁴ в области лингвистики, про бурение сверхглубокой скважины...

Если сейчас главная проблема издателя — деньги, то тогда были политические проблемы. В нашем журнале публиковались очень авторитетные данные о последствиях ракетно-ядерной войны, сравнивались наши и американские арсеналы и т.д. Были две силы: одна требовала, чтобы я снимал такие статьи, а другая, наоборот,

1. Пил Джерард (Gerard Piel) (1915–2004), издатель *Scientific American* с 1947 г. Президент Американской ассоциации продвижения науки (с 1985 г.).

2. Гвишиани Джермен Михайлович (р. 1928), российский философ и социолог, академик РАН (1991); академик АН СССР (1979). Основные труды по проблемам управления, социальной организации, философским основам системных исследований.



НАУКА В современном МИРЕ,

выступая в качестве главной движущей и производительной силы НТР, является и неотъемлемой составляющей мировой культуры. Поэтому информация о прогрессе науки и техники, популяризация знаний и пропаганда научных представлений о мире способствуют формированию научного мировоззрения.

Обмен научными идеями, будучи составной частью международного сотрудничества, в свою очередь стимулирует его поступательное движение. Современное понятие «взаимозависимости» между странами в значительной мере применимо и к развитию науки и техники. Передовые ученые различных стран отстаивают необходимость и пользу сотрудничества во имя мира и социального прогресса.

Перевод на русский язык *Сайентифик Америкн* и его издание в СССР приобретают значимость именно сейчас, когда наблюдается ограничение международного сотрудничества во многих областях.

Говоря о том, что человечество живет в «золотом» веке науки и что нет пределов научным открытиям в будущем, следует помнить и о возросшей ответственности ученых за будущее нашей планеты. Глобальные проблемы современности требуют объединения усилий различных стран и народов, в том числе и в области науки. Это — проблемы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды, проблемы современной энергетики, мирного использования Мирового океана и космического пространства, ликвидации неграмотности, голода и болезней. В этой связи международное сотрудничество ученых различных стран призвано сыграть огромную роль в решении главных проблем, стоящих перед человечеством.

Советские ученые всегда стремились к развитию научных контактов с учеными других стран и готовы объединить свои усилия со всеми, кто выступает за мир, разрядку и плодотворное международное сотрудничество.

Велихов
Е. П. Велихов

ВИЦЕ-ПРЕЗИДЕНТ АН СССР

на работы в этой области. Поэтому мы искали способ, как преодолевать эти нелепые запреты.

Однажды летом, в выходной день, мне в истерическом состоянии звонит директор издательства Владимир Карцев: «Что вы сделали! Напечатали фамилию Сахарова. Немедленно приезжай, будем разбираться». Я приехал и вижу, что действительно в одной статье про космологию упомянута эта фамилия. Карцев кричит, что было указание Сахарова не упоминать. Я говорю: «Где это указание? Я все указания получаю и такого не видел, я бы знал». — «Было указание!» Он вызывает цензора, и тот говорит, что да, было такое устное указание. А журнал уже напечатан, лежит тираж, 30 тыс. экземпляров, его уничтожить — это разорить редакцию. Я говорю: «В Японии стали продавать "Плейбой". Японский моральный кодекс запрещает такие картинки, как в "Плейбое", но он тем не менее продается, а все критические места вымарываются черной тушью (что, конечно, делает картинки еще более неприличными). Давайте сделаем то же самое!» — «Нет, — говорят, — тогда все будут обращать внимание на это место, сразу поймут, что вымарано». Тогда я предложил позвонить Велихову, он тогда был вице-президентом Академии наук и соучредителем нашего журнала. Велихов говорит: «Приезжай ко мне в Жуковку». Я поехал в Жуковку, а они сидят в редакции и ждут. Суббота, лето, жарко. Нахожу Велихова в сауне, в очень теплой обстановке, он зовет меня присоединиться. «Раз-

давайся, залезай к нам», — говорит. Я отвечаю, что нет, не могу, у меня документ государственной важности. «И что тебе надо?» — «Напиши на полях, что ты согласен». Он расписался. Я возвращаюсь в редакцию и говорю: «У меня был великий дед — А.Н. Крылов, так он говорил, что это только о любви говорят, а о делах пишут. У вас нет документа, а у меня есть». Цензор был вполне удовлетворен, и таким образом все кончилось благополучно. Если бы мы что-то вымарывали, изымали тираж, был бы скандал, а так никто и не заметил, и никаких последствий не было.

Каница С.П. Мои воспоминания. М.: Российская политическая

3. Янин Валентин Лаврентьевич (р. 1929), академик, заведующий кафедрой археологии исторического факультета МГУ.

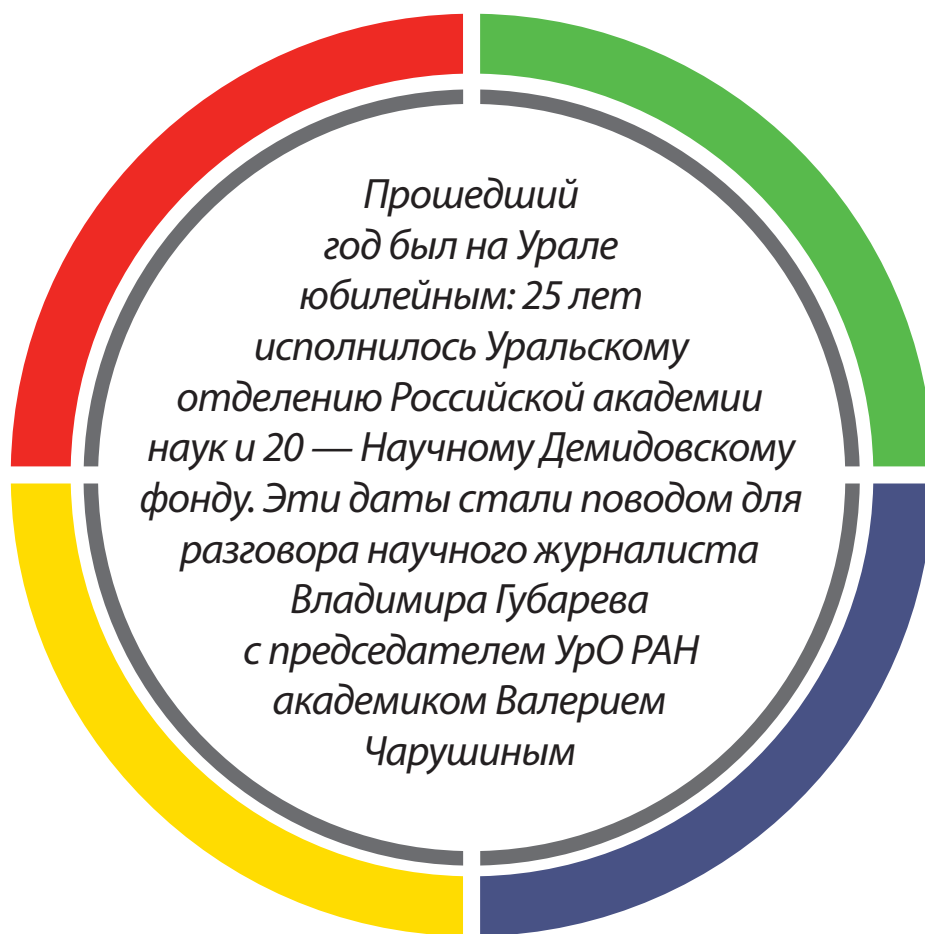
4. Иванов Вячеслав Всеволодович (р. 1929), академик РАН, российский филолог, переводчик, доктор филологических наук. Работы по индоевропейскому, славянскому, общему языкознанию, по фольклору и мифологии славян.

25 лет

Уральскому отделению РАН

Как увидеть гармонию?





Самая непонятная наука

— Валерий Николаевич, большинство людей считают, что химия — это самая непонятная наука, изобилующая длинными формулами, в которых трудно или даже невозможно разобраться. В большей степени это относится к органической химии.

— Это скорее от незнания или непонимания сути науки. В период своего зарождения органическая химия была не очень точной наукой из-за отсутствия прецизионных инструментальных методов. Но сегодня химик-органик в своих исследованиях использует больше физических методов, чем многие физики-экспериментаторы. Например, ядерный магнитный резонанс. Физики изобретали его для себя и не до конца понимали, что в первую очередь это понадобится химикам-органикам, т.к. нет более интересных объектов для исследований, чем большие биоорганические молекулы. Когда я на рубеже 1970-х гг. пришел в эту область науки, ядерно-магнитный резонанс только появился. Первые ЯМР-спектрометры были простыми по сравнению с теми, что мы сегодня используем. Характеристики улучшились в десятки раз, их точность и мощность позволяют биологам работать со сложнейшими биомолекулами, где взаимосвязи чрезвычайно тонки и сложны.

По сравнению с ними наши приборы — более грубые. Я не буду приводить параметры, но поверьте мне на слово.

— Где именно работают химики-органики? Какова ваша «вотчина» в панораме науки?

— Слово «химия» в разных языках воспринимается по-разному. Например, на голландском языке это звучит как один из синонимов слова «разделение», потому что химики имеют дело в основном со смесями различных органических веществ. Когда вы проводите реакцию, чаще всего образуется не одно вещество, а множество. Прежде чем установить строение вещества, которое вас интересует, вы должны разделить полученную смесь на индивидуальные компоненты. С помощью современных физических методов мы имеем возможность исследовать все компоненты полученного вещества, причем изучать их со всех сторон. Повторю, что органическая химия сегодня использует все методы изучения материи, которые изобрели физики, только гораздо энергичнее и объемнее.

— Парадокс! А почему это происходит?

— Такова иерархия наук. Сначала идет математика, потом физика, биология и далее науки о Земле, гуманитарные науки. Математика — абсолютно точная и абстрактная наука. Ей не нужно знать, к чему относится

то или иное число, она просто все описывает с помощью численных методов и весьма точно. Физики, используя в том числе математические методы, исследуют какие-то предметы и изучают разные явления. Когда мы переходим к химии, то сразу попадаем в уникальный мир. Во-первых, это более сложная материя. Во-вторых, химики в отличие от физиков сами создают вещество.

В мире молекул

— **Только что официально признаны два новых элемента: 114-й — флеровий и 116-й — ливерморий, которые получены в Дубне академиком Юрием Оганесяном.**

— У физиков получение новых элементов — экзотика, а у нас, химиков, получение новых веществ — повседневность. Если говорить о разнообразии веществ, широте их превращений, возможности нестандартных решений, то я отдаю приоритет химии, особенно органической. Здесь неограниченное количество возможностей, и границ химическому разнообразию просто нет. Разнообразие органических молекул поражает. Я могу прочитать двухчасовую лекцию об углероде, который лежит в основе всего живого. Из атомов углерода образуется огромное количество молекул, в том числе полимерных. В природе нет ни одного элемента, который легко образует все виды химических связей (простую, двойную, тройную) сам с собой, причем в любом количестве. Возьмем, например, кислород. Предел линейного связывания для него — три атома. У азота тоже немногим более. Академик Владимир Тартаковский сделал почти невозможное: соединил десять атомов. Он использовал соединения азота и кислорода. Требуются изощренные приемы, чтобы соединять атомы одного вида. Кремний, хоть он и аналог углерода, тоже не в состоянии строить остов молекулы только из своих атомов, а с другими элементами — пожалуйста. Углерод уникален. Возьмите хорошо известный всем полиэтилен. Десятки тысяч атомов углерода соединены между собой. Из атомов

углерода можно построить любую фигуру: плоскую, пространственную... Хотите в виде кубика — пожалуйста, желаете сферу — и ее получаете, молекулярный шарик, напоминающий футбольный мяч, — и вот уже 60 атомов углерода соединились в фуллерен. Хотите графен — пожалуйста. Когда я был студентом, принимал на лекциях все на веру. Нам рассказывали, в частности, что бензол — это уникальная по строению молекула. А кто это видел? Как доказать, что в бензоле все шесть атомов углерода одинаковы? Но когда я впервые взял ампулу с бензолом, записал спектр ядерного магнитного резонанса и обнаружил единственный сигнал от химически эквивалентных протонов, я понял, что вижу эту молекулу. Далее любое превращение становится «видимым», и вы уже можете контролировать процесс: исходное — промежуточное — конечное.

— **То есть физики делают вас, химиков, «зрячими»? И что вы увидели в этом новом мире?**

— Гармонию. Мы видим, как органические вещества самоорганизуются. Возникла новая ветвь — супрамолекулярная химия, которая позволила проникнуть вглубь материи, понять, что там происходит. Главное в природе — самоорганизация. Возьмем самое простое — молекулу воды. Ее химическую формулу знает каждый школьник. Но эта простота кажущаяся, потому что образуются цепочки молекул, и «отношения» между даже простейшими атомами и структурами могут быть очень сложные. Почему такое простое соединение, как вода, кипит при температуре 100° С? Почему требуется так много энергии, чтобы это происходило? Метиловый спирт, в котором тот же водород, кипит уже при 65° С. Молекулярный вес у него больше, чем у воды, а точка кипения ниже. А если взять диметилэфир, то у него температура кипения -20° С, потому что уже нет водородных связей. В мире молекул существует огромное количество взаимосвязей, и когда начинаешь в них разбираться, то на каком-то этапе возникает новый уровень понимания органической химии.

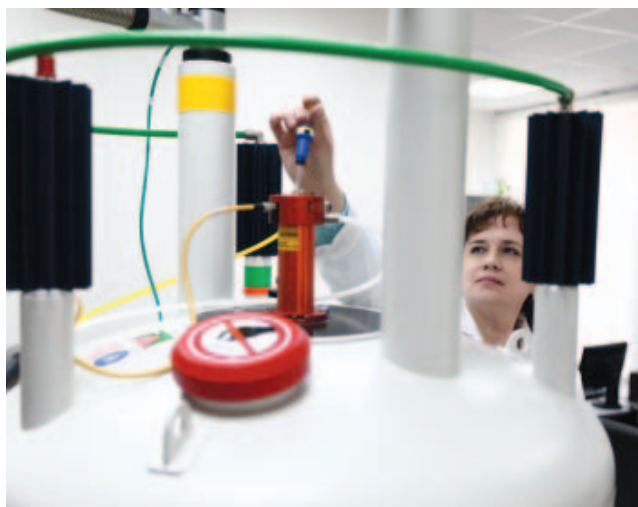
Наука на Урале

— **А как вы пришли к этой проблематике?**

— Когда я учился на II курсе, академик Исаак Яковлевич Постовский пригласил меня в студенческое общество. Это был своего рода клуб, в котором студенты вместе с преподавателями пили чай, беседовали на разные темы и параллельно обсуждали научные задачи и проблемы. Доцент Олег Николаевич Чупахин был в этом клубе неформальным лидером. Его идеи тогда не воспринимались, поскольку не имели серьезных экспериментальных подтверждений. Каждый из нас — членов его исследовательской группы — пытался ставить какие-то эксперименты, и это было интересно. Именно тогда я осознал: то, что изобретают физики, нужно химии.

— **Какова судьба вашего студенческого общества? Есть ли что-нибудь подобное сегодня?**

— Сейчас такого общества нет, но мы гордимся тем, что сохранили традиции уральской школы органической химии, которую создали академики Постовский



В лаборатории ядерного магнитного резонанса Института органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН



Валерий Николаевич Чарушин родился в Свердловской области. Окончил с отличием Уральский политехнический институт, затем аспирантуру. В 1976 г. защитил кандидатскую диссертацию, в 1987 г. — докторскую. В 2003 г. избран академиком РАН. Председатель Уральского отделения РАН. Основная область исследований — химия гетероциклических соединений. Ученый внес существенный вклад в исследование химических превращений азагетероциклов под действием нуклеофильных реагентов,

в развитие новых методологий синтеза, а также изучение механизмов реакций нуклеофильного замещения и трансформаций гетероциклов с помощью ЯМР-спектроскопии и ^{15}N -изотопных меток.

Признанный лидер в области направленного синтеза биологически активных веществ, в частности антибиотиков фторхинолонового ряда и других потенциальных ингибиторов топоизомераз в ряду фторсодержащих гетероциклов. Автор более 500 научных работ и 50 изобретений.

и Чупахин. Прежде всего, это химия гетероциклических соединений. Поясню, что это такое. Если вы строите циклическую систему только из углеродных атомов, то это карбоцикл. Если вы внедряете любой другой элемент, например серу, фосфор, кислород, азот и другие, то вы получаете гетероциклы. Если брать в целом органическую химию, то гетероциклическая область занимает в ней весьма существенную долю. Достаточно упомянуть, что на ней держится вся медицинская химия, да и многие жизненно важные молекулы, включая ДНК, углеводы, ферменты, коферменты и другие элементы живой материи, — т. е. вся наша жизнь.

— **А почему это случилось именно на Урале?**

— Из-за Исаака Яковлевича Постовского, получившего образование в Мюнхене в лаборатории нобелевского лауреата Ганса Фишера, где он и занялся гетероциклами. Химия того времени была занятием исключительно для людей высшего сословия. Устав от скучных повседневных дел, они надевали белые перчатки, приходили

в лабораторию и пытались экспериментировать с веществами, чтобы удовлетворить свое любопытство. Я знаю, например, что профессор Постовский в то время увлекался бабочками. Из крылышек бабочек немецкие химики выделяли пигмент и изучали его химическое строение, чтобы создать на этой основе красители. Когда профессор Постовский приехал работать на Урал, он принес с собой гетероциклическую химию, а затем начал развивать медицинскую химию, которая тоже прижилась на Урале.

Открытие за открытием

— **Насколько мне известно, вы создали для лечения разных болезней уникальные препараты, лучшие в мире.**

— Гетероциклическая химия — это, пожалуй, наиболее важная платформа для создания синтетических лекарственных препаратов, более 70% от общего количества препаратов приходится на эту область. И тут возможности поистине безграничны, что химики-органики



В лаборатории синтеза Института органического синтеза им. И.Я. Пастовского УрО РАН (вверху); монтаж установки синтеза (внизу слева); идет рентгеновский эксперимент (внизу справа)

и демонстрируют буквально ежедневно: открытия новых биологически активных молекул следуют за открытиями. Однако наш институт органического синтеза работает над многими проблемами, не только над созданием биологически активных веществ. Вместе с лабораторией Михаила Михайловича Краюшкина (Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, Москва) мы работаем над так называемыми молекулярными переключателями. Это устройства для электроники будущего. В их основе лежит простое свойство молекул: под действием одного кванта гетероциклическая система замыкается, под действием другого размыкается. В отличие от механических выключателей на стенке, которыми мы все с вами сегодня пользуемся, «молекулярные» никогда не ломаются, работают надежно и вечно.

Не могу не сказать еще об одной особенности химии Урала, связанной с фтором. Академик Пастовский был привлечен к Атомному проекту. Он создавал специальные смазки на основе органики, были получены прекрасные результаты, что позволило начать развивать химию фтора на Урале и в Советском Союзе. Параллельно сразу в трех странах — у нас, в США и Японии — ученые поняли, что открывается широчайшая область для исследований и что в ней можно получить выдающиеся результаты. И эти ожидания в полной мере оправдались.

— **Фтор для атомщиков звучит привычно.**

— Но в обычной природе в органических молекулах его нет. Фтор обнаружили в какой-то экзотической водоросли, но его там ничтожное количество. Этот элемент всегда ассоциировался с миром неживой природы. Если

мы сегодня оцениваем фармацевтику, то там около 30% фторсодержащих веществ. Атомный проект инициировал новые применения фтора, следовательно, и развитие этой отрасли науки на Урале. Принято считать, что Урал — это наш атомный щит. Действительно, здесь находятся крупные ядерные центры и открывались первые предприятия по получению плутония и урана-235. Но следует понимать, что создание атомного оружия — это и расширение научного поиска, развитие новых отраслей промышленности, в том числе и химической.

— Судя по всему, органическая химия стремительно расширяется, и нет этому процессу предела?

— Это действительно так. Нынешний мир невозможно представить без полимеров, без материалов, созданных химиками-органиками. А ведь совсем недавно все было иначе. Когда я пошел в школу, мы удивлялись первым пластиковым авторучкам. Удивлялись шарикручке, который мгновенно вытеснил перьевую ручку. Все это происходило совсем недавно, на наших глазах.

— Но все-таки должна быть у науки и ученых сверхзадача? Изменение материального мира — это, конечно, благородно и важно, но есть ли цели глобальные, не сиюминутные?

— Безусловно. От органической химии уже недалеко и до биохимии и молекулярной биологии. Без них понять смысл и суть жизни просто невозможно.

Об академии наук

— Зная вас много лет, я понимаю, что наука для вас — самое главное. Но сейчас вы возглавляете науку Урала. Неужели это столь же увлекательно, как и исследовательская работа?

— И эта грань деятельности нужна, полезна и интересна. Академия наук — исключительно сложная система, и чтобы ее понять и освоить, требуется немало лет. Что же касается всех 40 институтов Уральского отделения РАН, у меня есть четкое представление об их достижениях и проблемах, о том, чем и как они занимаются. Меня не нужно вводить в курс дела, когда я приезжаю в тот или иной институт.

— А как бы вы оценили роль РАН в судьбе страны? Мне кажется, что в обществе бытует искаженное представление о ней.

— Мне тоже так кажется. Академия наук играет исключительно важную, системнообразующую роль в решении многих проблем национального уровня, обеспечивая экспертную оценку, основанную на научных знаниях, эксперименте, анализе мировых тенденций. Например, контроль сейсмической опасности. Академия наук располагает уникальной и разветвленной базой сейсмических станций и институтов: это часть нашей системы национальной безопасности. Но главное — интеллектуальная научная среда, сформированная за многие годы в институтах РАН. Уберите их из Москвы и из других научных центров России, и разрушатся образование, культура, упадет уровень жизни. Тот же Московский государственный университет в значительной мере утратит свои позиции, потому что в нем сегодня работает около

Справка

Уральское отделение РАН — мощная ветвь отечественного «академического древа» со столицей в Екатеринбурге. Научные центры УрО расположены в Перми, Сыктывкаре, Архангельске, Челябинске, Ижевске, Оренбурге. Это многоотраслевой научно-исследовательский комплекс, включающий 39 институтов, крупнейшую на Урале научную библиотеку, научно-инженерный центр, сеть исследовательских стационаров. В Уральском отделении РАН свыше 3,6 тыс. научных сотрудников, из них 35 — действительные члены и 57 — члены-корреспонденты РАН, более 600 докторов наук и 1,7 тыс. кандидатов наук.

Демидовская премия для ученых учреждена в 1831 г. уральским промышленником Павлом Николаевичем Демидовым, чтобы «содействовать преуспеянию наук словесности и промышленности в своем отечестве». Присуждалась до 1866 г. ежегодно, 17 апреля, в день рождения императора Александра II, и считалась самой почетной неправительственной наградой России. В 1993 г. в Екатеринбурге по инициативе Уральского отделения РАН и в результате объединения усилий уральских ученых и предпринимателей традиция возобновилась. Общественные неправительственные Демидовские премии присуждаются за личный выдающийся вклад в области: науки о Земле, физики и математики, экономики и предпринимательства, а также за вклад в гуманитарные науки. Будущие лауреаты определяются путем опроса специалистов той или иной области. Окончательное решение выносят пять комиссий и комитет по премиям, в который входят крупнейшие ученые России. Средства на выплату премий поступают из Научного Демидовского фонда. Каждому лауреату вручаются диплом, золотая медаль в уникальном малахитовом футляре-шкатулке и сумма в 1 млн руб. (ежегодно корректируется).

200 членов академии. Они дают молодежи добротные знания, а это — самое ценное в современном мире. Восприятие академии в общественном сознании нужно менять. Здесь огромную роль играет пресса, которая иногда создает образ академии как морально и физически устаревшей организации, где совсем нет молодежи. А я скажу вам: на Урале из 3 тыс. исследователей более тысячи до 35 лет. И только в этом году мы выдали более 200 сертификатов молодым ученым на жилье. Зрелые и увлеченные люди очень хорошо работают в системе РАН.

В УрОРАН есть Демидовская премия, которую получают выдающиеся ученые России: некоторые из них потом становятся нобелевскими лауреатами. Мы на Урале поставили перед собой амбициозную задачу: достичь мирового уровня по ряду перспективных научных направлений. И мы ее обязательно выполним. ■

*Беседовал Владимир Губарев,
научный журналист, писатель, драматург*

Дон Линкольн

ВНУТРЕННЯЯ ЖИЗНЬ КВАРКОВ

Что если мельчайшие
кусочки материи на самом
деле скрывают доселе
неоткрытый мир частиц?





ОБ АВТОРЕ

Дон Линкольн (Don Lincoln), физик, интересующийся внутренней структурой кварков и лептонов уже несколько десятилетий, — старший научный сотрудник Национальной ускорительной лаборатории им. Энрико Ферми. Свою работу он делит между Фермилабом и CERN, а в появляющееся иногда свободное время пишет научно-популярные книги и статьи о физике элементарных частиц.



Вселенная устроена хитроумно и сложно. Мы легко перемещаемся в воздухе, но не можем проходить сквозь стену. Солнце превращает один элемент в другой, одаривая нашу планету теплом и светом. Радиоволны доносят голос человека с поверхности Луны на Землю, тогда как гамма-излучение может вызвать фатальное повреждение нашей ДНК. На первый взгляд, все эти различные явления не имеют ничего общего, однако физики открыли несколько принципов, которые объединены в изумительно простую теорию, объясняющую и все это, и многое другое. Она носит имя Стандартной модели физики элементарных частиц и охватывает электромагнитные силы, которые придают стене твердость, ядерные силы, которые управляют солнечным атомным реактором, и обширное семейство световых волн, которые делают возможным функционирование современных средств связи и в то же время таят угрозу нашему здоровью.

Стандартная модель — одна из самых успешных теорий, придуманных человечеством. По сути, она постулирует, что существуют два класса неделимых частиц материи: кварки и лептоны. Кварки различных типов образуют протоны и нейтроны, а самый известный из лептонов — электрон. Правильно подобрав кварки

и лептоны, можно собрать любой атом и, действуя аналогичным образом, — любой из видов материи нашей Вселенной. Все эти составляющие материи объединяются вместе с помощью сил четырех типов: двух знакомых всем — гравитации и электромагнетизма, и двух менее известных — сил сильного и слабого ядерного взаимодействия. Последние три силы образуются в результате обмена одной или несколькими частицами, называемыми бозонами, но все попытки рассматривать в таком же ключе гравитацию потерпели неудачу.

Стандартная модель оставляет в стороне и многие другие вопросы. Почему в природе существуют именно четыре силы, а не иное их количество? И почему в природе два вида фундаментальных частиц, а не один, который охватывал бы все явления?

Действительно, очень интригующие вопросы. Тем не менее мое и других физиков внимание уже давно привлекла иная загадка. В Стандартной модели кварки и лептоны считаются неделимыми. Как это ни удивительно, но различные признаки дают основания полагать, что сами частицы в действительности состоят из еще более мелких компонентов. Если кварки и лептоны — вовсе не фундаментальные строительные блоки материи и еще более мелкие частицы действительно есть,

! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- В 1869 г. Дмитрий Менделеев создал Периодическую таблицу химических элементов, заметив, что свойства элементов укладываются в повторяющуюся схему, которую физики впоследствии объяснили как следствие структуры атомов. Аналогичная пьеса, возможно, будет снова разыграна сегодня в физике элементарных частиц.
- 12 известных элементарных частиц демонстрируют собственную повторяющуюся картину, дающую основания полагать, что они не фундаментальны в истинном смысле слова, а представляют собой крошечные шарики, содержащие еще более мелкие частицы, которые физики осторожно называют преонами.
- Другие свидетельства вступают в противоречие с этой гипотезой. Эксперименты на Большом адронном коллайдере CERN, а также несколько других менее известных экспериментов, возможно, наконец, помогут ответить на этот вопрос.

Стандартная модель

то их существование заставит коренным образом пересмотреть наши теории. Так же как природу ядерной энергии невозможно было постичь до тех пор, пока в 1911 г. Эрнест Резерфорд не открыл структуру атома, под очередным слоем, снятым с субатомной луковицы, определенно обнаружатся явления, которые мы пока еще не в силах даже представить.

Чтобы ответить на этот вопрос, ученым необходимо столкнуться друг с другом частицы чрезвычайно высоких энергий. Со времени первого наблюдения кварков в 1970-х гг. у нас так и не появилось инструмента, который позволил бы нам заглянуть внутрь этих частиц. Однако сегодня Большой адронный коллайдер (БАК) — та же самая машина, с помощью которой недавно были обнаружены свидетельства существования бозона Хиггса, последней не подтвержденной документально частицы в Стандартной модели, — набирает мощность и, возможно, подойдет и для решения этой задачи.

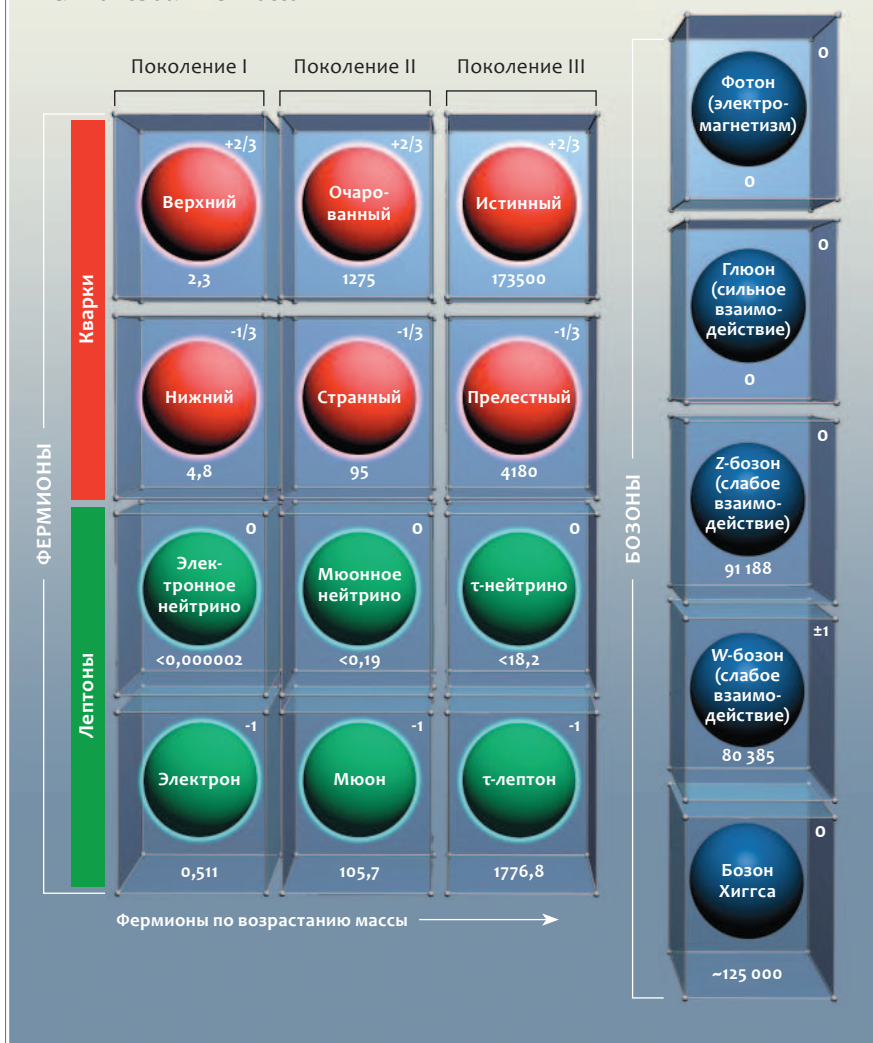
Конфликты поколений

Первые намеки на сложную структуру кварков и лептонов появились в результате попыток найти ответ на другую, все еще не решенную головоломку, связанную с числом различных видов обнаруженных кварков и лептонов. Протоны и нейтроны состоят из двух видов кварков, называемых верхним, или *u*-кварком, и нижним, или *d*-кварком. Верхний кварк несет электрический заряд, равный $+2/3$, а нижний — $-1/3$ заряда протона. Хотя только этих двух видов кварков плюс электронов достаточно, чтобы образовывать все вещество Вселенной, были обнаружены и другие кварки. Странный, или *s*-кварк, имеет такой же заряд, что и нижний, но тяжелее его. Прелестный, или *b*-кварк, еще тяжелее. Аналогично, очарованный, или *c*-кварк, — более тяжелый родственник верхнего, а сверхтяжелый истинный, или *t*-кварк, замыкает семейство верхнего кварка. Физики экспериментально наблюдали все эти кварки, но четыре более тяжелых распадаются в течение нескольких долей секунды на два самых легких.

У электрона тоже есть тяжелый нестабильный родственник — мюон, и даже еще более тяжелый — *τ*-лептон, имеющие в точности такой же заряд, что и электрон.

ЛАНДШАФТ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Вся физика элементарных частиц покоится на теории, называемой Стандартной моделью, которая описывает существующие в природе фундаментальные частицы, а также действующие на них силы. В Стандартной модели имеются два основных семейства частиц: фермионы, к которым принадлежит все, что составляет материю, и бозоны, к которым относятся все известные частицы — переносчики сил. Фермионы образуют три поколения частиц с последовательно все большей массой.



Коллекция известных частиц включает также три копии нейтрино, все из которых сверхлегкие и электрически нейтральные.

Естественно, такое изобилие частиц приводит физиков к вопросу: если верхнего и нижнего кварков и электрона достаточно, чтобы выстроить всю Вселенную, зачем им столько родственников? Этот вопрос можно свести к остроумной, часто цитируемой фразе нобелевского лауреата, физика Исидора Раби (Isidor Isaac Rabi), которую тот произнес, узнав об открытии мюона: «Кто это заказал?»

Один из способов, с помощью которых ученые пытались разгадать загадку многочисленности семейства

элементарных частиц, — построить таблицу, отображающую свойства всех известных элементарных частиц, аналогичную Периодической таблице химических элементов. Периодическая таблица Менделеева дала физикам первые намеки на то, что химические элементы — возможно, не фундаментальные частицы, и что, вероятно, систематическая модель внутренней структуры атома объясняет схожесть свойств элементов в ряду или колонке.

Таблица кварков и лептонов выстроена в три колонки, получившие название «поколения» (именно поэтому загадка многочисленности частиц называется сегодня проблемой поколений). Поколение I, в крайней левой колонке, состоит из верхнего и нижнего кварка, а также электрона и электронного нейтрино — все, что

необходимо для того, чтобы объяснить знакомую всем Вселенную. Поколение II состоит из несколько более массивных версий таких же частиц; поколение III — из частиц самой большой массы.

В Стандартной модели кварки и лептоны рассматриваются как точечные частицы, не имеющие внутренней структуры. Но особенности таблицы элементарных частиц, как и в случае таблицы Менделеева, наводят на мысль, что различие в поколениях проистекает из того, что кварки и лептоны — это различные комбинации еще более мелких строительных блоков материи.

Еще один исторический прецедент, случившийся на заре XX в., который, возможно, имеет непосредственное отношение к поиску внутренней структуры кварков, — открытие радиоактивности. Было известно, что

в результате непонятного в то время процесса один элемент может превращаться в другой. Теперь мы знаем, что изменяя число протонов и нейтронов в ядре, можно достичь цели средневековых алхимиков и обратить свинец в золото. Диапазон возможных превращений элементов еще более широк, поскольку ядерная алхимия позволяет даже превратить нейтрон в протон (или наоборот), изменив природу составляющих его кварков. Трансмутация происходит посредством слабых ядерных сил, которые могут превращать одни лептоны в другие, хотя кварки не могут превратиться в лептоны и наоборот. Так же как превращение одного элемента в другой отражает сложное внутреннее устройство атома, метаморфозы кварков и лептонов могут служить дополнительным намеком на существование еще более тонкой внутренней структуры этих частиц.

Преоны для начинающих

СПРАВОЧНИК ПО ЭЛЕМЕНТАРНЫМ ЧАСТИЦАМ

Физики предложили разные концепции преонов — частиц, из которых, возможно, состоят кварки и другие элементарные частицы. Одна из наиболее известных моделей (внизу) была предложена в 1979 г. Хаимом Харари, в то время работавшим в Стэнфордском центре линейных ускорителей, и Майклом Шупом, в то время сотрудником Иллинойского университета в Эрбанае и Шампейне. Их схема постулирует существование двух типов преонов и, соответственно, их античастиц, из которых, возможно, состоят как частицы материи, или фермионы (вверху), так и частицы-переносчики сил, или бозоны (внизу).

Частицы материи (фермионы)

Два преона в этой модели можно обозначить как + и o. Преон + имеет заряд $+1/3$, а преон o не имеет электрического заряда. Каждый имеет соответствующую античастицу с противоположным зарядом: $-1/3$ и O (нуль). В модели Харари — Шупа кварки и лептоны состоят из трех преонов каждый.

Заряд	Преонный состав	Частица
+1	+++	Антиэлектрон
$+2/3$	++o	Верхний кварк
$+1/3$	+oo	Нижний антикварк
0	ooo	Электронное нейтрино
0	o \bar{o} o	Электронное антинейтрино
$-1/3$	-o \bar{o}	Нижний кварк
$-2/3$	-- \bar{o}	Верхний антикварк
-1	---	Электрон

Частицы — переносчики сил (бозоны)

Группируясь по два и по шесть, те же самые преоны могут образовывать бозоны, обмен которыми вызывает субатомные силы: электромагнетизм (фотон), сильное ядерное взаимодействие (глюон) и слабое ядерное взаимодействие (W^+ , W^- , Z-бозоны). Детали строения глюонов, субатомных частиц, которые удерживают вместе кварки внутри атомных ядер, немного более сложны и опущены.

Заряд	Преонный состав	Частица
+1	+++ooo	Положительный W-бозон
-1	---o \bar{o} o	Отрицательный W-бозон
0	ooo \bar{o} o \bar{o} ++++- + + - - o \bar{o} + - o \bar{o} o \bar{o}	Z-бозон (четыре версии)
0	+-	Фотон

Часть и частица

Было придумано много различных вариантов гипотетических строительных блоков, из которых состоят кварки и лептоны, каждый получил свое имя, но термин «преон» пристал к ним как общее название для всех. В большинстве случаев этот же термин применяется как универсальный в отношении частиц, которые переносят силы, действующие на эти частички материи.

В качестве иллюстрации рассмотрим простую модель, предложенную в 1979 г. независимо Хаимом

Харари (Haim Harari), работавшим тогда в Стэнфордском центре линейных ускорителей, и Майклом Шупом (Michael A. Shupe), бывшим в то время сотрудником Иллинойского университета в Эрбанае и Шампейне, и впоследствии, в 1981 г., расширенную Харари и его студентом Натаном Зайбергом (Nathan Seiberg), которые работали уже в Институте им. Вейцмана в Реховоте, Израиль. Они предположили, что существуют два вида преонов, один с электрическим зарядом $+1/3$ и один не имеющий электрического заряда. Кроме того, у каждого из этих преонов есть античастица с зарядом $-1/3$ и нуль соответственно. Оба преона — фермионы, т.е. частицы вещества, а каждый кварк и лептон состоит из уникальной композиции трех преонов. Два преона с зарядом $+1/3$ и один с нулевым зарядом, например, образуют верхний кварк, тогда как верхний антикварк состоит из двух преонов с зарядом $-1/3$ и одного нейтрального. Между тем переносящие силы бозоны состоят из уникальной шестипреонной комбинации. Положительно заряженный W -бозон, например, который переносит слабые ядерные силы, действующие и на кварки, и на лептоны, состоит из трех $+1/3$ преонов и трех нейтральных.

Используя ряд разумных предположений, Харари и Шуп постулировали преонный состав всех частиц первого поколения. Из тех же самых строительных блоков могут состоять и глюоны, субатомные частицы, которые служат переносчиками сил сильного ядерного взаимодействия, связывающих кварки внутри протонов и нейтронов, а также других бозонов — переносчиков сил.

Основная сложность в формулировании любой внутренней структуры хорошо известных кварков, лептонов и бозонов объясняется необходимостью учитывать несметное число взаимодействий всех этих частиц и сил. Безусловно, преоны могут стать понятным языком для описания субатомных процессов. Рассмотрим, например, столкновение верхнего кварка с нижним антикварком, при котором образуется положительно заряженный W -бозон, распадающийся на антиэлектрон (позитрон) и электронное нейтрино. В преонной модели, созданной Харари и Шупом, сталкивающиеся кварки, каждый из которых состоит из трех преонов, в результате сливаются и образуют W -бозон, состоящий теперь из всех трех $+1/3$ преонов и трех нейтральных. Затем W -бозон распадается, выплескивая наружу иную конфигурацию тех же шести преонов: один позитрон (состоящий из трех $+1/3$ преонов) и одно электронное нейтрино (состоящее из трех нейтральных преонов).

То, о чем я до сих пор рассказывал, можно было бы назвать кварко-лептонной нумерологией. Это занятие сродни гаданию на числах, что-то вроде жонглирования химическими или математическими уравнениями, хотя оно и может привести к серьезным и правдоподобным результатам. Чтобы быть успешной, преонная модель должна объяснять кварки и лептоны с помощью небольшого количества строительных блоков и столь же малого числа управляющих ими законов. В конце концов, надежда состоит в том, чтобы найти лежащий в основе всего порядок, который объединяет внешне различные

Так же как природа ядерной энергии была непостижима до открытия структуры атома, обнажение нового уровня материи откроет явления, которые мы не в силах даже представить

частицы, а не систему случайных формулировок, объясняющих их свойства в каждом отдельном случае. Такое объяснение было получено с помощью преонов как в модели Харари — Шупа, так и в более поздних успешных ее соперницах.

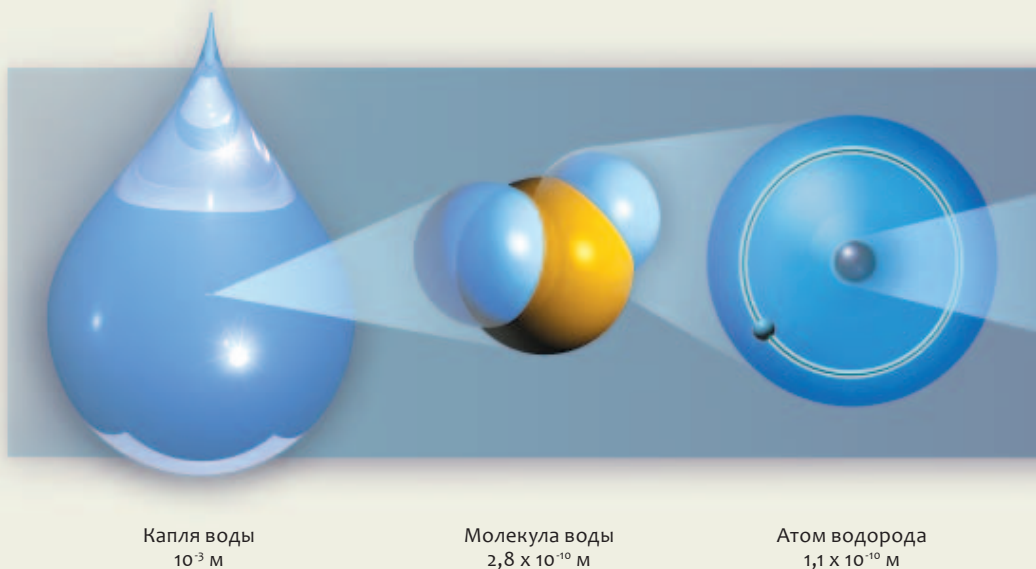
Однако, возможно, вы заметили, что до сих пор мой рассказ касался лишь первого поколения кварков и лептонов. Дела обстоят все туманнее, когда мы обращаемся ко второму и третьему поколениям. Согласно модели, предложенной Харари и Шупом, предполагается, что старшие поколения — это возбужденные состояния частиц первого поколения. Так же как электрон в атоме перепрыгивает с одного энергетического уровня на другой, считается, что какой-то неизвестный механизм связывает преоны друг с другом таким образом, что допускает образование множества частиц из одних и тех же исходных компонентов.

Если подобное объяснение покажется немного легковесным, то так оно и есть. Многие детали еще не проработаны. Теоретические труды, в которых впервые была предложена идея кварков, имели такой же уровень доказательности. И лишь только позже сила сильного взаимодействия, связывающего кварки в протоны и нейтроны, была описана математически. Тем не менее проблема поколений, очевидно, остается необъясненной, поэтому несколько физиков предложили конкурирующие модели, в том числе модель, в которой один из преонов имеет число поколения, а также новый заряд, называемый «гиперцветом», связывающий преоны внутри кварков и лептонов.

Хотя я рассказал лишь об одной из теорий преонов, не подумайте, что она единственная. Мои коллеги-теоретики — очень дерзкие и изобретательные личности. Были написаны в буквальном смысле сотни статей, в которых предлагались другие преонные модели, хотя зачастую они — всего лишь вариации на несколько основополагающих тем. В некоторых, в отличие от модели Харари — Шупа, преоны имеют заряд $1/6$, а не $1/3$. В других кварки и лептоны состоят не из трех, а из пяти преонов. В третьих же предлагаются смесь из преонов-фермионов и преонов-бозонов или же иной преонный состав бозонов, отличный от того, что показан в самой нижней таблице на противоположной странице. Возможности здесь на самом деле необычайно широки. Нам, физикам, требуются дополнительные данные, чтобы отделить

МАСШТАБИРОВАНИЕ

Если преоны действительно существуют, то они невообразимо малы. Они должны были бы поместиться внутри кварка, в настоящее время самой маленькой из известных частиц материи, который сам должен быть таким маленьким, чтобы поместиться внутри протона. В действительности все эксперименты, проведенные до сих пор, согласуются с предположением, что кварк — точечная частица, а это делало бы невозможным существование его внутренней структуры. Но будущие эксперименты позволят «приблизить» его для более пристального изучения. Обнаружение конечных размеров кварка дало бы мощный толчок преонной гипотезе.



зерна от плевел. Кроме внутренней привлекательности идеи того, что самые маленькие из известных частиц, возможно, состоят из еще более мелких, многих из нас преоны притягивают еще по одной причине. Если они существуют, то, возможно, таят в себе нечто, что может помочь разгадать еще одну нерешенную загадку физики элементарных частиц. Стандартная модель постулирует существование поля Хиггса как необходимого условия наличия массы у элементарных частиц. Частицы, обладающие массой, испытывают нечто вроде аэродинамического сопротивления, когда они движутся в вездесущем поле Хиггса, тогда как частицы, не имеющие массы, такие как фотоны, летят, не испытывая с его стороны никакого воздействия. Если преоны, образующие частицы второго и третьего поколения, — те же самые, что и для первого, то, возможно, нечто в преонах позволяет частицам старших поколений взаимодействовать с полем Хиггса сильнее, чем частицам первого поколения, давая старшим поколениям их большие массы. Хотя механизм Хиггса может объяснить наличие масс у частиц, он не в состоянии их предсказать.

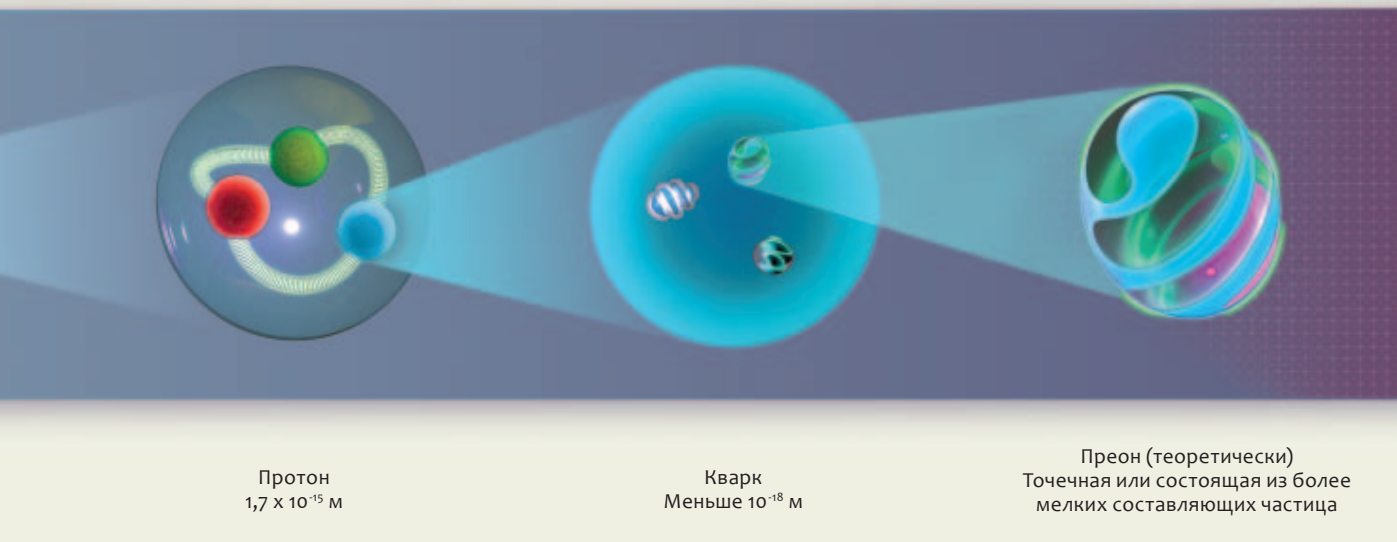
До тех пор пока не будет придумана более глубокая теория, массу у субатомных частиц можно определить только путем непосредственного измерения. Возможно, распознав структуру кварков и лептонов и то, что отличает одно поколение от другого, мы гораздо глубже поймем и механизм Хиггса.

Выбоины и окольные пути

Мне следовало отметить, что и сама теория преонов не лишена проблем. Начнем с того, что все попытки увидеть преоны экспериментально закончились неудачей. Эта неудача досадна, но связана, возможно, с отсутствием необходимого оборудования. Если не касаться экспериментальной стороны проблемы, то существуют и требующие решения вопросы, составляющие

неотъемлемую часть самой теории. Это характерная особенность всех так называемых ограничивающих, или конфайнинг-теорий; в данном контексте оба эти слова подразумевают то, что преоны прикованы друг к другу внутри кварков и лептонов так, что соответствующие массы частиц обратно пропорциональны размеру области заключения, или конфайнмента. Поскольку кварки и лептоны намного меньше протонов, данный закон утверждает, что кварк, состоящий из сцепленных вместе преонов, будет намного массивнее протона, который в свою очередь состоит из кварков. Протон как целое будет легче, чем сумма составляющих его частиц, — фактически даже меньше, чем каждая из отдельных его частей.

Хотя проблема эта, вероятно, кажется непреодолимой, физикам удалось обойти аналогичную странность в отношении бозонов. Кварк и антикварк, например, могут образовать бозон, называемый π -мезоном, в котором парадоксальная ситуация, обусловленная конфайнментом, казалось, тоже создает проблему. Однако, воспользовавшись идеей, в общих чертах обрисованной в 1961 г. Джеффри Голдстоуном (Jeffrey Goldstone), в то время работавшем в CERN, теоретики уже давно обнаружили, что симметрия, лежащая в основе его теории, может помочь преодолеть все эти трудности. Таким образом, легкость π -мезона не оказалась большим сюрпризом. К несчастью, такой подход справедлив только в отношении бозонов и не годится для фермионов, к которым принадлежат и кварки. Однако в 1979 г. Герард Хоофт (Gerard 't Hooft) из голландского Утрехтского университета, разработал близкий к нему подход, который работает и в отношении фермионов. Подтверждается ли концепция Хоофта, когда речь идет о реальных элементарных частицах, остается неясным, но его идеи по крайней мере показали, что теоретическое препятствие, связанное с массой кварков, не столь непреодолимо, как казалось сначала.



Протон
 $1,7 \times 10^{-15}$ м

Кварк
 Менее 10^{-18} м

Преон (теоретически)
 Точечная или состоящая из более
 мелких составляющих частица

Преоны — не единственное направление исследований, разрабатываемое физиками в надежде разрешить проблему поколений. Одна из многообещающих альтернатив — идея суперструн, в которой фундаментальными строительными блоками материи служат не субатомные частицы, а мельчайшие колеблющиеся струны. Выражаясь метафорически, каждую из частиц Стандартной модели можно представить в виде струн, звучащих на различных нотах, а весь окружающий нас мир — как оркестр суперструн, исполняющий большую космическую симфонию. К счастью, преоны и суперструны могут мило сосуществовать друг с другом, поскольку масштаб размеров суперструн немного меньше, чем размер кварков и лептонов. Если суперструны существуют, то они, вероятно, могут образовывать не только кварки и лептоны, но и преоны, и даже препреоны и препрепоны, — в зависимости от того, сколько существует не открытых пока слоев субатомных луковиц, из которых состоит материя.

Доказательство преонового пудинга

В конечном итоге физика — экспериментальная наука. Независимо от того, насколько глубока и отточена теория, она неверна, если расходится с экспериментом. Так что же могут сделать экспериментаторы, чтобы доказать или опровергнуть существование преонов? Стандартная модель с успехом описывает кварки, лептоны и бозоны нашей Вселенной без какого-либо участия преонов, поэтому физики должны искать мельчайшие отклонения от предсказаний Стандартной модели — крошечные трещинки на фасаде величественного здания современной физики. В частности, две грани этой модели, похоже, представляют собой привлекательные области, которые нужно исследовать более тщательно.

Первая — это размер. Стандартная модель рассматривает кварки и лептоны как точечные объекты, т.е.

как частицы нулевого размера, не имеющие внутренней структуры. Обнаружение конечного размера данных частиц дало бы убедительное свидетельство в пользу преонов. Измерения показали, что протоны и нейтроны имеют радиус примерно 10^{-15} м. В экспериментах на самых больших ускорителях элементарных частиц на встречных пучках сейчас и в прошлом физики пытались найти доказательства того, что кварки или лептоны также имеют конечный размер. До сих пор все данные уверенно свидетельствуют в пользу того, что размер их равен нулю или составляет не более примерно 0,0002–0,001 диаметра протона. Чтобы выяснить, какая из двух указанных возможностей реализуется в действительности (точные ли эти частицы, или же они очень и очень малы, но все же имеют конечные размеры), требуются более точные измерения. БАК — как раз подходящая машина для такого рода открытий, и обработка огромного количества уже полученных данных, а также запланированное увеличение энергии столкновений позволят, как мы надеемся, больше узнать о размере кварков и лептонов.

Другой способ продемонстрировать существование субструктуры элементарных частиц, по крайней мере у лептонов, — исследовать тесно связанные понятия спина и магнитного момента. Пользуясь поэтической метафорой, электрон можно представить как вращающийся шарик, и физики описывают это его свойство с помощью спинового квантового числа. Говорят, что электрон, как и все фермионы, имеет спин $1/2$. Поскольку электрон обладает электрическим зарядом, комбинация спина и заряда дает ему магнитный момент, который представляет собой просто причудливый способ сказать, что это превращает электрон в знакомый всем магнит, у которого есть северный и южный полюсы. Если предположить, что лептон — точечная частица со спином $1/2$, то он должен обладать одним и тем же характерным магнитным моментом. Поэтому если при измерении электрона или

мюона окажется, что их магнитный момент отличается от предсказанного, это даст нам веские основания предполагать, что данные частицы не точечные и, вероятно, состоят из преонов.

Физики уже давно выяснили, что магнитные моменты электрона и мюона действительно отличаются от значений, соответствующих точечной частице. Однако эта небольшая разница не имеет никакого отношения к преонам и может быть объяснена в рамках Стандартной модели. Каждый лептон окружен эфемерным облаком так называемых виртуальных частиц, которые рождаются и мгновенно умирают. Поскольку у этого облака есть определенный размер, оно хотя и чрезвычайно слабо, но изменяет магнитный момент лептона — всего на 0,001 его величины. Влияние преонов, вероятно, еще меньше, но его также можно будет обнаружить. Новые измерения уже на горизонте, готовящийся в Национальной ускорительной лаборатории им. Энрико Ферми эксперимент $g-2$ по определению аномального магнитного момента мюона позволит в четыре раза точнее определить его величину по сравнению с тем, что удалось достичь до сих пор.

Физики также перелопачивают данные, полученные на коллайдере, в поисках следов распада частиц, которых следует ожидать, если преоны существуют и если старшие поколения частиц — это просто возбужденные состояния частиц первого поколения. Один из таких процессов — распад мюона на электрон и фотон. Такой распад еще никогда не наблюдался, и если он вообще происходит, то лишь в одном случае на 100 млрд.

Все непосредственные измерения, проведенные до сих пор, согласуются с гипотезой, что кварки и лептоны — действительно точечные объекты со спином $1/2$. Для тех из нас, кто полагает, что наблюдаемые поколения субатомных частиц — заманчивый намек на не открытые еще физические явления, несколько минувших десятилетий стали временем разочарований. Но сегодня у нас появилась реальная возможность исследовать новые территории.

В 2011 г. в Большом адронном коллайдере сталкивались пучки протонов с энергией в несколько триллионов электронвольт (7 ТэВ), в 3,5 раза больше предыдущего мирового рекорда (установленного на Тэватроне в Фермилабе более четверти века назад). За один тот год на БАК получили данных всего в два раза меньше, чем Тэватрон выдал за все 28 лет своей работы. В 2012 г. CERN поднял на БАК энергию столкновений до 8 ТэВ в надежде в четыре раза увеличить объем данных до того, как работа на нем должна была быть временно приостановлена на полтора года для ремонта и модернизации. После этого в конце 2014 г. — начале 2015 г. БАК возобновит работу, сталкивая пучки протонов с энергией 13 или 14 ТэВ и гораздо чаще, чем ранее.

Это скромное увеличение энергии, возможно, покажется несущественным, но оно будет значить очень много для тех, кто ищет преоны. Небольшое повышение энергии пучка пятикратно увеличит число зарегистрированных столкновений частиц с самыми высокими энергиями, что позволит изучать явления, происходящие

в мельчайшем масштабе, и это именно то, что нам требуется для поиска свидетельств существования преонов. Модернизация 2014–2015 гг. принесет с собой такое увеличение наших возможностей, что даже захватывает дух.

В дополнение к исследованиям на БАК научная программа Фермилаба претерпевает сегодня фундаментальную переналадку, которая предоставит новые возможности для поиска прямых свидетельств существования преонов. С тех пор, когда в 2011 г. Тэватрон завершил свою работу, ускорители Фермилаба больше не отодвигают энергетические рубежи физики элементарных частиц. Вместо этого Фермилаб продвигается к границе интенсивности, исследуя редкие явления с беспрецедентной точностью. В двух экспериментах, имеющих непосредственное отношение к поиску преонов, физики будут измерять магнитный момент мюона и искать мюоны, распадающиеся на электрон и фотон.

Будущее поисков внутренней структуры кварков и лептонов сегодня гораздо радужнее, чем было в течение долгого времени. Когда вы читаете эту статью, мои коллеги и я просеиваем огромное количество данных, уже полученных с помощью БАК. Мы ищем свидетельства четвертого поколения кварков и лептонов, а также того, что частицы-переносчики сил тоже имеют поколения, что W - и Z -бозоны, которые служат переносчиками слабых ядерных сил, имеют более тяжелых сородичей.

Следующие несколько лет будут отмечены началом нового вторжения в субатомный мир — путешествия, похожего на то, которое ученые последний раз проделали более 25 лет назад, когда начал свою работу Тэватрон. Как отважные искатели приключений прошлых лет, физики постепенно продвигаются вперед и проторяют путь к квантовой границе. ■

Перевод: А.П. Кузнецов

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- A Composite Model of Leptons and Quarks. Michael A. Shupe in *Physics Letters B*, Vol. 86, No. 1, pages 87–92; September 10, 1979.
- A Schematic Model of Quarks and Leptons. Haim Harari in *Physics Letters B*, Vol. 86, No. 1, pages 83–86; September 10, 1979.
- Preons: Models of Leptons, Quarks and Gauge Bosons as Composite Objects. Ian A. D'Souza and Calvin S. Kalman. World Scientific Publishing, 1992.
- The Quantum Frontier: The Large Hadron Collider. Don Lincoln. Johns Hopkins University Press, 2009.



НОВОЕ ИЗМЕРЕНИЕ



ОТКРЫТЫЙ КОСМОС



НА ПОЛНУЮ МОЩНОСТЬ



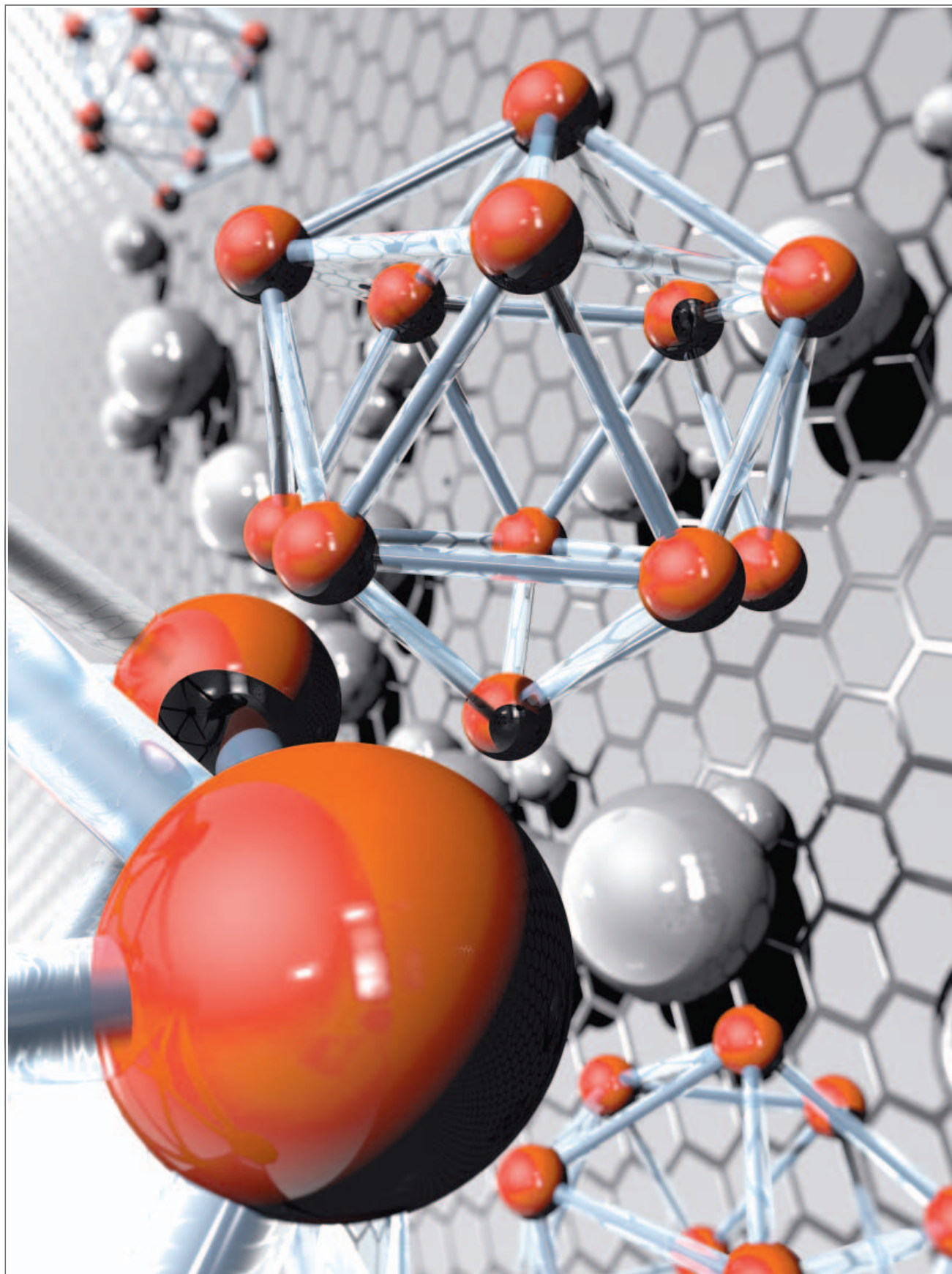
ЭКСПЕРИМЕНТ

24Т **Е** XHD

Научно-развлекательный
телеканал о технике,
технологиях и невероятных
экспериментах

 <http://24techno.ru>
 <http://www.facebook.com/24techno.ru>
 <http://vk.com/24techno>
 <http://24techno.livejournal.com>
 <https://twitter.com/#!/24techno>





ITER *задача* СВЕРХПРОВОДИМОСТИ

В 2011 г. физики всего мира праздновали 100-летний юбилей грандиозного события — открытия голландским ученым Хейке Камерлинг-Оннесом явления сверхпроводимости. Об истории, сегодняшнем дне и перспективах развития прикладной сверхпроводимости нам рассказал заместитель директора Курчатовского НБИКС-центра, начальник научно-технологического комплекса сверхпроводимости Александр Константинович Шиков

Из чего же, из чего же...

— Я занимаюсь сверхпроводимостью уже более 40 лет. При охлаждении целого ряда материалов до очень низких температур — температуры кипения жидкого гелия, т.е. минус 269° С — сопротивление электрическому току становится равным нулю. Это и есть сверхпроводимость. В 1913 г. Х. Камерлинг-Оннес обнаружил разрушение сверхпроводимости сильными магнитными полями и токами. И только в середине 1960-х гг., когда советские ученые Лев Ландау, Алексей Абрикосов и Виталий Гинзбург разработали теорию сверхпроводимости, появилась надежда, что сверхпроводящие материалы найдут применение в технике, поскольку они смогут сохранить токонесущую способность в высоких магнитных полях. Их назвали сверхпроводниками второго рода. Ученым за это была присуждена Нобелевская премия, правда, только в 2003 г. В целом за работы в области сверхпроводимости даны уже шесть Нобелевских премий, причем одна из последних — за открытие высокотемпературных сверхпроводников.

Исследования по прикладной сверхпроводимости активно начали развиваться в Советском Союзе в середине 1960-х гг. Их инициатором и организатором был Курчатовский институт. Курчатовцы совместно с ВНИИ неорганических материалов им. академика А.А. Бочвара впервые разработали низкотемпературные композиционные сверхпроводники на основе сплавов и соединений. Когда в конце 1980-х гг. были открыты высокотемпературные сверхпроводники, которые теряют сопротивление уже при температуре жидкого азота — минус 196° С, — мы также довольно быстро получили композиции на их основе.

— Какие материалы используются в сверхпроводниках, и есть ли технологические «хитрости» их изготовления?

— Первыми техническими материалами, созданными Курчатовским институтом и ВНИИИМ, были сверхпроводники на основе сплава ниобия и циркония (*Nb-Zr*). К сожалению, этот сплав оказался не очень технологичным, из него сложно было изготовить сверхпроводники

требуемой конструкции. А конструкция сверхпроводника тоже удивительна: представьте себе проводничок диаметром 0,5–1 мм, длиной до 20 км, состоящий из медной матрицы, причем эта медь сверхчистая, а в этой матрице распределено несколько тысяч волокон диаметром до 10 мкм из сверхпроводящего материала. Вскоре были разработаны сверхпроводники на основе сплавов ниобия с титаном ($Nb-Ti$). Они начали широко использоваться, поскольку благодаря нулевому сопротивлению могли пропускать через квадратный сантиметр гигантские токи — порядка нескольких миллионов ампер, в то время как через традиционные электротехнические материалы можно пропустить лишь токи до 1 тыс. А. Если этот сверхпроводник смотать в катушку и сделать соленоид, через который пропустить большой ток, то он может создать сильнейшее магнитное поле. Так в 1979 г., впервые в мире, в Курчатовском институте появилась установка термоядерного синтеза «Токамак-7» (тороидальная камера с магнитными катушками) на ниобий-титановых сверхпроводниках.

Вскоре в Курчатовском институте родилась новая идея — создать установку термоядерного синтеза с использованием сверхпроводников на основе ниобия

В 1988 г., впервые в мире, в Курчатовском институте был создан «Токамак-15» на ниобий-оловянных сверхпроводниках. Это был очень важный шаг на пути к воплощению идеи о создании термоядерных электростанций, заложивший основы для международного проекта ITER

и олова (Nb_3Sn). Это соединение было гораздо лучше своих предшественников по всем свойствам, в их числе критический ток (который еще не «убивает» сверхпроводимость), критическая температура (при охлаждении до которой соединение теряет свое сопротивление) и верхнее критическое поле (превышение этого поля тоже «убивает» сверхпроводимость). В 1988 г., также впервые в мире, в Курчатовском институте был создан «Токамак-15» на ниобий-оловянных сверхпроводниках. Это был первый и очень важный шаг на пути к воплощению идеи о создании термоядерных электростанций, заложивший основы для международного проекта *ITER*. Приблизительно с середины 1980-х гг. курчатовцы участвуют в этом глобальном международном проекте.

— **Преимущества нового материала очевидны. По крайней мере, в теории. Что мы имеем на практике?**

— На практике с Nb_3Sn есть одна проблема. $Nb-Ti$ — это сплав, из него методом совместной деформации составляющих композита можно изготовить многожильный

проводник, а соединение Nb_3Sn — это хрупкий, как стекло, интерметаллид, а из него необходимо было изготовить проволоку, из которой можно намотать магнитную систему. Однако и эта задача была успешно решена Курчатовским институтом и ВНИИМ с помощью так называемой «бронзовой технологии». Мы тем же методом совместной деформации изготавливали композит, только вместо меди матрица состояла из оловянной бронзы — сплава меди с оловом, а волокна были выполнены не из сплава ниобий-титан, а из сверхчистого ниобия. Затем такой композит подвергался термообработке, при которой олово диффундировало в ниобиевые жилы с образованием хрупкого интерметаллического соединения Nb_3Sn по краям этих жил. В конце концов был разработан сверхпроводник, содержащий при диаметре 1,5 мм 7225 волокон. При диаметре каждой жилы 5 мк, а это в десять раз меньше диаметра человеческого волоса, длина таких проводников тогда составляла порядка 5 км. С использованием такого материала и была изготовлена первая в мире сверхпроводящая магнитная система для «Токамака».

Международный уровень

— Когда в результате исследований на установках Т-7 и Т-15 в Курчатовском институте стало ясно, что сверхпроводники на основе $Nb-Ti$ и Nb_3Sn можно применить для дальнейших работ в области термоядерного синтеза, академик Евгений Павлович Велихов выдвинул грандиозную идею создания интернационального термоядерного экспериментального реактора (*International Thermonuclear Experimental Reactor, ITER*). Руководители СССР, США, Европы и Японии подписали соглашение о запуске такого проекта, и в 1985 г. начались работы по проектированию установки. А в 1992 г. был дан старт научно-исследовательским и технологическим работам по созданию сложнейшей мегаустановки, которая состоит не только из магнитной системы, но и системы охлаждения, безопасности, сбора примесей, подвода электрической энергии и т.д.

Однако сердце *ITER* — сверхпроводящая магнитная система, состоящая из нескольких подсистем. Самая главная — это система удержания раскаленной плазмы, которую было предложено изготовить из сверхпроводника на основе соединения Nb_3Sn . Управление плазмой и корректировка формы такого плазменного жгута требовали магнитной системы на основе сверхпроводников из $Nb-Ti$. Центральный соленоид токамака должен быть изготовлен из сверхпроводника на основе соединения Nb_3Sn . Всего для создания такой магнитной системы требуется более 700 т сверхпроводников. Причем уровень его самой главной характеристики — токонесущей способности — должен быть в два-три раза выше, чем у сверхпроводников для установок Т-7 и Т-15.

— **Следовательно, надежд на скорое создание таких материалов было мало?**

— Нам тоже казалось, что пройдет очень много времени, прежде чем удастся достигнуть таких характеристик. В 1992 г. Международной организацией *ITER*



Хейке Камерлинг-Оннес первым получил в 1908 г. жидкий гелий. В 1911 г. открыл явление сверхпроводимости, а в 1913 г. стал лауреатом Нобелевской премии.

был объявлен конкурс на разработку таких сверхпроводников, в котором приняли участие 17 мировых фирм-производителей, в том числе ВНИИНМ, Курчатовский институт, а также ВНИИ кабельной промышленности и НИИ электрофизической аппаратуры — это четверка, которая успешно создала магнитные системы, основы «Токамака-7» и «Токамака-15».

Особо сложной была задача разработки металлургических технологий получения сверхпроводников. Нужны были не просто оловянная бронза или ниобий, а сверхчистые металлы и сплавы, чтобы обеспечить им необыкновенную пластичность. Необходимо было получить в металлической матрице сверхтонкие «жилки», не имеющие обрывов на длине до 20 км. Но мало получить такие «жилки» целыми, надо обеспечить им специальную наноструктуру, которая позволяла бы достигать высокой токонесущей способности. Сегодня о нанотехнологиях говорят все, а мы уже тогда понимали: без создания в сверхпроводнике наноструктуры достичь поставленной цели будет невозможно, и мы успешно справились с разработкой таких технологий. Из 17 фирм только четыре разработали сверхпроводники с необходимым уровнем свойств, включая и российских специалистов.

Непростым был и процесс участия в тендере. Нужно было получить 100-метровые куски проводника, разрезать



Петр Леонидович Капица получил Нобелевскую премию по физике в 1978 г. за открытие явления сверхтекучести жидкого гелия.

их на десять частей и послать в десять лабораторий мира, чтобы избежать «лукавых» результатов, чтобы все было подтверждено. Установка грандиозная, и свойства должны быть гарантированы. Из всех десяти лабораторий пришел ответ, что российские сверхпроводники на основе сплава ниобий-титан и на основе соединения ниобий-олово полностью удовлетворяют высоким международным требованиям.

Затем необходимо было изготовить так называемые токонесущие элементы. Дело в том, что такая проволока при температуре жидкого гелия может проводить токи порядка сотен ампер в магнитных полях силой до 5 Тл (для Nb-Ti) и 12 Тл (для Nb₃Sn). Однако нужны тысячи ампер, чтобы обмотка могла удерживать плазму. Для повышения токонесущей способности сверхпроводники сплетают в жгут. В одном жгуте более 1 тыс. проволок, причем такой жгут имеет определенную конструкцию, определенную пористость. Его помещают в трубу, по которой циркулирует жидкий гелий, а поры позволяют гелию проникать и омывать каждую проволоку, тем самым переводя ее в сверхпроводящее состояние. И такой токонесущий элемент при диаметре 40 мм в магнитном поле 12 Тл может проводить уже 120 тыс. А, а без поля, которое плохо влияет на сверхпроводимость, — несколько миллионов ампер. Длина такого отрезка должна быть 765 м.

Первоначально нужно было изготовить образец длиной 4 м, отправить его в Швейцарию, в Институт Пауля Шеррера, и измеряющая свойства лаборатория должна была подтвердить, что с полученным токонесящим элементом все в порядке: ничего не сломалось при кабельных переделах, поры не зажаты, гелию есть куда проникать и что охлаждать. Мы с нетерпением ждали результата, и он также был успешным. Так что мы вновь удовлетворили все требования, предъявляемые и к этому проводнику.

Далее нужно было изготовить прототип магнитной системы — так называемую катушку-вставку. Это магнит диаметром 2 м, высотой 5 м, весом 7 т, для него требовалась тонна сверхпроводника. Содружество ВНИИИМ, Курчатовского института, ВНИИКП и НИИЭФА успешно решило и эту задачу: тонна сверхпроводника была изготовлена, из нее — токонесящий элемент, из токонесящего элемента — катушка-вставка. Ее транспортировали из Санкт-Петербурга самолетом в Японию, где были проведены испытания, которые тоже прошли удачно: российская катушка-вставка при температуре жидкого гелия достигла рабочего тока 43,1 кА. Таким образом, мы получили право внести существенный вклад в международный проект.

Экстренная реанимация

— Но производственных мощностей к тому времени не было. Как выжили из положения?

— Россия выиграла тендер на изготовление 220 т сверхпроводника, приблизительно треть всего объема. Этот крупный заказ уже невозможно было выполнить

в условиях институтов. Такое супертехнологичное производство необходимо было создать в промышленном масштабе, на заводе, где есть культура производства и высококвалифицированные специалисты. В то время я работал заместителем генерального директора ВНИИИМ и отвечал за реконструкцию циркониевого производства на Чепецком механическом заводе в городе Глазове в Удмуртии, и вместе с коллегами из Курчатовского института и «Росатома» мы выбрали этот завод для организации производства сверхпроводников. В 2002 г. руководителем Минатома А.Ю. Румянцев подписал приказ о создании такого производства. Меня назначили научным руководителем разработки технологий и организации производства. Работы были непочатый край, поскольку необходимо было также создать производство исходных материалов: сверхчистой меди, высокоомогенной оловянной бронзы, высокоомогенного сплава Nb-Ti, сверхчистого ниобия, самих композитов и их полуфабрикатов.

В сжатые сроки на Чепецком механическом заводе Топливной компании ТВЭЛ ГК «Росатом» были подготовлены пять больших цехов. На приобретенном у ведущих зарубежных и отечественных фирм оборудовании специалисты ВНИИИМ отработывали технологию, а ученые Курчатовского института разрабатывали методы диагностики этих материалов — определение критических токов, критической температуры, качества меди, однородности свойств по длине — более 40 сертифицированных методик было применено для того, чтобы аттестовать материалы по международным стандартам.



Криостат для гидравлических и вакуумных испытаний токонесящих элементов ITER в НИЦ «Курчатовский институт»

К тому времени уже определились, что *ITER* будет построен во Франции, недалеко от Марселя, в городке Кадараш. Все страны-участницы, к которым добавились Китай, Корея и Индия, подписали решение о строительстве. В апреле 2009 г. мы запустили производство. Начался крупномасштабный выпуск сверхпроводящего материала. Вошли в строй кабельное производство в Подольском отделении ВНИИКП и линия джекетирувания на территории Института физики высоких энергий (ИФВЭ), который теперь входит в НИЦ «Курчатовский институт».

К концу 2012 г. выпущено уже более половины всего сверхпроводника. Изготовлено семь ниобиево-оловянных токонесущих элементов, которые полностью соответствуют высоким международным требованиям; два из них в октябре 2012 г. отправлены в Италию, где на них должны нанести изоляцию, подвергнуть термообработке и затем отправить во Францию для создания магнитной системы реактора. Всего мы должны за 2,5 года изготовить и проверить около 30 таких токонесущих элементов. Они представляют собой бобину диаметром 4 м и высотой более 5 м, весом около 10 т, внутри которой проводник — токонесущий элемент — и распределен. Материал приходится везти ночью из Протвино в Курчатовский институт в сопровождении ГАИ, т.к. это негабаритный груз.

Мы также должны поставить на строительную площадку 39 кусков ниобиево-титанового сверхпроводника в виде кабеля. Таким образом, в России появилось крупномасштабное уникальное производство сверхпроводников. Специалисты из центральной команды *ITER*, которая находится в Кадараше, проехали по всему миру, посетили производства — 12 заводов — и признали российское производство одним из самых современных и совершенных.

— Крупномасштабное использование сверхпроводников в индустриальной физике — явление не новое. Но для обычного человека это как параллельная реальность. Существует ли «народно-хозяйственное» применение у сверхпроводимости?

— Безусловно. Это, например, медицинские томографы, которые позволяют на уровне клетки исследовать процессы, в том числе и приводящие к образованию злокачественных опухолей, на очень ранних стадиях, что дает возможность своевременно засечь их и принять меры для ликвидации. Магнитная система МР-томографа изготавливается также из *Nb-Ti*-сверхпроводника. В настоящее время такой российский сверхпроводник уже поставлен на ряд фирм, которые подтвердили его пригодность для МР-применений и выразили готовность потреблять его в объеме до 100 т в год. Рассматривается вопрос и о создании совместного производства МР-томографов с одной из зарубежных фирм при использовании российских сверхпроводников.

Повышение градуса

— Теперь несколько слов о высокотемпературных сверхпроводниках.

— В 1986 г. были открыты высокотемпературные сверхпроводники, которые, в отличие от низкотемпературных,

теряющих сопротивление при температуре кипения жидкого гелия, теряют сопротивление при температуре кипения жидкого азота. Швейцарские ученые Йоханнес Беднорц и Карл Мюллер открыли такие вещества, но они оказались керамиками — *LaSrCuO*, затем *YBaCuO* и более сложные — *BiSrCaCuO*. Сам переход от жидкого гелия к жидкому азоту сулил революционные изменения во всей электротехнике, электроэнергетике, медицине, т.е. в тех областях, где используется сверхпроводящий материал. Например, мощность электродвигателя можно было повысить без изменения габаритных размеров в четыре-пять раз или, наоборот, при той же мощности уменьшить массо-габаритные характеристики тоже в разы. Можно было без потерь транспортировать ток на большие расстояния. Для электроэнергетики это открывает огромные перспективы.

В Курчатовском институте создан мощнейший комплекс для материаловедческих исследований, включая синхротронный и нейтронный источники. Теория и эксперименты говорят о том, что токонесущую способность высокотемпературных сверхпроводников по сравнению с сегодняшней можно поднять еще в четыре-пять раз

Мы, всю жизнь занимающиеся сверхпроводящими материалами, понимали, что это задача на далекую перспективу. В *Nb₃Sn* только два элемента — ниобий и олово, а здесь висмут, стронций, кальций, медь, кислород — это керамика. Тем не менее воодушевление во всем научном мире было колоссальное, проходили бесконечные семинары, собиравшие огромное количество людей. Однако со временем желающих заниматься столь сложной работой оставалось все меньше, но мы продолжали усиленные работы в этом направлении, несмотря на сложные для российской науки 1990-е гг. Нами были изготовлены ленточные проводники на основе висмута и керамики — это первое поколение высокотемпературных сверхпроводников. Представьте себе ленточки шириной 3–4 мм и толщиной 0,1–0,2 мм, которые содержали 1539 жил диаметром 15–20 мк из керамики. И такая ленточка могла изгибаться с определенным радиусом, который называется критическим, без нарушения токонесущей способности.

В итоге была разработана технология получения подобных сверхпроводников длиной до 1 км, но матрица должна была быть из серебра. Мы испытали около 20 металлов, и все они окислялись, а значит отбирали

у соединения кислород, приводя его к неудовлетворительному составу, который уже не обладал сверхпроводящими свойствами. Только серебро не отбирало кислород; более того, это соединение можно было насытить кислородом через серебро и достичь высоких критических свойств — таких, что этот материал терял сопротивление при температуре жидкого азота. К сожалению, до сих пор в сверхпроводниках на основе такой керамики не удается достичь структуры, которая сохраняла бы токонесущую способность при высоких магнитных полях. Иттриевая же керамика имеет более высокие свойства при высоких полях и более перспективна. Но из нее сложно изготовить многожильные проводники, поэтому технологи пошли по пути создания ленточных проводников.

В середине 2000-х гг., когда директором Курчатовского института стал Михаил Валентинович Ковальчук, мы обсуждали с ним необходимость принятия комплексных мер по разработке такого материала, прежде всего для электроэнергетики. М.В. Ковальчук собрал в Курчатовском институте все заинтересованные стороны, серьезно обсудил все детали, а затем по его инициативе совместно с ГК «Ростатом» и Минэнерго был запущен крупномасштабный государственный проект по созданию и использованию высокотемпературных сверхпроводников, который состоял из двух частей. Первая — разработка высокотемпературных сверхпроводников с приемлемым для технического использования уровнем характеристик. Вторая посвящена созданию устройств, работающих с использованием сверхпроводящего материала. В этом проекте Курчатовскому институту поручена самая сложная часть — разработка технологий и повышение токонесущей способности проводников.

— Что представляет собой конструкция ленточного сверхпроводника?

— Она весьма сложна: подложка состоит из нержавеющей стали или сплава никеля с вольфрамом. Эти сплавы имеют одну кристаллическую решетку, а керамика — другую. Чтобы добиться сопряжения и избежать отслаивания, необходимо создать несколько промежуточных слоев из определенных оксидов — и такой «слоеный пирог» позволяет иметь сверхпроводник с набором необходимых физико-механических свойств. В Курчатовском институте будет установлена линия по изготовлению стометровых кусков таких сверхпроводников, а параллельно мы будем исследовать связи состава и структуры сверхпроводящей керамики со свойствами с целью их повышения. В Курчатовском институте создан мощный не только в России, но и в мире комплекс для материаловедческих исследований, включая синхротронный и нейтронный источники, а это уникальная комбинация. Теория и эксперименты говорят о том, что токонесущую способность по сравнению с сегодняшней можно поднять еще в четыре-пять раз. И это многолетняя кропотливая черновая работа, которая должна увенчаться успехом.

— Какие устройства могут использовать такие ленточные сверхпроводники?

— Прежде всего, это токоограничители — устройства, которые позволяют в десять раз быстрее отключить

сеть, если в ней произошли какие-то неприятности, например короткое замыкание. Это позволяет продлить срок годности различного оборудования и сохранить его. Токоограничители широко используются также на железной дороге, в энергетических сетях. Второй тип устройств — это токовводы, обеспечивающие энергией крупные магнитные системы, например в Большом адронном коллайдере, в перспективе — для термоядерных реакторов. Наконец, третье применение — это линии электропередач. Высокотемпературная сверхпроводимость войдет в повседневную жизнь в гораздо большем масштабе, чем она вошла в индустриальную физику. Безусловно, она принесет революционные изменения в этих областях, потому что ввод энергии в города сейчас затруднен из-за дороговизны земли, а можно будет уже через меньшие каналы вводить больше энергии. Наши коллеги из ВНИИ кабельной промышленности, с которыми мы работаем по *ITER*, создали крупнейший в Европе отрезок токонесущих элементов длиной 220 м — он установлен и прошел успешные испытания в НТЦ электроэнергетики. Федеральной сетевой компанией с участием Курчатовского института начал осуществляться проект линии электропередачи уже длиной 2,5 км для Санкт-Петербурга. Но и это еще не предел. Например, уже сегодня мы просчитываем прокладку электроэнергетического кабеля из России в Японию по дну океана, чтобы торговать не нефтью и газом, а продуктом с высокой добавленной стоимостью — электроэнергией.

— Но затраты на охлаждение при этом все же будут ощутимы. В этой связи возникает вопрос: возможна ли чисто теоретически сверхпроводимость при комнатной температуре?

— Когда высокотемпературная сверхпроводимость еще не была открыта, мы этот вопрос обсуждали с В.Л. Гинзбургом, и он отметил, что теория этого не запрещает. Более того, у Виталия Лазаревича когда-то вышла книга, посвященная сверхпроводимости, где говорится о комнатной температуре. Я думаю, что сверхпроводимость — такая область физики, что и сегодня существуют вещества, а возможно, жидкости или газы, или даже органические соединения, которые обладают сверхпроводимостью при комнатной температуре. К сожалению, мы еще пока их не нашли, но я уверен, что они есть, и опыт работы в сверхпроводимости говорит, что знание теории, проведение экспериментов с большим количеством материалов позволит получить те сверхпроводники, у которых более высокие свойства. Теория дает направление, а поиск все равно должен быть экспериментальным.

От истоков к мировым рекордам

— Как вы взаимодействуете с остальными подразделениями Курчатовского института?

— В СССР работа строилась таким образом: Курчатовский институт был центром, откуда исходили прежде всего физические идеи. После того как родилась физическая идея, необходимы материалы, чтобы ее

осуществить. Атомный проект — самый яркий пример, потому что не было ни урана, ни плутония, ни конструкционных материалов, все это необходимо было разработать для создания ядерного щита страны. Для этого был организован ВНИИНМ. Конструкции изделий создавали Арзамас и Снежинск. Одна из основных особенностей Курчатовского института — выстраивание всей цепочки: от идеи до промышленного производства. Я как специалист по материаловедению по целой гамме созданных новых материалов могу это проследить. Сегодня наш НИЦ «Курчатовский институт» генерирует идеи, разрабатывает технологии материалов и делает пилотные образцы. Это очень правильно, что в одном месте сконцентрирован весь комплекс — от идеи до машины. Собственно, сверхпроводимость — тоже ярчайший пример: если бы физики, технологи, материаловеды, конструкторы каждый день не взаимодействовали друг с другом на одной площадке Курчатовского института, то таких успехов достичь было бы очень сложно.

— **А как обстоят дела с молодыми кадрами?**

— В 2011 г. по инициативе М.В. Ковальчука и М.Н. Стриханова была создана кафедра прикладной сверхпроводимости в Московском инженерно-физическом институте, и мне поручили ее возглавить. В настоящее время наши специалисты читают лекции в МИФИ и в Курчатовском институте. Практика, фундаментальные исследования и технологии новых материалов их очень увлекают, т.к. они видят конечный результат. Впечатление производит и современное оборудование, на котором мы работаем. Уже в течение двух лет мы принимаем по пять молодых аспирантов, причем они проходят комплексное собеседование, и к нам попадают только те ребята, которые готовы посвятить себя интереснейшему делу — разработке сверхпроводников и их использованию.

— **Были ли в вашей работе «побочные эффекты», когда от основного направления возникают «ответвления»?**

— Например, по технологии многожильных сверхпроводников в Курчатовском институте более 20 лет назад было предложено создать материал для импульсных магнитных полей — порядка 50–100 Тл. Но, к сожалению, обычные электротехнические материалы — медь, алюминий — не выдерживали тех нагрузок, которые развивались в этом магните при импульсе. Тогда родилась идея применить для создания импульсных магнитов Nb-Ti-сверхпроводники, но использовать в них сверхчистую медь, а жилы Nb-Ti упрочняли бы медную матрицу. Курчатовские «токамачные» сверхпроводники установили мировой рекорд: было достигнуто поле 50 Тл. Далее мы начали увеличивать количество упрочняющих жил, улучшая механические свойства. В различных лабораториях мира, изготавливающих магниты из композитов, разработанных Курчатовским институтом и ВНИИНМ, этот материал стал крайне востребованным. В марте 2012 г. в США, в Лос-Аламосской лаборатории высоких магнитных полей, на соленоиде, изготовленном из уникального российского композиционного



! Справка

Александр Константинович Шиков в 1971 г. окончил Московский институт стали и сплавов по специальности «Металловедение и технология термической обработки цветных, редких и радиоактивных металлов». В том же году поступил на работу во ВНИИНМ. Прошел путь от младшего научного сотрудника до генерального директора ВНИИНМ им. А.А. Бочвара. С декабря 2009 г. работает в Курчатовском институте. Доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ, Премии Правительства РФ, Премии РАН, награжден золотой и серебряной медалями Брюссельского салона изобретений, академик Академии электротехнических наук РФ.

материала, содержащего при сечении 4 x 6 мм (прямоугольный проводник) 450 млн ниобиевых волокон размером 10 нм каждое, удалось достичь 100,1 Тл. Материал обладает прочностью стали, электропроводностью около 70% от электропроводности меди, и, самое главное, нам удалось сохранить в нем пластичность. Это пример того, как одна наукоемкая технология рождает другую. Поэтому у нас впереди много очень интересной и важной работы, и я благодарен судьбе за то, что она связала меня со сверхпроводимостью. ■

Беседовал Виктор Фридман



WE
GUILT
IT

RIGHT

DEM

LIBERALISM

Centrist



ОБ АВТОРЕ

Джордж Массер (George Musser) — редактор и один из авторов журнала *Scientific American*, автор книги «Путеводитель по теории струн для полного идиота» (*The Complete Idiot's Guide to String Theory*, 2008).

Джордж Массер

НОВАЯ ЭПОХА ПРОСВЕЩЕНИЯ

Когда-то казалось, что квантовая теория — последний гвоздь, вбитый в гроб чистого разума. Сегодня, похоже, она становится его спасителем

Пора выборов президента США — пожалуй, не лучшее время петь оды человеческому здравому смыслу. Кандидаты дают невыполнимые обещания, однако избиратели почему-то проглатывают это. Содержательные аргументы не властны над толпой, миром правят короткие, хлесткие как лозунги, фразы. Какой отход от идеалов Просвещения, веры в рациональность, вдохновившей когда-то создание республики! Но дела обстоят даже хуже, чем вы можете себе представить. Кое-что из того, что, как вы считаете, можно постичь разумом, если приложить достаточные усилия, логике не поддается. Если вам все же удалось прожить жизнь, руководствуясь исключительно разумом, — никогда не голосовать, не взвешивать тщательно каждое слово кандидата; не покупать бытовые приборы, не проконсультировавшись с журналом Союза потребителей *Consumer Reports*; ничего не принимать на веру без доказательства; никогда умышленно не искажать аргументы, подменяя их похожими, но более слабыми; никогда не попадать в любые иные присутствующие ловушки, — время от времени вы, тем не менее, обнаружите, что делаете что-нибудь не имеющее смысла, и не в силу недостатка ума, а исключительно потому, что сам разум — это лезвие пилы, в котором отсутствует несколько зубьев.

На протяжении XX в. ученые и математики вынуждены были мириться с мыслью, что есть вещи, которые всегда будут оставаться недоступными нашему разуму. В 1930-х гг. Курт Гедель убедительно показал, что даже в рационально устроенной математической вселенной на каждый парадокс, который удастся разрешить путем глубоких размышлений, появляются несколько новых. Экономисты и политологи обнаруживают аналогичные ограничения законов логики в организации общества, а историки науки подрывают нашу веру в то, что научные споры решаются исключительно на основе фактов. В концентрированном виде ограниченность логики проявилась в квантовой физике, которая утверждает, что нечто происходит, и вы не можете знать почему.

Однако в минувшем десятилетии события приобрели странный поворот. Сама теория квантовой физики, которая, казалось, ставит предел человеческому познанию, в действительности нас освобождает. Она расширяет наши знания не только о физическом мире, но и о нас самих. Открывая новые правила логического мышления, она выводит нас из тупика, в который завел нас разум. В расширенных рамках, которые даровала

нам квантовая физика, поведение человека, возможно, выглядит не таким уж иррациональным, как убеждают нас в этом вечерние новости.

Время разума

Мало кого мечта о Просвещении влекла больше, чем маркиза де Кондорсе, одного из ведущих математиков конца XVIII столетия. Вдохновленный успехами физики Ньютона, несколько простых законов которой объясняют причину падения яблока и орбиты планет, он пытался создать аналогичную науку, управляющую обществом. Разум, полагал он, сможет сделать мир лучше. Он и другие мыслители эпохи Просвещения вели кампанию за прогрессивное политическое мироустройство: отмену рабства, равноправие женщин, всеобщее государственное образование. Друг Томаса Джефферсона, Бенджамин Франклин и Томас Пейна, Кондорсе стал одним из первых лидеров Великой французской революции. «Настанет тот день, когда солнце будет светить только свободным людям, не признающим другого властелина, кроме своего разума <...>, умеющим распознать и задуть тяжестью разума первые ростки суеверий и тирании, если когда-нибудь они посмеют подняться вновь», — писал он в 1794 г.

Затем было падение. Революция обернулась своей темной стороной. Кондорсе был арестован, а на следующий день умер в тюрьме и был похоронен в общей могиле, которая впоследствии затерялась. Эпоха Просвещения уступила место эпохе Романтизма. Для многих ведущих мыслителей издержки революции дискредитировали все те прогрессивные цели, которые она перед собой ставила.

Словно для того чтобы возвысить трагедию, Кондорсе поставил под сомнение идеи Просвещения в отношении воли народа. Он показал, что система демократического голосования ведет к парадоксам: выбор людей может выстраиваться во взаимно противоречащие друг другу и неразрешимые схемы. Математик и автор многочисленных эссе на политические темы Пьерджорджо Одифредди (Piergiorgio Odifreddi) из Туринского университета в Италии приводит пример: во время президентских выборов 1976 г. в США Джеральд Форд обеспечил себе номинацию от республиканской партии в предвыборной гонке с Рональдом Рейганом, а Джимми Картер одержал победу над Фордом на выборах. Однако опросы общественного мнения показывали, что Рейган победил бы Картера (что он и сделал в 1980 г.). Электоральные предпочтения нетранзитивны: то, что избиратели

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Физики открыли, что квантовая механика расширяет наши возможности мыслить неожиданным образом. Известная дилемма заключенного, в которой рациональный выбор — выбор неправильный, может быть устранена с помощью квантового перепутывания. Последние (и пока не доказанные) результаты утверждают, что квантовая система голосования, возможно, поможет избежать непоследовательности обычного голосования.
- Квантовая механика, по всей вероятности, служит лучшей моделью человеческого поведения, чем классическая, которая не в состоянии предсказать человеческое стремление сотрудничать и действовать из альтруистских побуждений. Вместо того чтобы пытаться насильно вогнать наше мышление в рамки рационального, будет лучше, если мы расширим сами рамки.

предпочли Картера Форду, а Форда Рейгану, не означает, что они предпочтут Картера Рейгану. Картер победил только по той простой причине, что проводились первичные выборы. «Кого выберут, определяется только порядком, в котором вы делаете два выбора, а не электоратом», — утверждает Одифредди. Должностные лица в руководстве избирательных комитетов и законодательных собраний могут использовать эту зависимость от порядка, или некоммутативность, для того чтобы направить голосование по нужному им пути.

В 1950 г. Кеннет Эрроу (Kenneth Arrow), в то время студент Колумбийского университета, показал, что есть только один способ избежать этого парадокса — диктатура. Порядок выборов не имеет никакого значения, если один из избирателей обладает решающим голосом. Это отрезвляющее открытие помогло Эрроу получить Нобелевскую премию по экономике 1972 г. «Это утверждение — аналог теоремы Геделя, — говорит Одифредди. — Оно доказывает, что универсальной идее демократии присущи внутренние ограничения». Возможно, еще сам Гедель первым сформулировал одну из версий теоремы Эрроу: аналогичные ей идеи появляются в аргументах, которые он приводил в пользу существования бога.

Квантовая физика позволяет выстроить модель поведения человека, в которой иррациональность вполне укладывается в логику

Если демократическому обществу обычно и удается избежать парадоксов Кондорсе, то лишь потому, что избиратели принадлежат одному идеологическому спектру, что придает их взглядам согласованность и взаимную непротиворечивость (см.: Дасгупта П., Маскин Э. Честные выборы // ВМН, № 6, 2004). Несмотря на то что в западной культуре особенно ценится независимое, неидеологизированное мышление, как ни парадоксально, оно может привести к пробуксовыванию избирательной системы. В политически неспокойные времена, утверждает Одифредди, спектр перемешивается, и демократия не просто испытывает затруднения, а полностью перестает функционировать.

В тот же самый год, когда Эрроу доказал свою теорему, математики Мерил Флад (Merrill Flood) и Мелвин Дрешер (Melvin Dresher) обнаружили еще одно противоречие между индивидуальным и коллективным выбором: «дилемму заключенного». Полиция ловит двух воров и предлагает каждому из них смягчение наказания за дачу показаний против другого. Если каждый из них будет молчать, то оба останутся без наказания; если они будут «стучать» друг на друга, то оба получают срок. Принимая во внимание ослабление наказания для того, кто даст показания, оба так и поступят — но тогда оба они

проиграют. Эта дилемма может служить моделью для демонстрации либеральной экономики, или экономики свободного рынка. Она камня на камне не оставляет от основного постулата неоклассической экономики, утверждающего, что отдельные личности, действуя в своих корыстных интересах, коллективно добиваются оптимального результата.

С этим связано другое разочарование — «либеральный парадокс», который экономист Амартья Сен (Amartya Sen) из Гарвардского университета сформулировал в 1970 г. Если Эрроу поставил под сомнение демократию, а Флад — рыночную экономику, то Сен разрушил миф о правах личности. Фундаментальное право заключается в том, что личность должна обладать правом вето в отношении всех решений, ее касающихся. В качестве первого примера Сен рассмотрел цензуру: решение читать или не читать книгу влияет только на самого человека и, следовательно, должно зависеть только от него. Принцип подчинения меньшинства большинству всегда находился в противоречии с правами личности: большинство может навязать свою волю меньшинству. Еще более странно то, что даже единогласно принятый закон нарушает права — другими словами, права личности могут быть поставлены под угрозу решениями, которые индивидуум безоговорочно поддерживает.

Рассмотрим совсем не гипотетический вариант примера Сена: два избирателя, «Синий» и «Красный», высказываются по поводу правительственной программы социального обеспечения. «Синий» предпочитает, чтобы они оба пользовались ее благами; если это невозможно, он хотел бы, чтобы помощь получал «Красный» как более нуждающийся. «Красный» предпочитает, чтобы помощь не получал никто; если это невозможно, помощь следует получать ему самому — дабы уберечь «Синего» от разлагающего влияния социальной помощи. Поскольку они зашли в тупик, то должны довольствоваться вторым вариантом. Таким образом, программа навязана «Красному» и в ней отказано «Синему», поэтому ни один из них не влияет на решение, которое влияет только на них. Все эти парадоксы показывают, что некоторые споры в нашем обществе не утихают не потому, что люди непоследовательны или неблагоразумны, а потому что механизмы рационального принятия решений, призванные примирить многообразие точек зрения, наоборот усиливают конфликт.

Потерянный парадокс

В 1950-х и 1960-х гг. математики исследовали различные пути, чтобы обойти дилемму заключенного. Одним из методов было использование условных стратегий. Вместо выбора — молчать или стучать — каждый из подозреваемых мог бы сказать допрашивающему его полицейскому: «Если мой подельник молчит, то и я буду молчать». При правильном наборе утверждений «если — то» подозреваемый может избежать тюремного срока. Здесь критически важно, что никто не выиграет, если будет менять стратегию, поэтому разумное взвешивание собственных интересов приводит их к необходимости

ОСВОБОЖДЕНИЕ КВАНТОВЫХ ЗАКЛЮЧЕННЫХ

Именно благодаря традиционному здравому смыслу люди ведут себя иррационально. Но что значит вести себя «рационально»? Это означает просто руководствоваться принципами классической логики. Расширенное множество логических правил, впервые придуманных физиками, занимавшимися квантовой механикой, а сегодня примененных к психологии, может придать смысл очевидной иррациональности. Хорошо известная дилемма заключенного показывает, как это возможно.

1 Формулировка дилеммы заключенного

Два подозреваемых вора, Алиса и Боб, арестованы и подвергнуты допросу. Если оба они будут молчать, то их обоих отпустят. Если один из них донесет на другого, то его или ее отпустят на свободу, а другой отправится в тюрьму. Если же они оба будут доносить друг на друга, то оба окажутся за решеткой.

Дознаватель допрашивает подозреваемых, пытаясь настроить их друг против друга

Каждый из подозреваемых решает, молчать или донести



2 Процесс рационального мышления

Алиса оценивает вероятное действие Боба и понимает, что как бы он ни поступил, для нее лучше донести. Боб рассуждает аналогичным образом. Результат: оба доносят и оба получают наказание. С рациональной точки зрения у них нет способа избежать такой судьбы.

3 Процесс иррационального мышления

Алиса, склонная принимать желаемое за действительное, полагает, что если будет молчать, то и Боб непременно поступит таким же образом; т.е. она оценивает действия Боба на основании своих собственных. Такой необоснованный оптимизм порождает ситуацию для выгодного им обоим исхода.



Склонность к рациональному
Основана на оценке, максимизирует собственную выгоду

Оценка	Действие
Боб будет молчать	Донести
Боб донесет	Донести



Склонность к иррациональному
Основана на предполагаемом действии, меняет оценку

Предполагаемое действие	Оценка
Буду молчать	Боб будет молчать
Донесу	Боб донесет

сотрудничать. То, что лучше для одного, лучше и для группы. Однако такая схема имеет фатальный изъян: партнеры должны согласиться на то, чтобы придерживаться стратегии условных ответов и не менять свою позицию в последнюю минуту, а также не сообщать никаких сведений. Им требуется абсолютно надежный способ действовать в унисон.

Все это делает возможным квантовая физика. В 1998 г. Йенс Айзерт (Jens Eisert) и Мартин Вилкенс (Martin Wilkens), работавшие в то время в Потсдамском университете, а также Мацей Левенштайн (Maciej Lewenstein) из Ганноверского университета в Германии предположили, что пара запутанных частиц может обеспечить

такой имеющий обязательную силу контракт. Посредством подобных частиц партнеры могут координировать свои решения, не зная заранее, какими они будут, — информация, которую в противном случае они могли бы использовать, чтобы нарушить договоренность. В 2001 г. Цзяньфэн Ду (Jiangfeng Du) из Научно-технического университета Китая в Хэфэе с коллегами продемонстрировал эту схему в лаборатории. Они «перепутали» два ядра водорода и направили на них радиочастотные электромагнитные импульсы, чтобы смоделировать ситуацию математической дилеммы.

Итальянский специалист в области математической физики Гавриэль Серге (Gavriel Segre) предположил, что



4 На сцену выходит квантовое мышление

Рациональное и иррациональное мышление вступают в спор. Дознаватель может повлиять на исход, формируя у каждого из подозреваемых предвзятое мнение о том, что будет делать другой. Если дознаватель не говорит ничего, то, согласно логике, подозреваемые должны были бы поступить так, как делали раньше. Но когда психологи просят испытуемых сыграть в игру, в случае неопределенности наблюдается тенденция к повышению вероятности сохранять молчание. Квантовая модель, в которой вероятности различных исходов сочетаются способом, противоречащим нашей интуиции, объясняет, почему происходит именно так.



Что говорит дознаватель	Как поступает Алиса
«Боб донесет»	Алиса донесет в 100% случаев
«Боб будет молчать»	Алиса донесет в 80% случаев
Нет информации	<p>Классическая логика: Алиса донесет в 90% случаев (среднее между 80% и 100%)</p> <p>Квантовая логика: Алиса донесет в 60% случаев (Разные мотивы для варианта «донести» вместо того, чтобы складываться, взаимно компенсируются — как это наблюдается в квантовой модели)</p>

аналогичный трюк поможет избежать «избирательного тупика» без необходимости объявлять кого-нибудь диктатором. Он говорит, что заинтересовался этим вопросом летом 2008 г., когда прочел интервью своего соотечественника Одифредди в газете *La Stampa*. Упомянув теорему Эрроу, Одифредди утверждал, что представительная демократия устарела. «Я был не согласен с этим и начал обдумывать способ, чтобы обойти теорему Эрроу», — говорит Сегре.

Сегре утверждает, что квантовая физика расширяет возможности голосования. Как и в случае с шредингеровским котом, гражданин может одновременно иметь два мнения, «за» и «против» — так называемую

их суперпозицию. Собранные вместе, голоса могут либо складываться, либо нивелировать друг друга. Они могут оказаться «перепутанными» друг с другом, и это будет нечто вроде договоренности между гражданами голосовать согласовано — наподобие имеющего обязательную силу договора в квантовом варианте дилеммы заключенного. В этом, отличающемся от классического, рассмотренного Эрроу, случае воля людей может быть в высшей степени последовательна.

К несчастью, доказательство Сегре очень абстрактно, и ряд экспертов в теории голосования, к которым мы обращались по поводу вышеуказанной статьи, выражают сомнения в его справедливости, не говоря уже о возможности внесения его положений в конституцию XXI в. Однако физик Артур Экерт (Artur Ekert) из Оксфордского университета и сингапурского Центра квантовой техники говорит, что идеи Сегре, возможно, приведут к интересным открытиям. Поскольку квантовая физика по своей природе имеет вероятностный характер, квантовая система голосования, возможно, позволит избежать противоречия, связанного с необходимостью абсолютного диктатора: нужен всего лишь правитель, чье мнение превалирует в среднем и время от времени может быть отвергнуто. «У нас будет диктатор, но гораздо менее властный», — утверждает Экерт.

Критика чистого (классического) разума

Квантовая физика не устраняет исходные парадоксы и не предоставляет практической системы для принятия решений до тех пор, пока представители власти не дадут людям возможности нести в будку для голосования или в комнату допросов полицейского участка «перепутанные» частицы. Истинное значение этих открытий состоит в том, что квантовая физика позволяет выстроить модель поведения человека, в которой очевидная иррациональность вполне укладывается в логику.

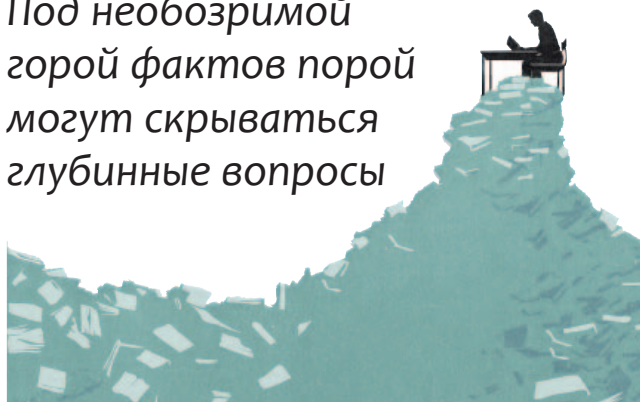
В реальной жизни люди кооперируются гораздо чаще, чем было бы, если бы они всегда руководствовались исключительно рациональной оценкой собственной выгоды. Когда психологи просят добровольцев сыграть в дилемму заключенного, игроки иногда предпочитают молчать, несмотря на сильные побудительные мотивы к тому, чтобы донести. Если Алиса полагает, что Боб «стукнет», она, безусловно, донесет сама. Если же она полагает, что Боб будет молчать, она, возможно, донесет, а возможно, тоже будет молчать. Вероятность обычно составляет 20% случаев, но все же дает проблеск надежды в этой злонамеренной игре.

Однако абсолютно непонятно вот что: если Алиса не уверена в намерениях Боба, она с большей вероятностью станет молчать. Ни одно существо, обладающее чистым разумом, так бы не поступило. Согласно классической логике, если Алиса полагает, что с вероятностью 50/50 Боб будет молчать, она должна придерживаться среднего из двух своих тенденций и молчать в 10% всех случаев.

В квантовой логике среднее между нулем и 20 действительно может составлять 40. Алиса склонна донести,

Что желает знать наука?

Под необозримой горой фактов порой могут скрываться глубинные вопросы



Большинство ученых согласятся, что в конце XVII в., когда Исаак Ньютон формулировал свои законы движения и всемирного тяготения, а также изобретал дифференциальное исчисление, он, вероятно, знал всю современную ему науку. В последующие 350 лет в области естественных наук и математики было опубликовано около 50 млн научных статей и бесчисленное количество книг. Современный школьник, возможно, обладает большим объемом знаний, чем Ньютон, однако для многих наука представляется огромной горой фактов.

Один из способов, с помощью которых ученые пытаются (с ограниченными успехом) справиться с этим нагромождением, — все более узкая специализация. Будучи биологом, я вряд ли смогу пробиться далее двух первых предложений в какой-нибудь физической статье. Меня озадачивают даже материалы по иммунологии или цитологии — а иногда и некоторые публикации в моей собственной области, нейробиологии. Кажется, что каждый день область моей научной компетенции становится все уже. Поэтому, чтобы справиться с лавиной информации, ученые вынуждены прибегнуть к другой стратегии: в большинстве случаев мы просто ее игнорируем.

Это не должно вас удивлять. Конечно, нужно многое знать, чтобы быть ученым, но иметь богатый запас знаний — не значит быть им. Ученого делает ученым незнание. Такое утверждение может показаться нелепым, однако для исследователей факты — лишь стартовая площадка. В науке каждое открытие поднимает десять новых вопросов, как сардонически заметил Бернард Шоу, произнося тост в честь Альберта Эйнштейна.

Из этого следует, что отсутствие знаний всегда будет расти быстрее, чем знания. И ученые, и люди, не имеющие никакого отношения к науке, сойдутся на том, что все, что мы узнали, — лишь капля в море неизведанного. И, что еще важнее, с каждым днем появляется все больше того, о чем мы знаем, что не знаем. Один из ключевых продуктов научного знания заключается в выискивании новых и лучших путей незнания — не просто невежество, связанное с недостатком любознательности или

образования, а сознательное, продуманное игнорирование. Это подводит к сути работы ученых: они устанавливают различия между характером незнания. Они делают это в заявках на гранты и за кружкой пива во время дружеских встреч. Джеймс Клерк Максвелл, наверное, величайший физик между Ньютоном и Эйнштейном, заметил однажды: «Совершенно сознательное незнание <...> — это прелюдия к каждому новому прорыву в науке».

Такой взгляд на науку — то, что вопросов больше, чем ответов, — должен восприниматься как своего рода утешение. Наука выглядит менее враждебной и даже напротив — более дружелюбной и забавной. Она становится набором изящных головоломок, головоломок внутри головоломок — а кто из нас их не любит? Да и вопросы более доступны, а зачастую и более интересны, чем ответы. Ответы имеют свойство завершать процесс, тогда как вопросы погружают вас в суть вещей. Я сам не могу многого понять в иммунологии, несмотря на докторскую степень, и большинство иммунологов тоже не могут. Удивительная вещь: никто не знает абсолютно всего. Однако я могу понять основные положения иммунологии. И не притворяясь, что разбираюсь в квантовой физике, я могу осознать, откуда возникли вопросы в этой области и почему они столь основополагающие. Особая роль незнания в том, что оно дает всем ощущение равенства, — так же как бесконечность пространства уравнивает всех в размерах.

За последнее время эта сторона науки в общественном сознании была отодвинута на задний план и уступила место тому, что я называю накопительным взглядом: наука — это настолько большая куча фактов, что нельзя и помыслить о том, чтобы все их усвоить. Но если бы ученые говорили о вопросах, а не заставляли вас таращить глаза, обрушивая лавину непонятных терминов, и если бы средства массовой информации не только сообщали о новых открытиях, но и рассказывали о тех вопросах, на которые эти открытия дали ответ, и о новых головоломках, которые они породили, и если бы преподаватели перестали тратить время на пересказ того, что уже давно доступно в «Википедии», то тогда, возможно, мы смогли бы вновь найти людей, увлеченных этим великим приключением, которое продолжается на протяжении вот уже 15 поколений.

Поэтому если вы встретите ученого, не спрашивайте его, что он знает, спросите, что он хочет узнать. Это будет гораздо более содержательная беседа для вас обоих. ■

Перевод: С.А. Кузнецов

ОБ АВТОРЕ

Стюарт Файрштейн (Stuart Firestein) — профессор, декан факультета биологических наук Колумбийского университета. Автор недавно вышедшей книги «Незнание: как оно управляет наукой» (*Ignorance: How It Drives Science*).





Джон Кэри

**ГЛОБАЛЬНОЕ
ПОТЕПЛЕНИЕ:
Быстрее,
чем
ожидалось?**

*Таяние ледников и вечной мерзлоты, а также
другие последствия изменения климата
развиваются с пугающей скоростью*

ОБ АВТОРЕ

Джон Кэри (John Carey) — независимый автор и бывший старший корреспондент газеты *Business Week*, где он писал на темы естествознания, техники, медицины и экологии.



В прошлом десятилетии ученые полагали, что они нашли способ уберечь человечество от основных угроз, связанных с глобальным потеплением. Предполагалось, что если удержать его на уровне менее 2° С, это позволит избежать таких катаклизмов, как катастрофическое повышение уровня океана и жестокие засухи. Для этого требовалось ограничить содержание парникового газа CO₂ в атмосфере в пределах в 450 миллионных долей (сегодня этот уровень равен 395 миллионных долей, а в доиндустриальный период составлял 280).

Однако сегодня стало ясно, что эти оценки были слишком оптимистичными. Данные, поступающие со всего света, показывают, что планета меняется быстрее, чем многие думали. В Северном Ледовитом океане исчезло больше льда, чем ожидалось. Выделение метана, тоже действенного парникового газа, в зонах вечной мерзлоты на Аляске и в Сибири, оказалось масштабнее, чем прогнозировала модель. Шельфовые ледники на западе Антарктиды разрушаются быстрее, чем считалось возможным, а подпираемые ими ледники на суше сползают в море с более высокой скоростью, чем предполагалось. Усиливаются и такие экстремальные погодные явления, как наводнения и периоды аномальной жары, охватившие большую часть территории США в 2012 г. Что же

из этого следует? «Как ученые мы уже не можем утверждать, что если мы сумеем удержать потепление на уровне ниже 2° С, то это спасет ситуацию», — говорит океанолог, профессор Потсдамского университета в Германии Штефан Рамсторф (Stefan Rahmstorf).

Факторы, которые, возможно, подталкивают Землю к эпохе быстрых изменений климата, — это механизмы обратной связи, существование которых предполагалось уже давно, и которые, похоже, уже начали действовать. Например, уменьшение ледового покрова морей позволяет солнцу сильнее прогревать океан, а это усиливает таяние льдов. Убыстрение таяния вечной мерзлоты увеличивает выделение CO₂ и метана в атмосферу, что в свою очередь ускоряет таяние вечной мерзлоты и т. д.

Вероятность возникновения более быстрых обратных связей побудила некоторых ученых выступить в роли пророков, предчувствовавших грозящие беды. По их словам, даже если народы вдруг всерьез займутся уменьшением выбросов парниковых газов настолько, чтобы удержать их содержание в атмосфере на уровне ниже 450 миллионных долей (а это становится все менее вероятным), то этого может быть слишком мало, да и слишком поздно. Если не удастся снизить содержание диоксида углерода до прежнего уровня — 350 миллионных долей, то «мы запустим процесс, который не сможем

! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Ученые полагали, что, если глобальное потепление удастся удержать на уровне менее 2° С, то таких бедствий, как катастрофическое повышение уровня океана, можно избежать.
- Однако поступающие данные показывают, что существуют три глобальных механизма обратной связи, которые могут привести Землю к периоду быстрых изменений климата раньше, чем будет достигнут этот предел: талые воды вызывают изменение циркуляции воды в океане, таяние вечной мерзлоты увеличивает выделение CO₂ и метана в атмосферу, а ледники во всем мире исчезают.
- Обратные связи могут ускорить глобальное потепление, изменить климат вследствие трансформации картины морских течений, спровоцировать нашествия насекомых и вызвать увеличение числа более крупных стихийных пожаров.

контролировать», предупреждает директор Годдардовского института космических исследований NASA Джеймс Хансен (James E. Hansen). Уже в этом веке уровень океана может подняться на целых 5 м, считает он. А это значит, что будет затоплен ряд приморских городов от Майами до Бангкока. Одновременно усиление зноя и засух может привести к массовому голоду. «Последствия почти невозможно себе вообразить», — продолжает Хансен. Мы можем быть на пороге быстрого необратимого скачка к гораздо более жаркому миру.

Это паника? Некоторые ученые считают, что да. «Я не думаю, что катастрофические изменения климата в ближайшем будущем неизбежны», — говорит Эд Длугокенцкий (Ed Dlugokencky) из Национального управления океанических и атмосферных исследований (NOAA), основываясь на данных об уровнях содержания метана. Гляциолог Тэд Пфедфер (W. Tad Pfeffer) из Колорадского университета в Боулдере исследовал уменьшение количества льда на планете и пришел к выводу, что ожидаемое повышение уровня океана в XXI в. составит максимум 2 м, а отнюдь не 5 м. Однако он разделяет беспокойство Хансена, поскольку даже меньшие изменения могут угрожать цивилизации, которая знала только весьма устойчивый климат. «Как обществу, так и политикам необходимо понять, насколько серьезные последствия будут иметь повышение уровня океана всего на 60–70 см, — говорит Пфедфер. — Это надвигающееся бедствие может воистину смести нас».

Хотя специалисты могут расхотеться во мнениях относительно темпа изменений климата, понимание того, что конкретные механизмы обратной связи могут усиливать изменения, вызывает опасения относительно будущего планеты. «Мы стали уделять больше внимания найденным и искомым величинам, — объясняет океанолог Илко Ролинг (Elco Rohling), профессор из Саутгемптонского университета в Англии. — Мы можем не знать всех возможных схем обратной связи, но уже произошедшие изменения показывают, что эти механизмы существуют». К тому времени, когда ученые выявят эти неизвестные механизмы, будет уже поздно что-либо предпринять, предупреждает метеоролог Мартин Мэннинг (Martin Manning) из Университета Виктории в Веллингтоне, Новая Зеландия, и представитель Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК): «Темп изменений в нашем веке таков, что мы даже не можем ждать, когда наука сумеет нам помочь».

Жаркое прошлое предполагает жаркое будущее

Более глубокое понимание далекого прошлого — одна из важных причин беспокойства ученых по поводу возможности быстрого изменения климата. В 1980-х гг. изучение ледовых кернов привело к ошеломившему ученых открытию, что быстрые и серьезные изменения температуры происходили на Земле не раз.

С тех пор ученые составили детальную картину трансформаций, происходивших в течение последних 800 тыс. лет. Как отмечает Хансен в своем новом анализе, между температурой, содержанием CO_2 в атмосфере и уровнем океана существует очень тесная корреляция: они повышаются и снижаются почти синхронно. Но эта корреляция не доказывает, что причиной потепления становится повышение содержания углекислого газа. Однако новые исследования группы Джереми Шакуна (Jeremy Shakun) из Гарвардского университета свидетельствуют именно об этом, показывая, что в конце последнего ледникового периода скачок содержания CO_2 предшествовал повышению температуры. В недавней статье, опубликованной в журнале *Nature*, авторы пришли к выводу, что «за большую часть изменений температуры отвечает потепление, вызванное повышением содержания CO_2 в атмосфере».

Некоторые изменения в прошлом были невероятно быстрыми. Изучение донных осадков Красного моря Илко Ролингом показало, что во время последнего периода потепления между двумя оледенениями, около 250 тыс. лет назад, уровень моря повышался и падал на величину до 2 м в пределах 100 лет. «Это нелегко быстро», — считает Ролинг. Его анализ показывает, что уровень океана был на 6 м выше сегодняшнего — при почти таком же климате. «Это нельзя считать свидетельством будущих изменений, но на это стоит обратить внимание», — указывает географ Ричард Алли (Richard Alley), профессор Университета штата Пенсильвания.

Удивляет и то, как мало дополнительной энергии требовалось для запуска тех давних изменений. Например, 55 млн лет назад Арктика была субтропическим раем с благодатной средней температурой около $23^\circ C$, а в Гренландии водились крокодилы. Тропики же могли быть слишком жаркими для существования большинства форм жизни. Этот жаркий период, названный палеоцено-эоценовым термальным максимумом (PETM), был вызван предшествующим ему повышением температуры планеты, которая уже была выше



**Обратная связь,
которая больше всего
пугает ученых, —
это потеря льда,
покрывающего более
темные поверхности
суши и морей, которые
поглощают солнечное
тепло, усиливая
таяние льда, что
ведет к еще большему
потеплению**



БЫСТРЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ. Механизмы обратной связи, которые могут ускорять глобальное потепление: отступление ледников, в частности ледника Трифт в Швейцарских Альпах, отступившего на 3 км (левый снимок); таяние вечной мерзлоты, как в центральной части Исландии (средний снимок); таяние льдов со стоком талой воды в море, как на норвежском Шпицбергене (правый снимок)

сегодняшней, всего примерно на 2°C . Это повышение температуры могло вызвать интенсивное выделение метана и двуокиси углерода, приведшее в свою очередь к потеплению и дальнейшему выделению парниковых газов. Конечный результат — миллионы лет с эффектом теплицы на Земле (см.: Камп Л. *Последнее великое глобальное потепление* // ВМН, № 9, 2011).

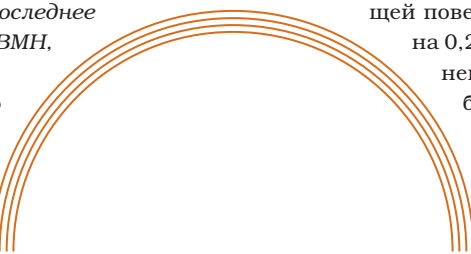
За последние 100 лет человечество вызвало повышение температуры на Земле более чем на $0,8^{\circ}\text{C}$. И мы выделяем парниковые газы в атмосферу в десять раз интенсивнее, чем это происходило во времена *РЕТМ*, создавая мощную движущую силу. «Если мы будем сжигать углерод еще 100 лет, мы создадим такой же скачок потепления», — говорит специалист по наукам о Земле и атмосфере Мэтью Хьюбер (Matthew Huber), профессор из Университета Пердью.

Кроме того, мы воздействуем на климат сильнее, чем известные факторы, вызывавшие ледниковые периоды. Еще почти 100 лет назад сербский астроном Милутин Миланкович (Milutin Milanković) отметил, что наступление и отступление оледенений можно связать с небольшими

изменениями орбиты и наклона Земли. За десятки тысяч лет орбита Земли под действием меняющегося притяжения других планет изменилась от почти круговой до умеренно эллиптической, что привело к изменению потока солнечной радиации, нагревающей

поверхность Земли в среднем примерно на $0,25\text{ Вт/м}^2$, говорит Хансен. Это изменение очень мало. Чтобы вызвать наблюдаемые изменения климата, оно должно было быть усилено ответными реакциями, в частности изменениями ледового покрова морей и эмиссии парниковых газов. Во время прошлых потеплений «обратные связи просто следовали одни за другими», говорит географ Юэн Нисбет (Euan Nisbet), профессор лондонского Университета Ройал Холлоуэй.

Воздействие антропогенных парниковых газов на климат гораздо больше, оно составляет 3 Вт/м^2 и продолжает расти. Будут ли изменения климата в 12 раз быстрее? Могут и не быть. «Мы не вправе перенести прошлые изменения на будущее, — говорит Ролинг. — Что мы выяснили, так это действующие механизмы, как они запускаются и насколько тяжелые бедствия могут принести».



Раньше ученые полагали, что мощность слоя органических веществ в вечной мерзлоте тундры составляет не больше метра. Как показали новые исследования, оценка была ошибочной



Тревожные обратные связи

Самый быстрый из выявленных учеными механизмов обратной связи касается морских течений, переносящих тепло по всему миру. Если в северные моря поступит большое количество пресной воды (например, из-за таяния льдов или увеличения объема атмосферных осадков), то теплые течения могут замедлиться или даже остановиться, нарушив механизм, который приводит в действие всю глобальную систему океанских течений. Гренландия может превратиться из царства холода в теплый край всего лет за десять. «Исследования льдов Гренландии показали, что такие изменения могут происходить исключительно быстро — всего за десять лет», — говорит старший научный сотрудник Лаборатории исследования земных систем NOAA Питер Танс (Pieter Tans).

Когда в начале 2000-х гг. поняли механизм воздействия пресной воды, «многие из нас всерьез занервничали», вспоминает Ричард Алли. Однако более детальное моделирование показало, что, «хотя добавление пресной воды — вещь тревожная, темп ее добавления пока далеко не достаточен» для фундаментального изменения климата Земли, говорит он.

Более близкая тревожная обратная связь, уже начавшая проявляться, связана с таянием вечной мерзлоты. Раньше ученые полагали, что мощность слоя органических веществ в вечной мерзлоте тундры составляет не больше метра, а для прогрева его до распространения процесса таяния на значительную глубину потребуется долгое время. Как показали новые исследования, оценка была ошибочной. «Очень многие из задокументированных свидетельств оказались неожиданными», — говорит биолог Тед Шуур (Ted Schuur) из Флоридского университета.

Первой неожиданностью стало то, что органический углерод присутствует на глубинах до 3 м, следовательно,

в мире его гораздо больше. Кроме того, в Сибири есть множество едом — огромных возвышенностей, богатых органическими веществами вечномёрзлого лесса, принесенного ветрами из Китая и Монголии. Эти хранилища содержат сотни миллиардов тонн углерода — примерно вдвое больше его количества в сегодняшней атмосфере», указывает Шуур. Или, как говорит «охотник за метаном» Джо фон Фишер (Joe von Fischer) из Университета штата Колорадо, «этот углерод — одна из мин замедленного действия». Усиленное таяние позволяет большому количеству микробов питаться органическим углеродом, перерабатывая его в CO_2 и метан, что ведет к повышению температуры и дальнейшему усилению таяния.

Мина может сработать раньше положенного срока. Талая вода на поверхности вечной мерзлоты часто образует мелкие озера. Кэти Уолтер Энтони (Katey Walter Anthony) из Университета штата Аляска в Фэрбенксе зафиксировала выделение пузырьков метана со дна таких озер. Многие ученые обнаружили также, что вечная мерзлота может растрескиваться, образуя термокарстовые мини-каньоны. В результате этого на воздух высвобождается гораздо большая площадь поверхности, ускоряя таяние и выделение парниковых газов. А недавние экспедиции у берегов Шпицбергена, Норвегии и Сибири выявили струи метана, поднимающиеся с океанского дна на мелководьях.

Если экстраполировать объемы этих выделений газа на более широкие области, цифры могут оказаться достаточно большими для того, чтобы дать толчок изменениям климата. Однако измерения по всему миру не всегда свидетельствуют о недавнем повышении содержания метана. Одной из причин этого может быть то, что «горячие точки» все еще имеют местное значение, говорит Владимир Романовский из Университета штата Аляска в Фэрбенксе, составляющий карту температур вечной

мерзлоты. Другой причиной может быть то, что ученые просто стали успешнее находить горячие точки, которые существовали издавна. Именно поэтому Эд Длугокенцкий утверждает: «Я не тревожусь по поводу быстрого изменения климата вследствие изменения содержания метана в атмосфере».

Другие не так уверены, особенно потому, что существует и другой потенциально большой источник метана — тропические болота. Если выпадение дождей в тропиках увеличится, что вполне вероятно при повышении температуры атмосферы, то площадь болот и их продуктивность возрастут, что увеличит анаэробное разложение и выделение метана. Расширение болот может высвободить столько же метана, сколько прогрев Арктики, а то и больше. Насколько серьезна сложившаяся ситуация? «Никто не знает, но лучше быть начеку», — предупреждает Юэн Нисбет.

Влияние льда

Обратная связь, которая больше всего беспокоит климатологов, — это убывание объемов льда в планетарном масштабе. Резкое сокращение площади льда в Северном Ледовитом океане в летние месяцы последних лет не было предсказано многими моделями климата. «Это большой провал моделирования», — заметил Нисбет. Сокращаются также ледники Гренландии и Антарктиды.

Чтобы понять происходящее, ученые картируют ледники Гренландии со спутников и путем наземных измерений и посылают зонды под шельфовые ледники Антарктиды, «обнаруживая вещи, никогда не наблюдавшиеся ранее», говорит старший научный сотрудник Национального центра исследований атмосферы Джерри Мил (Jerry Meehl).

В Гренландии гляциолог Сара Дас (Sarah Das) из Вудс-Холского океанографического института видела, как озеро талой воды внезапно стекло в трещину в 300-метровом слое льда. Поток был достаточно мощным, чтобы столкнуть массивный ледник с его скального ложа и ускорить его сползание в океан. В Антарктиде Тэд Пфеддер получил данные, указывающие, что скорость сползания огромных ледников Колумбии в море возросла с 1 до 15–20 м в сутки.

И в Антарктиде, и в Гренландии большие шельфовые ледники сокращаются — тревожное свидетельство

того, насколько они нестабильны. Потеплевшие океанские воды подтачивают их снизу, а потеплевший воздух вызывает образование трещин сверху. Шельфовые ледники играют роль упоров, удерживающих ледники, которые лежат на грунте морского дна, а также прибрежные ледники на суше от сползания в море под действием неумолимой силы тяжести. И если таяние плавающих льдов не повышает уровень океана, то таяние ледников, лежащих на дне, делает это. «Сегодня мы напряженно работаем над вопросом о том, может ли быть рост уровня океана существенно более быстрым, чем ожидалось», — говорит Алли.

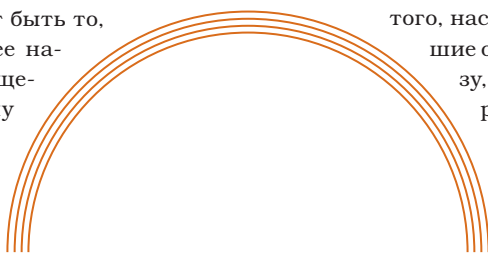
Таяние льдов пугает не только потому, что вызывает повышение уровня океана, но и потому, что запускает мощный механизм обратной связи. Лед отражает солнечную радиацию в мировое пространство. По мере его исчезновения гораздо более темная поверхность суши и морей станет поглощать больше излучения, ускоряя таяние. Это изменение альбедо (отражающей способности) способно объяснить, как могли быть усилены малые действующие силы, обнаруженные в далекие времена, говорит Джеймс Хансен. «И то же самое происходит сегодня», — отмечает он.

Сейчас лишь немногие ученые готовы пойти за Хансеном так далеко, чтобы признать возможность повышения уровня океана к 2100 г. на 5 м. «Но по-настоящему мы не знаем», — говорит Алли. — Я все еще полагаю, что повышение будет меньшим, но я категорически возражаю против того, чтобы кто-либо покупал имущество на побережье, основываясь на каких-либо моих выводах».

Лес для деревьев

Колебания климата в прошлом Земли ясно показывают, что если мы сегодня будем влиять на климат достаточно сильно, то обратные связи радикально изменят облик планеты. «Если мы сожжем весь доступный нам углерод, то почти наверняка получим потепление типа РЕТМ», — говорит Хьюбер. Возможно, это будет хорошо для крокодилов в Арктике, но не для человечества и большинства экосистем.

Однако что на деле не дает ученым спать по ночам, так это возможность того, что даже если эти конкретные обратные связи не несут человечеству угрозы



В Сибири потепление начало превращать обширные лиственничные леса в еловые и пихтовые. Лиственницы зимой сбрасывают хвою, позволяя солнечному излучению отражаться от снежного покрова, а ели и пихты не сбрасывают, поглощая солнечную энергию раньше, чем она достигнет снега

в ближайшем будущем, они могут запустить другие механизмы, несущие эту угрозу. Первым таким механизмом может стать водный, или круговорот воды в природе. Каждый год приносит новые свидетельства того, что изменение климата вызывает все более суровые погодные явления, в частности наводнения и засухи, радикально изменяя климат ряда регионов.

Проведенное недавно Рамсторфом исследование показало, что вследствие уже произошедшего потепления («глобального фактора», по его словам) волны аномальной жары наподобие поразившей Россию в 2010 г. стали в пять раз более вероятными. А новое исследование связывает небывало теплую зиму 2011–2012 гг. в США (и рекордные холода в Европе в ту же зиму) с уменьшением количества льда в Северном Ледовитом океане. Один из возможных механизмов этого состоит в том, что с падением количества льда усиливается прогревание арктических вод. Океан выделяет это избыточное тепло осенью, меняя градиенты давления в атмосфере, что вызывает большее отклонение морских течений, которые могут сохраняться более длительное время. Зимой такие отклонения могут согреть Северо-Восток США и поддерживать очень сильные морозы в Восточной Европе.

Еще более осложняет картину возможность экологических обратных связей. Так, более высокие температуры на западе США и Канады способствовали массовому размножению лубоеда горной сосны. Эти насекомые погубили деревья на сотнях тысяч гектаров, грозя превратить леса из поглотителей диоксида углерода (здоровые деревья поглощают CO_2) в его источники (вследствие разложения мертвых деревьев). Всплеск жары в 2007 г. создал условия для возникновения первого за 7 тыс. лет пожара в тундре Норт-Слоупа на Аляске, ускорив таяние вечной мерзлоты и усилив выделение углерода в этом регионе. В Сибири потепление начало превращать обширные лиственничные леса в еловые и пихтовые. Лиственницы зимой сбрасывают хвою, позволяя солнечному излучению отражаться от снежного покрова в мировое пространство, а ели и пихты не сбрасывают, поглощая солнечную энергию раньше, чем она достигнет снега, объясняет эколог Хэнк Шугарт (Hank Shugart) из Виргинского университета. По его оценке, одна только обратная связь изменений растительности может повысить температуру планеты на $1,5^\circ\text{C}$. «Мы играем с огнем», — предупреждает он.

По Нисбету, «кошмарный сценарий» начинается со всплеска выброса метана и очень жаркого лета, приведшего к обширным лесным пожарам, выделяющим CO_2 в атмосферу. Центральную Азию накрывает одеяло из дыма и смога, что ослабит муссоны, а это вызовет огромные потери урожая в Китае и Индии. Одновременно необычное повышение температуры обширного течения Эль-Ниньо вызовет засуху в Амазонии и Индонезии. Начнут гореть тропические леса и торфяники, выделяя еще больше углекислого газа и направляя климат к стремительному потеплению. «Это вполне реалистичный сценарий», — говорит Нисбет. — Мы, возможно, гораздо уязвимее, чем нам представляется».

Но насколько мощными могут стать различные цепи обратной связи? Модели климата, вполне пригодные для объяснения прошлого и настоящего, оказываются непригодными для предсказания будущего. «Люди могут представить себе эти резкие изменения лучше, чем модели», — говорит Шуур. Даже если планета находится сегодня в переломной точке, мы можем не осознавать этого.

Печальный вывод касательно политики в отношении климата состоит в том, что наука пока не может получить определенных ответов. «Мы видим направление, но не знаем темпа», — говорит Мэннинг. Однако неопределенность не оправдывает бездействия, говорят ученые. Напротив, эта проблематичность обостряет необходимость немедленных всемирных усилий по уменьшению выбросов парниковых газов, поскольку она показывает, как велики на деле риски быстрых изменений климата. «Сегодня мы фактически проводим эксперимент, сравнимый в геологическом масштабе с крупнейшими событиями прошлого, поэтому должны ожидать, что наши действия будут иметь последствия, подобные тем, которые были в прошлом», — отмечает Юэн Нисбет.

Именно поэтому Джеймс Хансен, глядя на своих внуков, не может не предпринимать активных действий во имя их блага. «Было бы безнравственно оставить это молодое поколение в системе климата, стремительно выходящего из-под контроля», — говорит он. ■

Перевод: И.Е. Сацевич

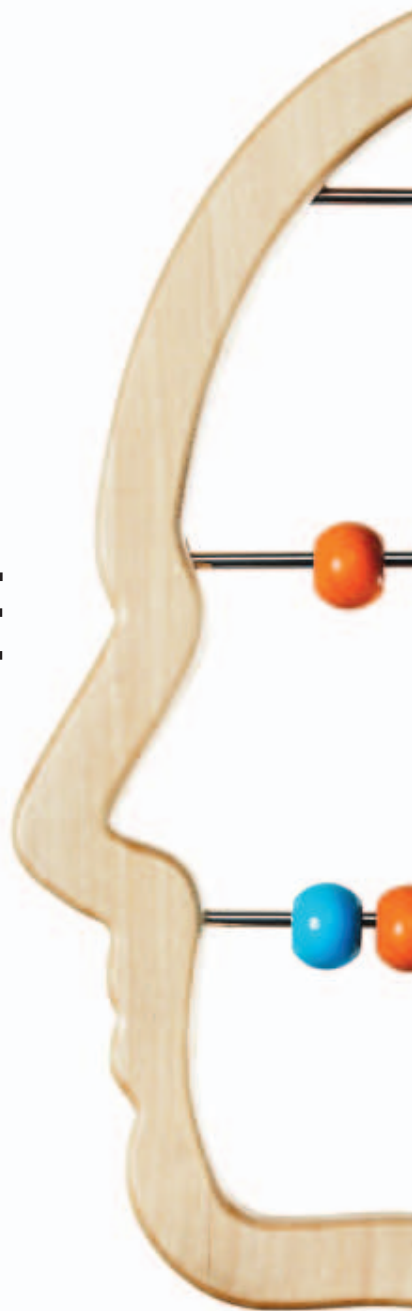
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Abrupt Climate Change. U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. U.S. Geological Survey, December 2008. <http://downloads.climate-science.gov/sap/sap3-4-final-report-all/pdf>
- Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2012. http://ipcc-wg2.gov/SPEX/images/uploads/SPEX-All_FINAL.pdf
- Paleoclimate Implication for Human-Made Climate change. James E. Hansen and Makiko Sato in Climate Change: Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects. Edited by André Berger et al. Springer, 2012.
- Видео Кэти Уолтер Энтони из Университета штата Аляска в Фэрбенксе о возгорании метана из тающей вечной мерзлоты: www.youtube.com/watch?v=YegdEOSQotE
- Слайд-шоу, показывающее механизмы климатических обратных связей и экологических обратных связей, которые могут быть вызванными первыми, см. по адресу: Scientific.American.com/nov2012/climate-change

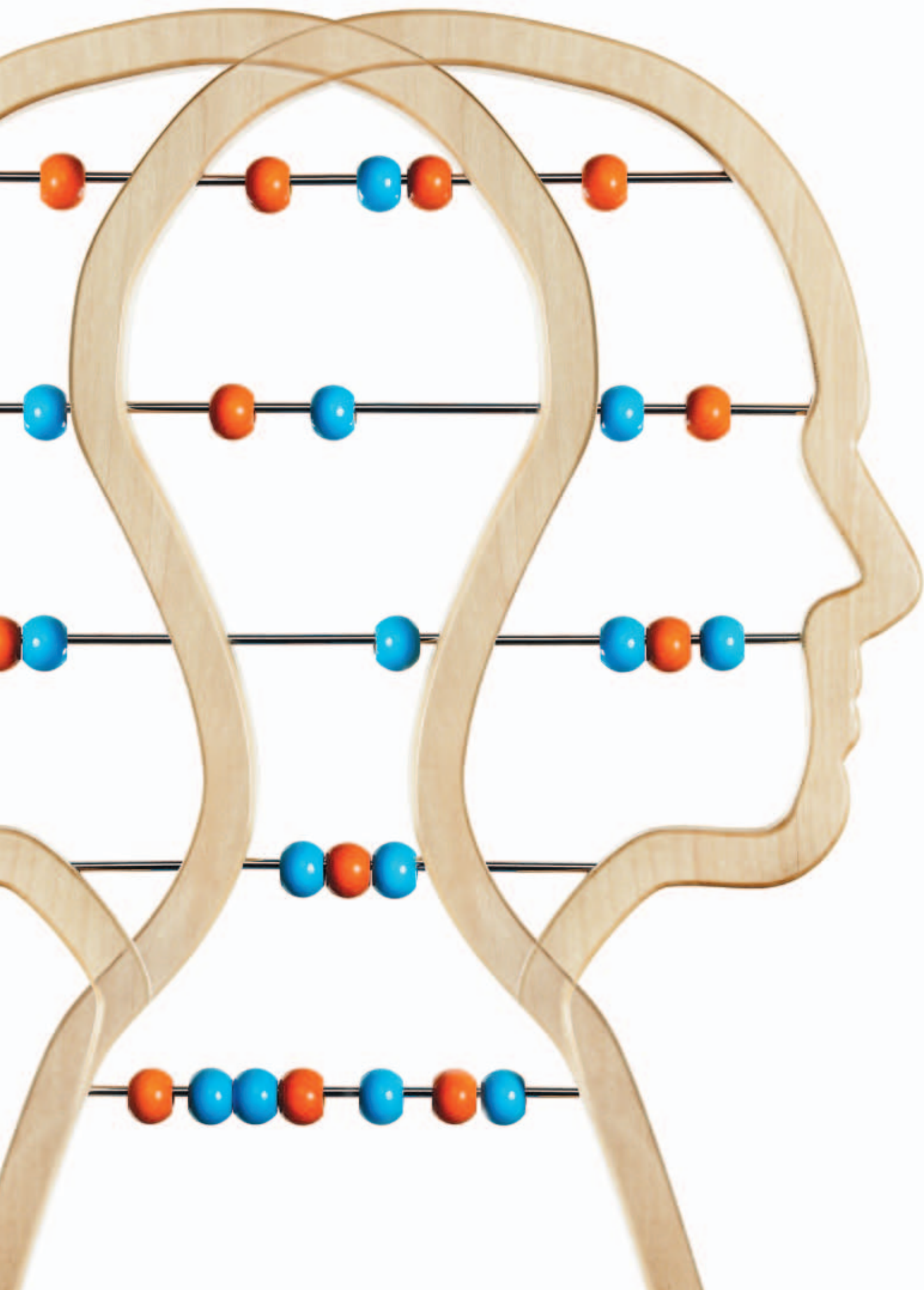
Саймон Барон-Козэн

АУТИЗМ И ТЕХНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ

*Дети ученых и инженеров,
возможно, наследуют гены,
которые наделяют их не только
склонностями к точным наукам,
но и предрасположенностью
к аутизму*



Photograph by Dan Saelinger



ОБ АВТОРЕ

Саймон Барон-Козн (Simon Baron-Cohen) — профессор психопатологии развития Кембриджского университета, директор Центра по исследованию аутизма. Автор книги «Принципиальное различие» (*The Essential Difference*, 2004).



В 1997 г. мы с коллегой Салли Уиллрайт (Sally Wheelwright) обследовали 2 тыс. английских семей. У половины из них хотя бы один ребенок страдал аутизмом — заболеванием, которое проявляется в нарушении социальных взаимоотношений, расстройстве речи, ритуальных и навязчивых действиях. У другой половины были дети с синдромом Туретта или Дауна либо поздним развитием речи, но не аутисты. Мы задавали родителям один простой вопрос: кем они работают? Многие матери занимались исключительно домашним хозяйством и в круг наших интересов не попадали, что же касается отцов, то здесь выявилась одна интересная деталь: 12,5% тех, чей ребенок страдал аутизмом, были инженерами или научными работниками — сравните с 5% отцов здоровых в психическом отношении детей.

Более того, 21,2% дедушек детей с аутизмом были технарями; для нормальных внуков этот процент составлял всего 2,5%. Картина была одинаковой для отцовской и материнской линий. У женщин — матерей больных аутизмом отцы с большей вероятностью занимались точными науками или были инженерами, и они сами чаще выходили замуж за мужчин, избравших подобную профессию.

Совпадение? Вряд ли.

Одно из возможных объяснений такой закономерности базируется на феномене ассортативного скрещивания, ситуации, когда частота спаривания между конкретными особями выше вероятностной («половые предпочтения»). Впервые я услышал об этом в 1978 г., когда был студентом Оксфордского университета. Преподавательница по статистике поведала мне (возможно, для того чтобы предмет показался менее сухим), что сексуальные пары образуются не случайным образом. Я попросил рассказать подробнее, и она привела такой пример: высокие люди чаще вступают в интимные отношения с теми, кто ростом выше среднего, а низкорослые предпочитают таких же партнеров.

Рост — не единственный признак, по которому идет отбор, и тому есть множество примеров. Сегодня, более 30 лет спустя, мы с коллегами проверяем, может ли ассортативное скрещивание объяснить причину возникновения аутизма в популяции в целом. Когда люди с техническим складом ума — инженеры, ученые, программисты, математики — выбирают в спутники жизни собратьев по роду занятий и когда по тому же пути идут их дети, не передают ли они потомкам сцепленные группы генов, которые определяют наличие у них не только повышенных когнитивных способностей, но и склонности к аутизму?

Прирожденные систематики

Я заинтересовался проблемой аутизма в 1980-х гг. К тому времени психогенная теория данного заболевания, согласно которой в развитии детского аутизма виновата эмоциональная заторможенность матери, была отвергнута. Майкл Раттер (Michael Rutter), работающий сейчас в Королевском колледже в Лондоне, а также другие исследователи занялись изучением проблемы аутизма на идентичных близнецах и показали, что этот признак наследуется с высокой вероятностью. Основной виновник страданий — генетика, а не родители.

На сегодня установлено, что у идентичного близнеца индивида с проявлениями аутизма такая патология встречается в 70 раз чаще, чем у тех, кто не связан родственными узами. Несмотря на то что уже установлена корреляция между наличием специфических генов и склонностью к аутизму, никто так и не идентифицировал группу генов, однозначно определяющих развитие этой патологии. Генетика аутизма гораздо сложнее. Мне же очень хочется понять, почему гены аутизма столь «живучи». Казалось бы, их обладатели с трудом завязывают какие-либо отношения с людьми, и вероятность появления у них детей, а следовательно, вероятность передачи генов аутизма крайне мала.

! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Кремниевая долина в США и другие места массового проживания людей, занимающихся наукой, отличается еще и тем, что среди их жителей необычно много страдающих аутизмом. Не исключено, что эта особенность есть следствие сцепления генов аутизма и генов, детерминирующих склонность к научному творчеству.
- В семьях, где наукой занимаются оба родителя, дети получают как гены аутизма, так и гены высоких когнитивных способностей в двойной дозе.
- В развитии обоих признаков может играть роль повышенный уровень тестостерона в период внутриутробного развития.

Возможно, эти гены сохраняются в череде поколений потому, что они наследуются совместно с генами, которые детерминируют повышенные когнитивные способности, свойственные и больным аутизмом, и людям с техническим складом ума (наиболее ярких их представителей иногда называют «чокнутыми»). Некоторые из таких чудаков могут быть носителями генов аутизма. В повседневной жизни никаких серьезных признаков аутизма у них не наблюдается, но когда они сочетаются браком с таким же странными на первый взгляд людьми, их дети получают двойную дозу генов аутизма. Возможно, за распространение этих генов как раз и отвечает асортативное скрещивание.

Поскольку слово «чокнутый» — отнюдь не научный термин и к тому же может кому-то показаться обидным, я решил дать более точное определение людям с повышенными когнитивными способностями, свойственными как представителям точных наук, так и аутистам. В начале 2000-х гг. мы с Уиллрайт обследовали 100 семей, в которых аутизмом страдает хотя бы один ребенок,

Возможно, гены, причастные к аутизму, частично перекрываются с генами, определяющими уникальную способность проникать в глубь вещей и видеть закономерности в мире природы, в науке, технике, музыке

и задали родителям другой вопрос: какие навязчивые идеи мучают их детей? Спектр ответов был широк: от запоминания расписаний поездов, заучивания названий вещей, относящихся к той или иной категории (динозавров, автомобилей, грибов и т.д.), до установки всех ключателей в доме в одно положение.

На первый взгляд между такими действиями мало общего, но все они подразумевают одно — систематизацию. Я рассматриваю систематизацию как предпосылку анализа или создания какой-то системы — механической (скажем, автомобиля или компьютера), природной (например, пищевые цепи), абстрактной (в математике). Систематизация не ограничивается такими сферами, как техника или наука. Есть системы социальные, бизнес-системы, системы в области искусства и т.д. Систематизируя что-то, мы руководствуемся правилами поведения системы или вырабатываем их, т.е. можем объяснить, как она работает. Непреодолимое стремление все упорядочить объясняет, почему аутисты любят многократно повторять какие-то действия и сопротивляются неожиданным переменам.

В сотрудничестве все с той же Уиллрайт, которая работает теперь в Саутгемптонском университете в Англии, мы придумали тест на наличие связи между склонностью к систематизации и аутизмом. Обнаружилось, что дети с синдромом Аспергера (одной из разновидностей аутизма, называемой высокофункциональной), которые отличаются более поздней социализацией, но высоким IQ, узостью, но глубиной интересов, нестандартностью мышления, — к тому же склонны к систематизации, как по собственной оценке, так и по отзывам родителей, и проявляют повышенный интерес к деталям. Последнее — необходимая предпосылка систематизации и очень важно, когда вы пытаетесь понять закономерность устройства системы. Тестирование родителей таких детей показало, что подобными особенностями обладают и они.

В 1998 г. мы с Уиллрайт обнаружили, что среди студентов естественнонаучных факультетов Кембриджского университета в девять раз больше тех, у кого отмечаются формальные признаки аутизма, в том числе и синдрома Аспергера, чем среди студентов-гуманитариев. Доля последних не превышает 0,2%, что почти не отличается от среднепопуляционного показателя, доля первых — 1,8%. Для их братьев и сестер этот показатель в пять раз превышает соответствующую величину для братьев и сестер гуманитариев.

Для качественной оценки признаков аутизма среди членов популяции в целом мы разработали метрический тест *Autism Spectrum Quotient (AQ)*. Он включает 50 позиций — по одной на каждый признак. Нулевой показатель не продемонстрировал ни один из участников обследования. В среднем для обычных мужчин мы получили соотношение 17:50, а для женщин — 15:50. Для больных аутизмом такое соотношение как правило составляет 32:50. Мы предложили пройти AQ-тест победителям математических олимпиад в Англии. Их показатель в среднем составил 21:50. Можно предположить, что наличие математических способностей коррелирует с более высоким числом признаков аутизма.

Феномен Кремниевой долины

Для того чтобы проверить справедливость теории асортативного спаривания для предмета наших исследований, нужно было сравнить пары, в которых оба супруга отличались склонностью к систематизации, с парами, в которых такой особенностью обладал только один из супругов или вообще никто. У первых частота рождения ребенка с аутизмом должна быть выше, чем у вторых. Мы создали сайт в Интернете, на который родители могут послать свои данные о том, где они учатся и по какой специальности, кем работают, чем увлекаются — а также сообщить, есть ли в их семье ребенок, страдающий аутизмом.

Параллельно мы решили зайти с другого конца. Если гены, определяющие способность к точным наукам, сцеплены с генами аутизма, то эта патология должна чаще встречаться там, где концентрированно живут, работают и создают семьи такие люди, например в Кремниевой

долине в США. По некоторым данным, процент детей, страдающих аутизмом, там в десять раз выше, чем в среднем по популяции.

Подобного рода исследования провели местные клиницисты в Бангалоре, аналоге Кремниевой долины в Индии. Частота аутизма превысила среднепопуляционную в те же десять раз. К сожалению, ни здесь, ни в США исследования не имели систематического характера, так что полного доверия к ним нет.

Зато всем необходимым требованиям удовлетворяли исследования, которые провели мы с коллегами в Эйндховене, Кремниевой долине Голландии. С 1891 г. основным работодателем здесь выступает фирма *Royal Philips Electronics*; в этом же городе расположен один из филиалов *IBM*. Неудивительно, что 30% жителей работают в научно-техническом секторе экономики. Кроме того, в Эйндховене есть Технологический институт и Хайтек-кампус, голландский эквивалент Массачусетского технологического института. В 2010 г. мы оценили частоту аутизма в этом регионе и в двух других сходных по численности населения голландских городах, Утрехте и Харлеме, опросив учеников всех школ в каждом из этих городов. Всего было опрошено 62 505 детей из 369 школ. Обнаружилось, что процент детей-аутистов в Эйндховене почти втрое выше (229 на 10 тыс.), чем в Харлеме (84 на 10 тыс.) или Утрехте (57 на 10 тыс.).

Мужской ум

Параллельно всем этим исследованиям мы предприняли попытку выяснить, почему аутизм встречается у мальчиков гораздо чаще, чем у девочек. Для «классического» аутизма такое соотношение составляет 4:1, для синдрома Аспергера — 9:1.

Аналогичным образом склонность к систематизации мужчины проявляют гораздо чаще, чем женщины. В детстве мальчики интересуются техникой (например, игрушечными машинками) и такими конструкторами, как *Lego*, больше девочек. Кроме того, мужчин гораздо больше в таких сферах деятельности, как наука и техника, чем в ориентированных на человека клинической психологии или медицине. Мы проверили, коррелируют ли ярко выраженная склонность к систематизации и другие признаки аутизма с повышенным уровнем тестостерона у плода — давно известно, что этот гормон играет роль в «маскулинизации» развивающегося мозга у животных. Человеческий плод мужского пола вырабатывает по крайней мере вдвое больше тестостерона, чем женского.

Для проверки этой идеи мы с Бонни Ауйонг (Bonnie AuYeung) из Центра по изучению аутизма в Кембридже организовали обследование 235 беременных женщин. У них взяли околоплодную жидкость и определили содержание в ней тестостерона. Обнаружилось, что чем больше этого гормона в матке, тем более выражена у подросшего ребенка склонность к систематизации, тем более он внимателен к деталям и тем больше проявляет признаков аутизма. Теперь английские и голландские ученые, объединив усилия, пытаются решить обратную

задачу: проверить, находились ли дети с явными признаками аутизма в условиях повышенного уровня тестостерона в период внутриутробного развития.

Если фетальный тестостерон действительно причастен к развитию аутизма, то женщинам с таким диагнозом должны быть присущи мужские черты, выраженные в большей или меньшей степени. На это имеются кое-какие указания. Девочек больше интересуют игрушечные машинки, чем куклы. У женщин и их матерей чаще, чем в среднем по популяции, диагностируется синдром поликистоза яичников, связанный с избытком тестостерона и сопровождающийся нарушением менструального цикла. У девочек-подростков позже наступает половое созревание и наблюдается избыточное оволосение.

Но пренатальный тестостерон, если и имеет отношение к делу, действует не сам по себе. Он влияет на уровень экспрессии генов и взаимодействует с другими веществами. Аналогично связь между склонностью к систематизации и аутизмом, если она найдет подтверждение, вряд ли прояснит всю сложность генетики данного заболевания. По крайней мере, мы вовсе не считаем, что люди с техническим складом ума непременно несут гены аутизма.

Ответив на вопрос, почему в одних популяциях больных аутизмом больше, чем в других, и сцеплены ли гены аутизма с генами, детерминирующими способности, скажем, к математике, мы сможем понять, почему мозг человека в своем развитии иногда отклоняется от обычного пути. Люди, страдающие аутизмом, чей способ мышления отличается от привычного, часто бывают беспомощными в одном и исключительно одаренными в другом. Возможно, гены, причастные к аутизму, частично перекрываются с генами, определяющими уникальную способность проникать в глубь вещей и видеть закономерности в мире природы, в науке, технике, музыке. ■

Перевод: Н.Н. Шафрановская

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- The Essential Difference: The Truth about the Male and Female Brain. Simon Baron-Cohen. Basic Books, 2004.
- Sex Differences in the Brain: Implications for Explaining Autism. Simon Baron-Cohen et al. in *Science*, Vol. 310, pages 819–823; November 4, 2005.
- Autism and Asperger Syndrome: The Facts. Simon Baron-Cohen. Oxford University Press, 2008.
- Why Are Autism Spectrum Conditions More Prevalent in Males? Simon Baron-Cohen et al. in *PLoS Biology*, Vol. 9, No. 6, Article No. e1001081; June 14, 2011.



Читайте в следующем номере:



Идеи, меняющие мир

Искусственная альтернатива ДНК, масло, легко очищающее воду, раннее предупреждение болезни Альцгеймера, полное неинвазивное секвенирование генома плода, импланты, работающие на глюкозе, содержащейся в нашей крови, электронные тату и другие удивительные изобретения лучших умов современности.

Неквантовая квантовость

Вопреки принятому утверждению квантовой механики физический мир все-таки может оказаться континуальным — более «аналоговым», нежели «цифровым».

Четыре звездные ночи

Несмотря на то что астрономы знают многое о структуре Млечного Пути, его происхождение и развитие до сих пор остаются загадкой. Как и где найти ключи к эволюции нашей Галактики?

Зима тревоги нашей

Грядущая зима в Европе и США обещает оказаться гораздо более суровой, чем было раньше. Узнайте, почему.

Вырасти свой глаз

Биологам удалось заставить клетки сформировать сетчатку глаза вне тела человека; фактически это шаг к тому, чтобы начать выращивать органы для трансплантации.

Дело о гибнущих дагеротипах

Бесценные снимки времен первых дней фотографии разрушались на глазах у посетителей выставки, и для их спасения была создана весьма необычная группа.

Кевин Даттон

МУДРОСТЬ ПСИХОПАТОВ

*У психопатов можно многому поучиться:
часто приписываемые им личные качества и интеллект
гарантируют успех в жизни*

Качества, свойственные психопатам-убийцам, часто встречаются также у политиков и мировых лидеров. Сильно завышенная самооценка, дар убеждения, необыкновенное обаяние, отсутствие чувства жалости и сострадания, готовность манипулировать другими — все эти черты позволяют людям делать то, что им нравится и когда нравится, не переживая по поводу социальных, моральных или уголовных последствий их действий.

Представьте, что вам повезло родиться под счастливой звездой: вам досталась способность влиять на человеческий разум так же, как луна влияет на морские приливы, и вы приказали бы уничтожить 100 тыс. курдов. Когда же вас повели на казнь, вы настолько ярко продемонстрировали отсутствие раскаяния, что даже злейшие враги почувствовали странное подобие уважения к вам.

«Не бойтесь, доктор, — сказал Саддам Хуссейн за несколько минут до казни. — Я все делал для людей».

Если бы вам достались жестокость и хитрость Роберта Модсли (Robert Maudsley), реального человека — прототипа Ганнибала Лектора, вы вполне могли бы держать человека в заложниках, а затем размозжить ему череп и равнодушно снимать пробу чайной ложкой, как будто перед вами яйцо всмятку. (Последние 30 лет Модсли провел в камере одиночного заключения в специальной пуленепробиваемой клетке в подвалах английской тюрьмы.)

Или если бы вы были блестящим нейрохирургом, безжалостно хладнокровным, способным сохранять концентрацию в любой ситуации, вы вполне могли бы стать тем, кого я назову доктором Джерати. Вам стоит попробовать себя в иной роли: работа на переднем крае медицины XXI в., где риски растут со скоростью 160 км/ч и часто нет времени на размышление. «Я не чувствую

сострадания к пациентам, которых оперирую, — признался мне доктор. — Это та роскошь, которой я не могу себе позволить. В операционной я будто перерождаюсь: превращаюсь в холодную бессердечную машину, единое целое со скальпелем, сверлом и пилой. Когда вы надрезаете плоть и обманываете смерть в масштабах за рамками понимания человеческого разума, чувствам нет места. Эмоции — это энтропия. Они создают помехи делу. Я боролся с ними годами вплоть до полного истребления».

Джерати — один из лучших нейрохирургов Великобритании. Поэтому, с одной стороны, от его слов бегут мурашки по телу, с другой — они в высшей степени резонны. В глубинах нашего разума психопат предстает как одинокий, неуловимый и безжалостный хищник, воплощение притягательной и непредсказуемой поступи смерти. Стоит произнести само это слово, как из глубин нашего подсознания всплывают и встают перед глазами образы серийных убийц, насильников, безумцев, террористов.

Но что если я предложу вам немного другую картину? Что если я скажу вам, что человек, совершивший поджог вашего дома, мог бы в параллельной вселенной бесстрашно броситься в горящее здание, под своды охвативших огнем перекрытий, чтобы разыскать и спасти близких? Что если парень с ножом на последнем ряду кинотеатра годы спустя может оказаться посреди анатомического театра с совершенно иным лезвием в руках?

В подобные слова крайне сложно поверить. Но они правдивы. Психопаты бесстрашны, самоуверенны, привлекательны, безжалостны и целеустремленны. Несмотря на распространенные представления, они не всегда вспыльчивы. Бесполезно пытаться определить, психопат вы или нет. Не существует деления на психопатов и нормальных людей, вместо него наблюдается сложная



Illustration by Tim Bower

картина, немного похожая на различные зоны подземки или карту районов мегаполиса. Каждый из нас занимает свое место в широком спектре психопатий, и лишь меньшинство живут в самом центре.

Можно представить каждую черту психопата как канал на пульте звукорежиссера. Если все ручки отвернуть на максимум, то у вас получится нечто непригодное для прослушивания. Но если пульт аккуратно настроить, что-то усилить, что-то ослабить, например подкрутить бесстрашие, целеустремленность, недостаток эмпатии и вязкость мышления, то вы вполне можете получить гениального хирурга, превосходящего всех своих коллег.

Безусловно, хирургия — это лишь одна из областей, в которых «talанты» психопата дают их обладателю преимущество. Есть и другие. Некоторые исследования утверждают, что психопаты особенно хорошо распознают уязвимость человека. Эта способность может быть полезна для общества. В 2009 г., чтобы проверить это утверждение, я решил провести собственное исследование.

Инсайт настиг меня, когда я встречал друга в аэропорту. Мы оба немного нервничали, проходя досмотр. И я задумался. Ведь мы оба точно были ни в чем не виноваты. Как бы мы себя чувствовали, если бы на самом деле хотели что-нибудь скрыть? И что если бы у охраны была возможность заметить наши чувства?

Чтобы выяснить это, я решил провести эксперимент. В нем приняли участие 30 студентов. Половина из них имели высокие оценки по шкале самооценки психопатии (SRPS), а остальные — низкие. Каждый из испытуемых наблюдал, как человек проходит через комнату по слегка приподнятому подиуму. В задаче был подвох. Испытуемые должны были определить, «виноват» человек или нет: кто из пяти прошедших мимо них людей скрывал алый платок?

Чтобы добавить драматизма в ситуацию «виновных», мы давали каждому из участников с платком 100 фунтов. Если «присяжные» голосованием решали, что он виновен, то он должен был вернуть деньги. Если же ему удавалось скрыть, что платок у него, то он оставлял деньги себе. Подобная система вознаграждения стимулировала общую подозрительность.

Кто из студентов оказался наиболее наблюдательным «офицером службы безопасности»? Помог ли инстинкт хищника психопатам справиться с задачей лучше, чем их «нормальным коллегам»? Или же их нюх на уязвимость подводит в подобных ситуациях?

В группе студентов с высокими результатами по шкале самооценки психопатии 70% участников правильно выбрали человека, скрывавшего платок. К группе с низкой оценкой лишь 30% справлялись с задачей правильно. Подобная настройка на слабость жертвы может войти в инструментарий серийного убийцы — но столь же успешно может помочь сотрудникам аэропорта.

Холодно? Горячо?

Джошуа Грин (Joshua Greene), психолог из Гарвардского университета, изучает то, каким образом психопаты разрешают моральные дилеммы. Ему удалось получить

ОБ АВТОРЕ

Кевин Даттон (Kevin Dutton) — психолог, сотрудник Исследовательского центра Каллева при Магдален-колледже Оксфордского университета.



интересные результаты, о которых я уже упоминал в моей книге «Переубедить за одно мгновение» (*Split-Second Persuasion*). Эмпатия может проявляться по-разному. И есть два основных ее вида: «горячая» и «холодная».

Представьте себе моральную задачу (случай 1), разработанную философом Филиппой Фут (Philippa Foot). Вагон несется по железной дороге под гору. На его пути застряли пять человек, которые никак не могут выбраться. К счастью, вы можете перевести стрелку и перенаправить вагон на другие пути. Но за все нужно платить. Тогда вагон врежется в тележку и убьет всего лишь одного человека, который в ней находится. Переведете ли вы стрелку?

Большинство из нас с легкостью принимают решение в подобной ситуации. Несмотря на то что последствия наших действий не обещают ничего хорошего (смерть одного человека вместо пяти), мы выбираем меньшее из двух зол, ведь так?

Давайте рассмотрим другой вариант этой же задачи (случай 2), предложенный философом Джудит Джарвис Томсон (Judith Jarvis Thomson). Как и ранее, неуправляемый вагон несется под гору по направлению к пяти жертвам. Но на этот раз вы стоите на мосту позади чрезвычайно крупного незнакомца. Единственный способ спасти пять человек в ловушке — это скинуть незнакомца на пути, в результате чего он разобьется насмерть, но его тело преградит путь вагону и позволит спасти пять жизней. Вопрос: толкнете ли вы его на пути?

Тут мы оказываемся перед «серьезным» выбором. Счет по количеству жизней ровно тот же, как и в первом примере (пять к одному). Но теперь мы более осторожны и напуганы. Почему?

Грин считает, что нашел ответ на этот вопрос. Разгадка кроется в различных зонах мозга.

Первый случай мы можем назвать безличной моральной дилеммой. Решение задачи предполагает работу префронтальной и заднетеменной коры нашего мозга (передней параингулярной коры, височной доли и верхневисочной борозды, если быть более точным). Эти структуры опираются на наш действительный опыт и осуществляют «холодную» эмпатию на основании умозаключений и рационального мышления.

Второй случай можно назвать личной моральной дилеммой, которая стучится в дверь эмоциональных центров нашего мозга, расположенных в миндалевидном теле, задействовав основу «горячей» эмпатии.

Как и большинство обычных людей, психопаты достаточно быстро решают дилемму из случая 1. Но в отличие от нормальных людей, они так же легко решают и задачу случая 2. Психопаты, глазом не моргнув, будут рады скинуть толстяка на железнодорожные пути.

Подобное различие в поведении четко отражается в работе мозга. При решении первой дилеммы паттерны нервной активности у психопатов и нормальных людей не отличаются, в отличие от ситуации, описанной в случае 2.

Представьте, что я сунул вас в функциональный магнитно-резонансный томограф и потребовал решить две моральные дилеммы. Что я увижу, пока вы будете блуждать по минным полям человеческой морали? Как только дилемма перейдет границу от безличной к личной, ваша миндалина и связанные с нею отделы мозга, например орбитофронтальная кора, вспыхнут как игровой автомат, как будто в этот момент эмоция заняла правильный слот в игре и вы взяли джек-пот.

Но у психопата я не увижу ничего, кроме темноты. Казино мозга хищника заброшено и безлюдно. Переход от безличной к личной моральной дилемме пройдет без заметных изменений.

Психопатический микс

Даже если мы говорим о профессии, в которой на первый взгляд только и нужно, что доставить продукты по адресу — и готово, все оказывается не так-то просто. Помимо навыков, которые строго необходимы, чтобы выполнять определенные обязанности в бизнесе, в юриспруденции или любой другой области, существует еще набор личностных черт, которые позволяют достигнуть выдающегося результата на том или ином поприще.

Чтобы выяснить, что позволяет людям занять лидирующие позиции в бизнесе, Белинда Борд (Belinda Board) и Катарина Фризон (Katarina Fritzon) провели в 2005 г. в Университете Суррея в Англии исследование. Они заинтересовались тем, какие именно черты личности отличают тех, кто стоит в очереди на вылет на самолете слева, а кому приходится толкаться справа?

Борд и Фризон обследовали три группы: бизнес-менеджеров, психиатрических пациентов и госпитализированных преступников (некоторые из них были психопатами, а некоторые имели другие психиатрические заболевания). Все они заполняли личностные психологические опросники. С их помощью ученые оценивали такие черты, как сверхъестественное обаяние, эгоцентричность, убедительность, недостаток эмпатии, независимость и целеустремленность.

Анализ показал, что у бизнесменов количество и уровень психопатических черт выше, чем у буйных преступников. Основные отличия этих групп проявились в антисоциальных аспектах синдрома. Если вернуться к аналогии, приведенной выше, то кто-то подкрутил у преступников ручку, управляющую нарушением закона, физическими проявлениями агрессии и импульсивностью.

Есть и другие исследования, говорящие в пользу метафоры звукоорежиссерского пульта. Дисфункциональная и функциональная психопатии отличаются не наличием психопатических черт как таковым, а уровнем проявления этих черт и их комбинацией. Мехмет Махмут (Mehmet Mahmut) и его коллеги из Университета

Маквари в Сиднее анализировали паттерны нарушений активности мозга у психопатов с криминальными эпизодами и их отсутствием. У обеих групп проявляются особые паттерны активности орбитофронтальной коры — ворот, через которые эмоции могут повлиять на процесс принятия решения. Мехмет Махмут и его коллеги показали, что различия активности мозга этих двух выборок скорее количественные, нежели качественные. А это, как утверждает Махмут, означает, что правильно рассматривать две обследованные группы не как две раздельные подгруппы, а как представителей единого психопатического континуума.

Однажды я задал своим студентам первого курса такой вопрос: «Если бы вы были сотрудником кадрового агентства, и к вам в поисках работы пришел человек, которого отличают безжалостность, бесстрашие, чрезвычайное обаяние, целеустремленность и аморальность, какую работу вы бы ему порекомендовали?»

Их ответы были более чем обнадеживающими. Генеральный директор, шпион, хирург, политик, военный... все они смогли разобраться в настройках пульта, не скатившись к серийному убийце, киллеру или грабителю банков.

«Сам по себе интеллект — это всего лишь изысканный способ убить время, — поделился со мной один управляющий компанией. — Люди никогда не признаются, что это скользкая дорожка в никуда. Путь к вершине тяжел. Но туда легче взобраться, если ты ставишь себя выше других — и если позволяешь им думать, что твое продвижение зачем-то им нужно».

Один из самых успешных игроков на венчурном рынке, Джон Мултон (Jon Moulton), мог бы с ним согласиться. В своем последнем интервью *Financial Times* он назвал три черты характера, которые он ценит выше всего: решительность, любознательность и нечувствительность.

С первыми двумя все ясно, но нечувствительность? «Она позволяет мне спать, когда другие не могут», — объяснил Мултон. ■

Перевод: Т.Н. Лапшина

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- What "Psychopath" Means. Scott O. Lilienfeld and Hal Arkowitz in *Scientific American Mind*, Vol. 18, No. 6, pages 80–81; December 2007/January 2008.
- Inside the Mind of a Psychopath. Kent A. Kiehl and Joshua W. Buckholtz in *Scientific American Mind*, Vol. 21, No. 4, pages 22–29; September/October 2010.
- How to Act Like a Psychopath without Really Trying [Excerpt]. John Whitfield. Опубликовано онлайн 9 декабря 2011 г. по адресу: www.ScientificAmerican.com/article.cfm?id=how-to-act-like-a-psychopath
- Прочитайте интервью с психопатом и оцените собственный уровень психопатии по адресу: ScientificAmerican.com/oct2012/psychopath

Майкл Паркс

КАК ДОЛГО МЫ

An underwater scene with clear blue water. On the left side, a vertical stream of bubbles rises from the bottom. In the bottom left corner, a green jellyfish is visible. The overall lighting is bright and natural, typical of an underwater environment.

МОЖЕМ

НЕ ДЫШАТЬ

Логично думать, что время, на которое человек может задержать дыхание, определяется потребностью мозга в кислороде. Да, но это далеко не весь рассказ о данной стороне нашей физиологии

ОБ АВТОРЕ

Майкл Паркс (Michael J. Parkes) — старший преподаватель в Школе спорта и спортивной физиологии при Бирмингемском университете в Англии.



Сделайте глубокий вдох и задержите дыхание. То, что происходит сейчас с вами, как ни удивительно, одна из самых загадочных сторон человеческой физиологии. Мы, люди, в среднем автоматически совершаем около 12 дыхательных движений в минуту, и этот дыхательный цикл наряду с сердечным циклом — самые жизненно важные биологические ритмы. Наш мозг подстраивает цепочку вдохов и выдохов под нужды всего организма без каких-либо сознательных усилий с нашей стороны. Тем не менее каждый из нас способен по желанию или силой воли задерживать дыхание на некоторое время. Эта способность дает нам некоторые преимущества: мы можем тем самым уберечь свои легкие от попадания воды или пыли, успокоить дыхание перед тем, как сделать физическое усилие, или же продлить нашу речь, не делая паузы между фразами. Задержка дыхания — настолько естественный процесс, который мы осуществляем как бы походя, что многие, вероятно, удивятся, узнав, что фундаментальные его основы все еще скрыты от науки.

(Да, совсем забыл: теперь вы можете выдохнуть, если до сих пор не сделали этого.)

Давайте рассмотрим один, казалось бы, совершенно очевидный момент: что определяет длительность задержки дыхания? Исследования этого вопроса обернулись немалыми сложностями для тех, кто им занимался. Хотя задерживать дыхание могут все млекопитающие, никто так и не нашел способа уговорить ни одно из лабораторных животных задержать дыхание более чем на несколько секунд. Следовательно, произвольная задержка дыхания может быть исследована только на людях. Однако если оставить мозг без кислорода на время длительного эксперимента, то быстро могут последовать потеря

сознания, повреждение мозга и смерть, что делает эксперименты в данной области, мягко говоря, неэтичными, хотя и потенциально информативными. Очевидно, что некоторые ключевые эксперименты прошлого уже никто не станет повторять сегодня, поскольку они могут угрожать безопасности людей, согласившихся стать субъектами подобных опытов.

Все же исследователи смогли нащупать ответы на некоторые вопросы из области задержки дыхания. Они не только проливают свет на различные особенности человеческой физиологии: открытия, совершенные в ходе подобных экспериментов, могут в конечном итоге послужить для спасения человеческих жизней как в медицине, так и в обеспечении правопорядка.

В чем суть проблемы?

В 1959 г. физиолог из университета при Школе медицины в Буффало Герман Ран (Hermann Rahn) использовал комбинацию необычных методов, чтобы задерживать дыхание на почти 14 минут. Это были и замедление метаболизма, и гипервентиляция легких, и наполнение легких чистым кислородом, и многое другое. Сходным образом в 1930-х гг. Эдвард Шнайдер (Edward Schneider), первопроходец в области описываемой проблемы (он работал в Военно-технической школе авиационной медицины в Митчел-Филде, штат Нью-Йорк, и позднее в Уэслианском университете), описал задержку дыхания у подопытного на 15 минут и 13 секунд в условиях, похожих на эксперименты Германа Рана.

И все же научные исследования, равно как и повседневный опыт, предполагают, что большинство из нас, даже набрав в грудь максимальное количество воздуха, не способны задержать дыхание более чем на минуту.

! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- От чего зависит длительность задержки дыхания тем или иным человеком? Людям обычно требуется сделать вдох задолго до того, как их мозг (или весь организм) лишится кислорода, хотя именно это и представляется наиболее естественным ограничением.
- Исследования по задержке дыхания всегда были трудны, но результаты десятилетий экспериментов позволяют предположить, что ключевую роль здесь играет диафрагма, мышцы которой сокращаются, расширяя легкие.
- Самая удачная гипотеза такова: диафрагма посылает в мозг сигналы о том, как долго она уже находится в сокращенном состоянии, как реагирует биохимически на понижающийся уровень кислорода и повышающийся уровень углекислого газа. Вначале эти сигналы воспринимаются лишь как дискомфорт, но в конечном счете мозг отказывается их терпеть и принуждает нас к возобновлению дыхания.

ЧТО СТАНОВИТСЯ ПУСКОВЫМ МЕХАНИЗМОМ ДЛЯ НОВОГО ВДОХА?

Возобновление дыхания наступает, когда для человека становится невозможным удержаться от глотка воздуха. Тренировки по задержке дыхания могут отдалить момент его возобновления, то же делают медитация, насыщение организма кислородом и очищение его от CO_2 . Но, тем не менее, выяснить, что именно определяет возобновление дыхания, до сих пор остается до обидного сложной задачей. И все же исследователям удалось отбросить ряд предположений, и теперь, кажется, появился свет в конце туннеля.

Отвергнутые гипотезы

Роль хеморецепторов, определяющих уровень газов в крови. Структуры, реагирующие на уровень кислорода в крови, известны только в сонных артериях человека; рецепторы, реагирующие на уровень углекислого газа, известны в тех же сонных артериях и, кроме того, в продолговатом мозге. Поскольку для процесса дыхания важны именно эти два газа, было логичным предполагать, что эти рецепторы и определяют момент следующего вдоха. Но это не так, т.е. если бы это было так, то критический уровень данных газов в крови делал бы прорыв дыхания неизбежным, однако эксперименты этого не подтвердили.

Механорецепторы, определяющие растяжение легких. Рецепторы, отслеживающие степень расширения легких и грудной клетки, также казались решающим фактором для достоверной гипотезы о механизме прорыва дыхания. Но эксперименты, где эти рецепторы были удалены или парализованы, показали отсутствие связи между их функциями и потребностью нового вдоха.

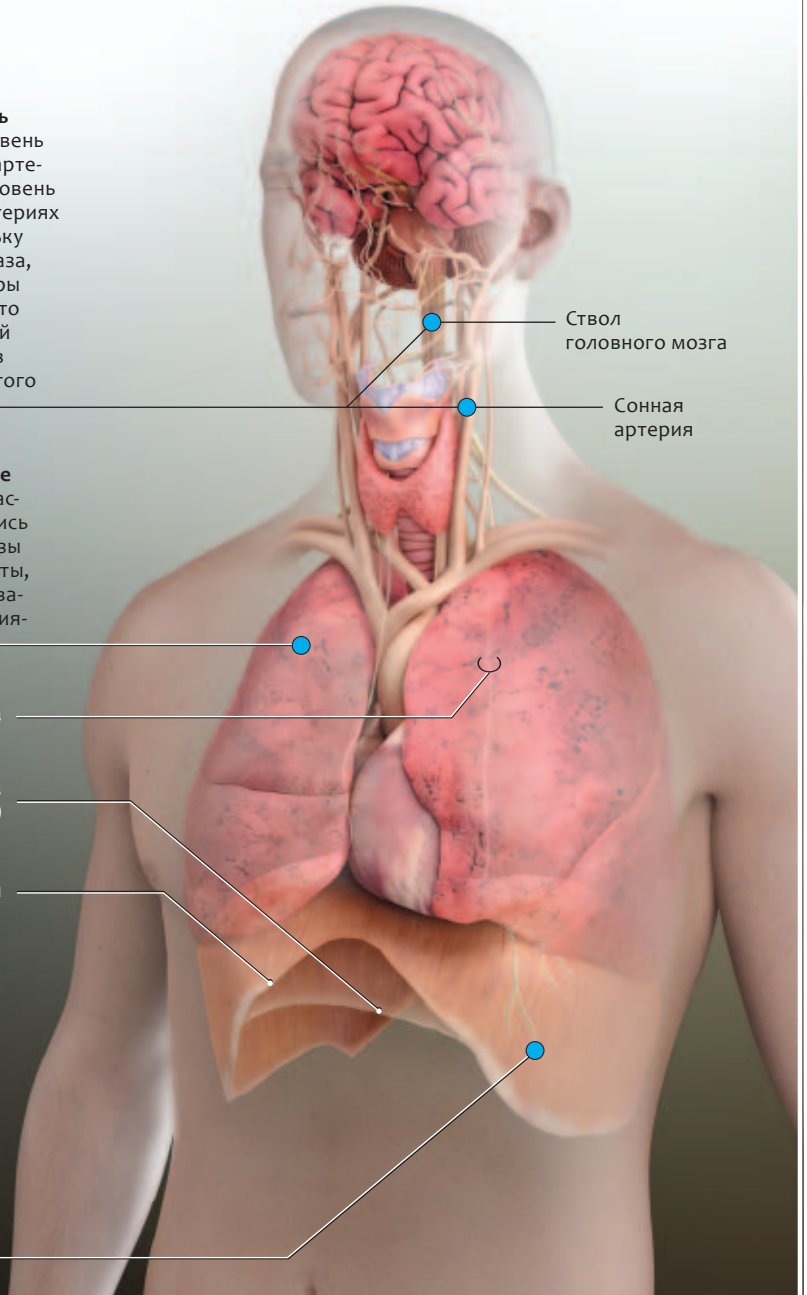
Грудобрюшной (диафрагмальный) нерв

Диафрагма (в сокращенном состоянии, соответствующем наполненным легким)

Диафрагма в расслабленном состоянии

Лучшая из современных гипотез

Нервные импульсы от диафрагмы к мозгу. Большинство экспериментальных свидетельств позволяют предположить, что мышцы диафрагмы, сокращение которых обеспечивает наполнение легких, посылают мозгу сигналы дискомфорта, сообщающие о том, как долго диафрагма сохраняет напряженное состояние. Мозг, соответственно, сопоставляет эту информацию с другими обстоятельствами и в конечном счете определяет, сколько еще можно выносить дискомфорт.



Ствол
головного мозга

Сонная
артерия

Почему? Ведь даже в легких содержится воздуха не меньше, чем на четыре минуты нормального функционирования организма, однако лишь единицы способны без специальной тренировки задерживать дыхание на период, сколько-нибудь приближающийся к этому значению. Точно так же можно сказать, что и уровень диоксида углерода (он же углекислый газ, содержится

в выдыхаемом воздухе, образуется при потреблении клетками организма кислорода и питания) не повышается в крови до уровня токсичности столь быстро, что дольше минуты мы не способны этого вынести.

Погрузившись в воду, люди способны задерживать дыхание заметно дольше. Возможно, все дело в страхе, что легкие зальет вода (неясно, кстати, обладают ли люди

СЕКРЕТЫ ЧЕМПИОНОВ

Люди, добившиеся выдающихся успехов в области задержки дыхания, обычно опираются на четыре основополагающих принципа, однако продолжительное прекращение дыхания сопровождается серьезным риском потери сознания, повреждения мозга и даже смерти. Поэтому в подобных экспериментах медицинская помощь должна быть постоянно наготове.

ХОРОШО НАПОЛНИТЬ ЛЕГКИЕ. Некоторые спортсмены умеют расширять свои легкие, преодолевая максимум, который наблюдается в нормальной жизни. Это достигается с помощью специальной техники, известной как «накачивание ртом». При этом они совершают ритмические движения нижней поверхностью ротовой полости, чтобы накачать избыточное количество воздуха в легкие. Однако возникающий в результате подъем давления воздуха в легких создает риск артериальной газовой эмболии, при которой кровь как бы вскипает, что может повредить капиллярную систему мозга или коронарные капилляры в сердце.

РАССЛАБИТЬСЯ, ЧТОБЫ ЗАМЕДЛИТЬ МЕТАБОЛИЗМ. В состоянии покоя человеческий организм расходует примерно 0,36 л кислорода в минуту. Выдержав 12-часовое голодание и лежа затем без движения, но бодрствуя, можно сократить потребление кислорода до 0,27 л в минуту, что позволяет удлинить продолжительность присутствия воздуха в легких на 33%.

ИСПОЛЬЗОВАТЬ ЧИСТЫЙ КИСЛОРОД ВМЕСТО ВОЗДУХА. Атмосферный воздух обычно содержит лишь 21% кислорода. Исследования показывают, что вдыхание чистого кислорода увеличивает продолжительность задержки дыхания вдвое. Однако этот прием опасен тем, что участки легких, где кислород полностью израсходуется, могут коллапсировать из-за резкого падения давления газа.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ. Гипервентиляция легких, т.е. серия активных и глубоких вдохов и выдохов снижает уровень углекислого газа в крови. Если выполнить это упражнение перед задержкой дыхания, можно добиться почти двукратного ее удлинения, как было показано в некоторых исследованиях. Но у этого приема есть и негативная сторона: гипервентиляция имеет тенденцию ускорять потребление организмом кислорода и выделения углекислого газа. Кроме того, она уменьшает приток крови к мозгу и подавляет рефлекс, которые защищают мозг от избытка кислорода.

НАИБОЛЕЕ ИЗВЕСТНЫЕ РЕКОРДЫ (В МИНУТАХ)*



- 1:00** Средняя для человека продолжительность задержки дыхания вне воды
- 8:06** Мартин Штепанек (Martin Štěpánek), 3 июля 2003 г., Майами, США
- 9:04** Герберт Нич (Herbert Nitsch), 13 декабря 2006 г., Хургада, Египет
- 10:12** Том Сиетас (Tom Sietas), 7 июня 2008 г., Афины, Греция
- 11:35** Стефан Мифсуд (Stéphane Mifsud), 7 июня 2009 г., Лакруа, Франция

* Без использования чистого кислорода, лежа в воде неподвижно лицом вниз.

классическим «рефлексом ныряния», свойственным водным животным и птицам, замедляющим метаболизм при задержке дыхания во время погружения). Но сам по себе принцип остается неизменным: ныряльщики, задерживающие дыхание, вынуждены сделать новый вдох задолго до того, как их организм на самом деле остается без кислорода.

По наблюдениям Шнайдера, «для человека, находящегося на уровне моря, практически невозможно задерживать дыхание так надолго, что он потеряет сознание». Потеря сознания может внезапно наступить при достаточно необычных условиях, как, например соревнования по экстремальному погружению в воду; есть также устные сообщения о том, что дети, правда, в редких случаях, способны задерживать дыхание буквально до полного «выключения». Но лабораторные исследования подтверждают, что взрослые люди в нормальных условиях

просто не в состоянии выдержать так долго. Задолго до того, как недостаток кислорода или избыток углекислого газа сможет повредить мозг, происходит непроизвольный вдох, после чего мы не можем сопротивляться желанию глотнуть воздуха.

Одна из самых логичных гипотез для объяснения этого явления состоит в том, что в организме существуют специальные рецепторы, отслеживающие физиологические изменения, ассоциированные с задержкой дыхания, и запускают следующий вдох до того, как включится мозг. Очевидными кандидатами на эту роль выступают рецепторы, реагирующие на длительность растяжения легких или же снижение уровня кислорода (или повышение уровня углекислого газа) в крови или мозге. Но, похоже, ни та, ни другая идея не выдержали проверки. Участие рецепторов, реагирующих на изменение объема легких, было отвергнуто различными

экспериментами, проведенными в период 1960–1990-х гг. Хелен Харти (Helen R. Hartly), и Джоном Айзеле (John H. Eisele), работавшими независимо друг от друга в лаборатории Эйба Газа (Abe Guz) при Чаринг-Кросском госпитале в Лондоне, и Патриком Флумом (Patrick A. Flume) из Университета Северной Каролины в Чапел-Хилле. Их эксперименты показали, что ни пациенты с пересаженными легкими (у которых, соответственно, связь между рецепторами в легких и мозгом была перевернута), ни больные, подвергшиеся полной спинномозговой анестезии (при этом блокируются рецепторы грудных мышц), не могли задерживать дыхание на достаточно долгое время. (Здесь, кстати, важно, что упомянутая анестезия не затрагивала мышцы диафрагмы, значение чего станет вскоре понятно в процессе изложения.)

Дальнейшие исследования позволили также исключить участие всех ныне известных хеморецепторов, реагирующих на кислород или на углекислый газ. У людей единственные рецепторы, реагирующие на низкий уровень кислорода в крови, известны только в сонных артериях, которые находятся почти точно под углом нижней челюсти и несут кровь к мозгу. Рецепторы, реагирующие на повышенный уровень в крови углекислого газа, находятся в тех же сонных артериях и в продолговатом мозге, который отвечает за автоматизм дыхания и другие автономные функции организма.

Если бы именно эти рецепторы вызывали непреодолимое желание сделать вдох, то тогда при отсутствии сигнала от них люди могли бы задерживать дыхание до потери сознания. Эксперименты лаборатории Карлмана Вассермана в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе показали, однако, что люди все же не способны проделывать подобное, даже если нервные связи между рецепторами в сонных артериях и мозгом перерезаны.

Более того, если именно рецепторы, реагирующие на пониженный уровень кислорода или повышенное содержание углекислого газа, могли бы диктовать момент возобновления дыхания, то при достижении определенного порога концентрации любого из этих газов задержка дыхания становилась бы просто невозможной. Но многочисленные эксперименты показали, что этого не происходит. Кроме того, после возобновления дыхания, инициированного хеморецепцией, последующая задержка дыхания была бы невозможна, пока уровни артериального кислорода и углекислого газа не вернулись бы к норме. Но и это предсказание не выдержало проверки, как показали разрозненные наблюдения исследователей, начиная еще с первых лет XX столетия. В 1954 г. Уорд Фаулер (Ward S. Fowler) из клиники Мэйо дал формальное описание того, как сразу после максимально доступной задержки дыхания пациент мог немедленно задержать дыхание второй раз, даже если он вдыхал при этом лишь непригодный для дыхания газ, а потом еще и третий раз, несмотря на то что баланс газов в крови с каждым разом все ухудшался.

Дальнейшие исследования подтвердили, что способность к повторной задержке дыхания не зависит от числа

вдыханий непригодного для дыхания газа или его объема. Более того, в 1974 г. Джон Ригг (John R. Rigg) и Моран Кэмпбелл (Moran Campbell) из Университета Макмастера в Онтарио продемонстрировали, что эта способность остается, если пациент попросту делал попытку выдохнуть и вдохнуть даже при закрытых дыхательных путях.

В совокупности все описанные эксперименты, где различные приемы задержки дыхания были повторены по нескольку раз, позволяют предположить, что потребность в новом вдохе каким-то образом связана с работой мышц, а не с регуляцией газообмена как такового. Если мышцы не поддерживают грудную клетку в расширенном состоянии, то она опадет сама собой. Таким образом, вполне резонно, что исследователи стали искать причину восстановления дыхания в неврологических и механических аспектах регуляции работы мышц, осуществляющих вдох. Одной из частей этой работы было выяснение того, какой именно процесс вызывает задержка дыхания: волевою остановку дыхательного ритма, который приводит в движение мышцы, или же торможение мышечного расслабления.

Неповторимые эксперименты

Можно сказать, что нормальный ритм нашего дыхания возникает тогда, когда продолговатый мозг посылает нервные импульсы вниз по двум грудобрюшным (диафрагмальным) нервам к диафрагме, куполообразной мышце, находящейся под легкими. Она сокращается, объем грудной клетки увеличивается — и легкие наполняются воздухом. Когда импульсы прекращаются, диафрагма расслабляется, объем грудной клетки уменьшается и воздух выходит из легких. Иными словами, дыхательный цикл отражает ритмическую активность дыхательного центра. В настоящее время измерение ритмической активности дыхательного центра на людях, т.е. непосредственно в продолговатом мозге или в диафрагмальных нервах, недопустимо с этических позиций, да и технически неосуществимо. Однако исследователи придумали некоторые непрямые способы измерений. Например, они измеряют электрическую активность мышц диафрагмы, давление в дыхательных путях или фиксируют другие изменения, вызванные работой вегетативной нервной системы, например респираторно-синусовую аритмию.

Отталкиваясь от таких непрямых измерений, Эмилио Агостони (Emilio Agostoni) из Миланского университета в Италии в 1963 г. показал, что у людей можно зарегистрировать ритмическую активность дыхательного центра при задержке дыхания задолго до того, как произойдет возобновление дыхания. В сходных экспериментах, поставленных в 2003 и 2004 гг. в Бирмингемском университете в Англии, аспирантка Ханна Купер (Hannah E. Cooper), анестезиолог Томас Клаттон-Брок (Thomas H. Clutton-Brock) и я, исследовав респираторно-синусовую аритмию, пришли к выводу, что ритмическая активность дыхательного центра не прекращается никогда, продолжаясь в течение всего периода задержки дыхания. Задержка дыхания, таким образом, может осуществляться

с помощью диафрагмы — вероятно, путем волевого непрерывного сокращения ее мускулов. (Различные эксперименты, похоже, исключили гипотезу об участии других мышц и иных структур, участвующих в нормальном дыхании.) Возобновление дыхания, возможно, частично зависит от сигналов, передаваемых рецепторами диафрагмы в мозг, отражающими, например, насколько она перегружена или как сильно растянута.

Если так, то парализовав диафрагму, лишив ее возможности откликаться на стимулы со стороны мозга, можно было бы позволить испытуемому увеличить задержку дыхания на длительное время, если вообще не до бесконечности. Именно таких результатов ожидали от одного из самых сенсационных экспериментов, которые Моран Кэмпбелл провел в конце 1960-х гг. в лондонском Хаммерсмитском госпитале. Два абсолютно здоровых добровольца согласились на то, что путем внутривенного введения яда кураре будут на время полностью парализованы все их скелетные мышцы за исключением одного из двух предплечий, с помощью которого испытуемый мог бы сообщать о своих желаниях. Жизнь испытуемых поддерживалась путем искусственной вентиляции

Повышение уровня кислорода и уменьшение уровня углекислого газа в крови также может увеличить задержку дыхания путем снижения биохимической составляющей усталости диафрагмы

легких, а задержка дыхания имитировалось путем включения насоса. Испытуемые подавали сигнал, что необходимо включить насос, когда дальнейшая «задержка дыхания» становилась невозможной.

Результат оказался ошеломляющим. Оба волонтера прекрасно выдерживали как минимум четырехминутную задержку дыхания, после чего анестезиолог, пораженный происходящим, все-таки вынужден был вмешиваться, т.к. уровень углекислого газа в крови испытуемых возрастал до опасных значений. После того как эффект от введения кураре прошел, оба добровольца сообщили, что не испытывают никакого дискомфорта, и тем более симптомов удушья.

По вполне понятным причинам столь дерзкий эксперимент впоследствии почти не повторяли. Некоторые пробовали воспроизвести результаты, полученные Кэмпбеллом, но их постигла неудача: добровольцы, какими бы смелыми они ни были, вынуждены были просить о новом «вдохе», едва лишь уровень углекислого газа в крови становился чуть выше нормы. Это наблюдения вызвали предположение, что испытуемые прерывали задержку дыхания столь скоро из-за чувства дискомфорта, вызываемого дыхательными трубками, раздражающими

голосовую щель (их использования требуют современные правила техники безопасности, чего не было во времена Кэмпбелла). Возможно, здесь играло свою роль и то, что они лучше осознавали рискованность подобных опытов. Тем не менее некоторые столь же замечательные эксперименты, предпринятые Марком Ноблом (Mark I. M. Noble), работавшим в лаборатории Гуза при Чаринг-Кросском госпитале в 1970-х гг., похоже, подтвердили, что паралич диафрагмы продлевает задержку дыхания. Вместо полной парализации мускулатуры Нобл и его коллеги использовали менее опасный для жизни прием, когда обездвигивалась только сама диафрагма путем анестезии двух грудобрюшных нервов. Эта операция позволяла увеличить длительность задержки дыхания в среднем в два раза и вместе с тем уменьшить те неприятные ощущения, которыми она, как правило, сопровождается.

Лучшее объяснение

Итак, совокупность доказательств на сегодня говорит в пользу той идеи, что произвольное и продолжительное напряжение диафрагмы позволяет задерживать дыхание за счет фиксации грудной клетки в расширенном положении. Возобновление дыхания может в значительной мере определяться теми сигналами, которые мозг получает от диафрагмы, находящейся в необычном сокращенном состоянии. Вероятно, при продолжительном напряжении диафрагма посылает в мозг сначала слабые тревожные сигналы, которые затем становятся настолько невыносимыми, что происходит возобновление дыхания. При этом восстанавливается способность произвольно контролировать дыхательные движения.

Эта гипотеза еще, так сказать, не вполне обросла мясом, но она вполне изящно как вписывается в наблюдения Фаулера (любое прекращение задержки дыхания обязательно сопровождается расслаблением диафрагмы, что делает возможным следующую задержку), так и согласуется с эффектами, которые оказывают на задержку дыхания расширение легких и изменение концентрации газов в крови. Ослабив диафрагму лишь совсем чуть-чуть, вдохнув совсем незначительный объем воздуха, можно затормозить произвольное возобновление дыхания за счет ослабления интенсивности сигналов, идущих от рецепторов растяжения диафрагмы. Повышение уровня кислорода и уменьшение уровня углекислого газа в крови также могут увеличить задержку дыхания путем снижения биохимической составляющей усталости диафрагмы. Все, что мешает мозгу отслеживать информацию, поступающую от диафрагмы, например анестезия нервов, ведущих от диафрагмы к мозгу, тоже увеличивает время задержки дыхания. Чувствительность мозга к подобным неприятным сигналам будет зависеть также от вашего душевного состояния, настроения, мотивации и способности отвлекаться от ощущений — словом, от психологических факторов.

Эта гипотеза — лишь простейшее совокупное объяснение экспериментальных наблюдений. Некоторые из исследователей имели дело со слишком малым числом

испытуемых, чтобы на основе полученных данных строить надежные обобщения, а повторить подобные эксперименты скорее всего будет невозможно по этическим причинам. При этом, похоже, ключевых фрагментов в мозаике все же недостает.

Более того, тот фрагмент, который все еще не вполне соответствует данной гипотезе, был выявлен в результате еще одного драматического (и ныне этически недопустимого) эксперимента тех же Гуза и Нобла. Они увеличили в три раза время задержки дыхания у трех полностью здоровых добровольцев путем анестезии у них IX и X пары черепно-мозговых нервов (блуждающего и языкоглоточного нервов, которые иннервируют внутренние органы грудной клетки и брюшной полости, глотку и гортань). Таких результатов удалось достичь, по-видимому, не затрагивая диафрагму как таковую, за исключением того, что, возможно, блуждающий нерв может нести от нее некоторые сигналы. Представляется маловероятным, что непосредственно мышцы гортани участвуют в задержке дыхания: в 1933 г., когда хирург Мартин Мендельсон (Martyn Mendelsohn) из Сиднея, Австралия, получил изображения голосовой щели (с помощью камеры, введенной через одну из ноздрей), голосовая щель часто оставалась открытой во время задержки дыхания. Это наблюдение, похоже, также подкрепляет догадку, что главная роль принадлежит именно диафрагме.

Спасти жизнь

Лучшее понимание того, почему человек не способен долго задерживать дыхание, важно для медицинской практики. Например, одна из составляющих лечения рака молочных желез — радиотерапия, цель которой — дать летальную дозу облучения всей опухоли, не затрагивая здоровых тканей, ее окружающих. При проведении лучевой терапии пациентке необходимо удерживать грудную клетку неподвижно в течение нескольких минут. Поскольку столь длительная задержка дыхания невозможна, облучение проводится короткими импульсами, между вдохами пациентки, когда ее грудная клетка почти неподвижна. Однако при каждом вдохе-выдохе тело больной несколько смещается и может не вернуться на ту же самую позицию, что была вначале. Специалист по медицинской физике Стюарт Грин (Stuart Green), клинический онколог Андреа Стивенс (Andrea Stevens), анестезиолог Томас Клаттон-Брок и автор данной статьи в настоящий момент начинают серию экспериментов, финансируемых Благотворительным фондом Университетского госпиталя Бирмингема. Их цель — проверить, не поможет ли в применении лучевой терапии пролонгированная задержка дыхания у пациенток.

Понимание данного процесса может оказаться полезным и для работников правоохранительных органов, например при задержании подозреваемых, оказывающих сопротивление. Ежегодно во всем мире некоторое количество людей погибают при аресте в результате несчастного случая. Ускорение метаболизма, сжатие грудной клетки, снижение уровня кислорода и повышение

уровня углекислого газа в крови — все это сокращает продолжительность задержки дыхания. Поэтому тем, кто пребывает в агрессивном состоянии или только что побывал в драке, или тем, кого задерживают силой, может потребоваться дышать чаще, чем тем, кто не столь напряжен.

В 2000 г. Эндрю Каммин (Andrew R. Cummin) и его группа в Чаринг-Кросском госпитале попытались выяснить что произойдет, если испытуемые (восемь абсолютно здоровых человек) максимально выдохнут и задержат дыхание после того, как они в течение одной минуты крутили педали велотренажера с умеренной нагрузкой. При этом средний максимум задержки дыхания упал до 15 секунд, средняя концентрация кислорода в крови чрезвычайно снизилась, а у двоих испытуемых началась аритмия. Соответственно, исследователи пришли к выводу, что «прерывание дыхания на короткий период при резком ограничении свободы движений <...> может стать в подобных ситуациях причиной внезапной смерти». Руководителями силовых структур была составлена инструкция из тщательно отобранных правил, которые следует безоговорочно соблюдать при задержании с применением силы.

Описанные здесь исследования по задержке дыхания открывают широкие перспективы в изучении жизненно важных аспектов человеческой физиологии. Ясно, впрочем, что еще более основополагающие открытия, особенно те, что касаются свойств самой диафрагмы, все еще впереди, — и среди нас есть те, кто в ожидании их уже затаил дыхание. ■

Перевод: В.Э. Скворцов

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Diaphragm Activity during Breath Holding: Factors Related to Its Onset. E. Agostoni in *Journal of Applied Physiology*, Vol. 18, No. 1, pages 30–36; 1963.
- Behavioural and Arousal-Related Influences on Breathing in Humans. S.A. Shea in *Experimental Physiology*, Vol. 81, No. 1, pages 1–26; 1996.
- CO₂-Dependent Components of Sinus Arrhythmia from the Start of Breath Holding in Humans. H.E. Cooper, M.J. Parkes and T.H. Clutton-Brock in *American Journal of Physiology — Heart and Circulatory Physiology*, Vol. 285, No. 2, pages H841–H848; 2003.
- Contribution of the Respiratory Rhythm to Sinus Arrhythmia in Normal Unanesthetized Subjects during Positive-Pressure Mechanical Hyperventilation. H.E. Cooper, T.H. Clutton-Brock and M.J. Parkes in *American Journal of Physiology — Heart and Circulatory Physiology*, Vol. 286, No. 1, pages H402–H411; 2004.
- Breath-Holding and Its Breakpoint. Michael J. Parkes in *Experimental Physiology*, Vol. 91, No. 1, pages 1–15; 2006.
- О том, как «рефлекс ныряльщика» позволяет увеличить время задержки дыхания под водой, см. по адресу: [Scientific American.com/apr2012/breath-holding](http://ScientificAmerican.com/apr2012/breath-holding)

В борьбе с раком

ГЛАВНОЕ —

предупреждение

*Предлагаем вашему вниманию беседу о понимании природы раковых заболеваний и перспективах борьбы с ними, которая состоялась в ноябре 2011 г. между первым главным редактором журнала «В мире науки» профессором **Сергеем Петровичем Капицей** и президентом Академии медицинских наук Республики Армении **Леоном Никитовичем Мкртчяном***



Президент Академии медицинских наук Республики Армения, иностранный член Российской АМН, заслуженный деятель науки, профессор **Левон Никитович Мкртчян** — создатель эмбрионального противоопухолевого модулятора (ЭПОМ), который по многим параметрам уподобляется профилактической противораковой вакцине. Более 20 лет руководил Онкологическим научным центром Минздрава Армении. Ныне возглавляет ЗАО «Российско-армянский центр медицины “Д-П”»



Первый главный редактор журнала «В мире науки», создатель феноменологической модели гиперболического роста численности населения Земли, лауреат премии ЮНЕСКО, вице-президент Российской академии естественных наук, ведущий телевизионной передачи «Очевидное — невероятное», член Европейской академии наук и Президентского совета по культуре и искусству, обладатель Золотой медали РАН, профессор **Сергей Петрович Капица**



С.П. КАПИЦА: Проблема борьбы с раком волнует все общество. Если ответить в общих чертах, то каков сегодня взгляд на природу опухолевого роста?

Л.Н. МКРТЧЯН: Имея довольно обширные представления об индуцирующих и провоцирующих факторах канцерогенеза, мы недостаточно представляем себе объект их воздействия, т.е. клеточные структуры человеческого тела.

Самая существенная особенность раковых клеток — их безудержное, неконтролируемое размножение. Около 100 лет назад всемирно известный немецкий патолог Рудольф Вирхов образно охарактеризовал рак как «коллективное безумие, буйство клеток». Жизнь не раз подтверждала, что коллективное безумие ни к чему хорошему не приводит — будь то в общественной жизни или в живом организме.

В общих чертах можно выделить три составляющие злокачественного перерождения: провоцирующий фактор, объект воздействия и реакцию защитных сил организма. Вычленив роль каждой из них в патогенезе на уровне человеческого организма, а не экспериментальной модели очень трудно, скорее всего даже и невозможно. По нашему убеждению, рак — результат стечения многих неблагоприятных обстоятельств. Это относится как к механизмам возникновения опухоли, так и к прогрессированию патологического процесса. У любого опытного лечащего врача или диагноста есть наблюдения, когда агрессивность небольшой опухоли нарастает и приводит к летальному исходу в течение нескольких месяцев, и наоборот, когда пациенты

с высокозлокачественным новообразованием живут до 20 и более лет. Так что само заболевание, хотя и не всегда, но оставляет шансы на благоприятный исход.

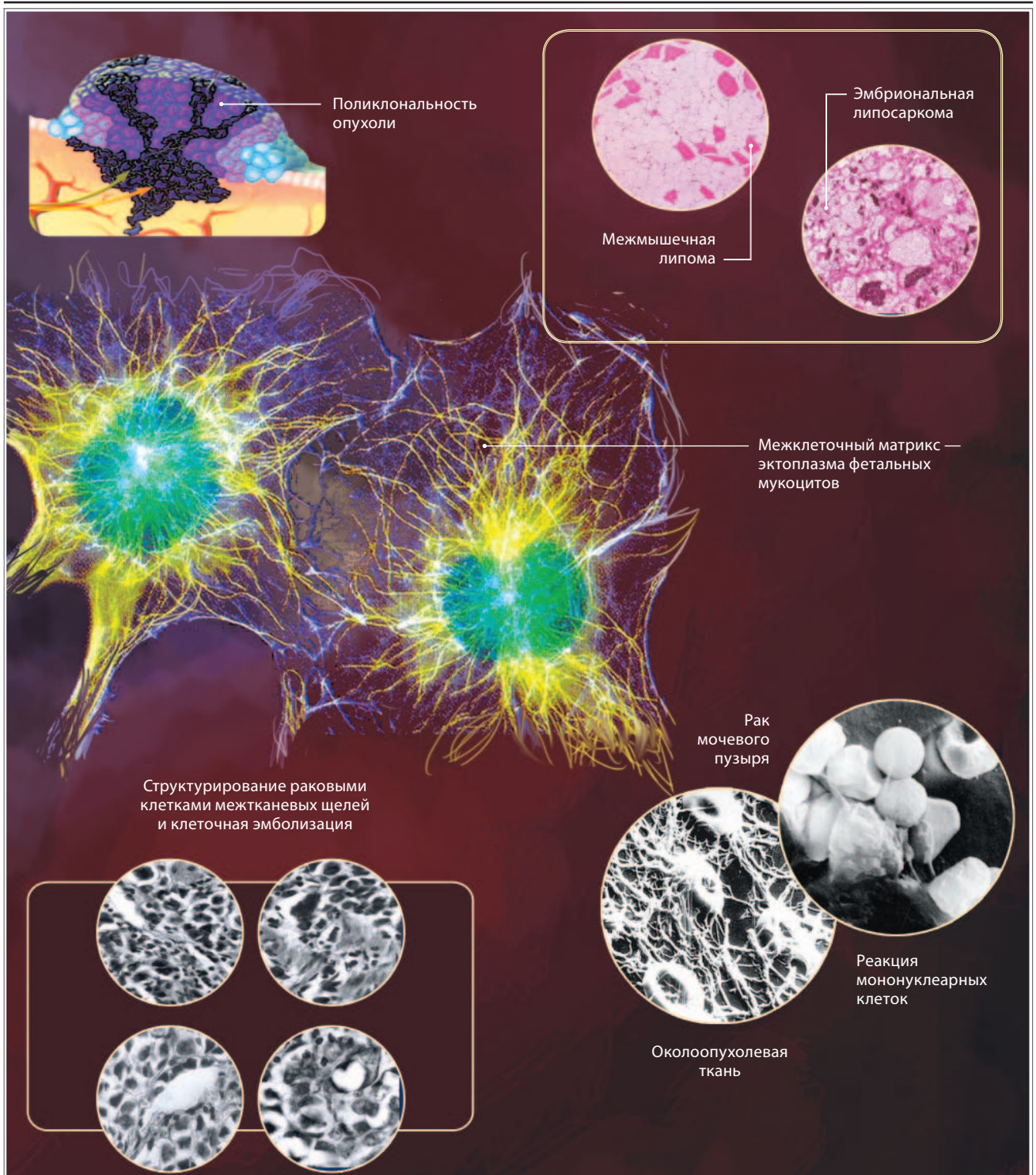
С.П. КАПИЦА: Почему клетки человеческого организма начинают неконтрольно размножаться?

Л.Н. МКРТЧЯН: Молекулярные биологи, генетики, патологи, иммунологи прояснили многие детали, но, к сожалению, раскрыто лишь то, что лежало на поверхности, а сущность явления, глубинные механизмы еще далеки от расшифровки.

Недавно группа ученых из Университета штата Аризона и Австралийского национального университета сообщила о наличии в раковых опухолях особых генов, которые присущи нашим далеким предкам, жившим более 600 тыс. лет назад, и «пробуждаются» в новообразованиях. Вывод их таков: рак — атавистическая патология.

Вполне вероятно, что атавизм представляет собой базовую составляющую в сложнейшей цепи перерождения клеточных структур. Что же это дает науке и практике для борьбы с раком? Находить пути точечного уничтожения потенциально раковых генов? Это небезопасно.

Если в общих чертах ответить на ваш вопрос, почему клетки начинают безудержно размножаться, то я бы сказал так: в нормальных условиях клетки зарождаются, дифференцируются, т.е. совершенствуются в структурно-функциональном отношении, созревают и, наконец, стареют и умирают. Раковая же клетка утратила способность к созреванию, она остается вечно молодой, незрелой, похожей на зародышевую — отсюда и ее безудержное деление.



С.П. КАПИЦА: Выходит, что проблема рака — это проблема созревания клеток?

Л.Н. МКРТЧЯН: Вы совершенно правы. Проблема сводится к тому, чтобы опухолевая клетка начала дифференцироваться, созревать и умирать. Это было бы оптимальным решением.

С.П. КАПИЦА: Как оправдываются прогнозы в отношении онкологической заболеваемости?

Л.Н. МКРТЧЯН: От онкологической патологии в 1900 г. погибали три человека из 100 (это данные старейшего в Европе университетского центра — Института патологии Хайдельбергского университета), а в 2012 г. раковые регистры предвещают 33. Выходит, что такая участь может постигнуть каждого третьего жителя планеты. Это уже не только проблема здравоохранения, но и социальный вызов.



30 лет назад онкологи США и СССР объединились для совместного исследования природы рака. Тогда министр здравоохранения СССР в напутствие нам сказал: «Содружество ученых в борьбе с раком достигло такого уровня, что он не будет допущен в XXI век». Жизнь преподала иной урок.

С.П. КАПИЦА: Как вы смотрите на перспективы лечения рака?

Л.Н. МКРТЧЯН: Почти ежегодно наблюдается определенный прогресс в области ранней диагностики, хирургического вмешательства, лучевой и химиотерапии онкологических больных. В г. Лома-Линде, штат Калифорния, функционирует центр протонной терапии. Это один из лучших в мире центров лучевой терапии, где пучок протонов заданной энергии фокусируется именно в пределах опухоли, выжигая ее.

Синтезируются все новые и новые химиопрепараты. Многие больные раком кожи, женских половых органов, другими формами после лечения живут более пяти-десяти лет и считаются излеченными. Но если говорить в целом, то думаю, что не вызову излишней канцерофобии, сказав, что диагноз рака в сознании людей пока что уподобляется смертному приговору.

Не следует упускать из виду и то, что опухоль лишь в начальной стадии моноклональна. Потом, в борьбе за существование (против как внутренних, так и внешних химиолучевых воздействий), появляются новые ростки. Только часть клеток поликлональной опухоли умерщвляются под влиянием мишенной химиотерапии.

С.П. КАПИЦА: Что вы считаете главным в онкологии?

Л.Н. МКРТЧЯН: Самое главное — ранняя или, скорее, сверхранняя диагностика. Например, в раковой опухоли диаметром 1 см насчитывается несколько сот тысяч клеток, которые сами индуцируют образование сосудов, питающих опухоль. (Это явление называется опухолевым ангиогенезом.) Опухолевые клетки постоянно делятся и попадают в кровоток, распространяясь по всему организму. Вполне реально прижечь или удалить пораженный участок, но этим мы никак не повлияем на уже имеющиеся очаги обсеменения. Так что выявление небольших опухолей можно назвать ранней диагностикой лишь условно, они нередко становятся случайной находкой при обследовании

больных по другому поводу. Придет время, и мы сможем говорить о сверхранней диагностике рака, когда процесс захватывает лишь отдельные клетки.

В фундаментальной онкологии принято считать, что об истинной регрессии рака можно судить лишь на стадии, когда клетки встали на путь раковой трансформации и начали продуцировать белки, свойственные внутриутробному периоду.

В Японии ощутимых результатов добились в отношении диагностики начальных форм рака желудка. Ежегодно у взрослых и пожилых людей в обязательном порядке проводится гастроскопия. Выявленные таким путем новообразования, как правило, находятся на ранней стадии развития, и удаляют их посредством эндоскопических операций. В результате пятилетняя выживаемость повысилась многократно. Но в массовом порядке осуществить раннюю диагностику всех форм рака проблематично — как с организационной, так и с финансовой точек зрения.

С.П. КАПИЦА: Вы пессимистично относитесь к ранней диагностике?

Л.Н. МКРТЧЯН: Это не совсем так. Чем раньше выявляется раковая опухоль, тем больше шансов на излечение. До сих пор в силе лозунг, провозглашенный ВОЗ: «Раннее выявление спасает жизнь». Например, обнаруженную в легких небольшую опухоль типа мелкоклеточного рака, по мнению многих специалистов, не следует удалять, поскольку к моменту выявления уже имеются очаги обсеменения. Применяют химиотерапию, к которой данная форма рака довольно чувствительна.

Небольшие образования не причиняют больному беспокойств. Когда же раковая опухоль проявляется клинически, то она нередко бывает неоперабельной. Так что перспективы улучшения результатов лечения связаны с истинно ранней диагностикой. Уже появились предположения к тому, что сверххранная диагностика станет реальностью. Открыты онкомаркеры, налажен иммуноферментный и радиоиммунный анализ на основе моноклональных антител. Создан дифракционный маммограф, который выявляет опухоли в груди диаметром в 2–3 мм.

Что касается оптимизма, скажу так: сегодня больному реально помогают ранняя диагностика и комплексное лечение.

Учитывая рост заболеваемости раком, экономические аспекты (в упомянутом центре протонной терапии в Лома-Линде стоимость курса лечения доходит до \$30 тыс.), результативность лечения, психоэмоциональный фактор, надо признать, что приоритет в области противораковой борьбы должен переориентироваться в сторону профилактики.

С.П. КАПИЦА: По сообщениям средств массовой информации, в последнее время взоры исследователей устремлены к новым инновационным технологиям.

Л.Н. МКРТЧЯН: Современные подходы к терапии рака, основанные на новейших технологиях, вселяют оптимизм. Сошлюсь на признанных исследователей в области инновационных технологий, которые сделали следующий прогноз на XXI в.: «Рак из числа неизлечимых болезней с малой продолжительностью жизни больных перейдет в число неизлечимых болезней с большей продолжительностью жизни». Наблюдения над онкобольными, в том числе в Санкт-Петербурге и в Москве, получившими генно-инженерные, рекомбинантные терапевтические вакцины, показали, что они выступают хорошим дополнением к традиционным формам лечения.

Во всемирно известной клинике Ла-Прери в Швейцарии лечат больных раком и другими неизлечимыми заболеваниями, такими как паркинсонизм, болезнь Альцгеймера, диабет, постинфарктные инвалидизирующие рубцы, иммунодефицитные состояния разного генеза, посредством клеточной фетальной терапии. Фетальная терапия известна с 1930-х гг. прошлого столетия, но в наши дни она обрела второе дыхание.

Однако жизнь не раз убеждала нас в том, что природа превосходит нас по своей изобретательности. Боролсь против одних видов вирусов — появились другие, более опасные. Есть еще одно обстоятельство: чем сложнее технологии, тем больше вероятность сбоев.

По данным журнала Национального института рака США, сразу в трех американских университетах обнаружена специфическая подгруппа клеток, а именно опухолевые стволовые клетки, которые в ответ на химиотерапию в десятки тысяч раз повышают свою туморогенность. Это не может не озадачивать как практических онкологов, так и ученых, работающих в области канцерогенеза.

Неожиданным было установление того факта, что различия в дальнейшем поведении нормальных и опухолевых стволовых клеток зависят от их микроокружения.

Речь идет о внеклеточном матриксе — гидратированном полисахаридном геле, который способен подавать сигналы как на ингибирование, так и на стимуляцию дифференциации и размножения. До такой детализации онкологическая наука раньше не доходила. Видимо, срабатывает некое информационное начало.

Между тем в истории медицины известен чрезвычайно простой метод противооспенной вакцинации, приведший к ликвидации оспы задолго до открытия ее возбудителя. Так что и эмпирические подходы не исчерпали себя.

С.П. КАПИЦА: В ваших суждениях проглядывает некий нигилистический настрой в отношении возможностей научных исследований. Так ли это?

Л.Н. МКРТЧЯН: Сложность изучения жизненных процессов заключается в том, что они выкристаллизовывались, гармонизировались в течение миллионов лет и не всегда приемлют грубое, так сказать, ручное вмешательство. Древнейший постулат врачевания, «Не навреди», непререкаем и в наши дни.

Приведу один пример из знакомой мне области. В 1930-х гг. прошлого столетия один швейцарский ветеринар утверждал, что если фермеры в погоне за прибылью будут кормить коров мясокостной мукой и тем самым превратят травоядных животных в каннибалов, то «коровы не только сойдут с ума, но и передадут свое сумасшествие людям». Это пророчество сбылось в конце XX в., когда Англию охватила эпидемия коровьего бешенства. Тогда было забито и сожжено 2 млн голов крупного рогатого скота. Зараженное мясо вызывало у людей смертельную нейродегенеративную патологию — болезнь Крейтцфельда-Якоба (БКЯ). Возбудитель БКЯ — не вирус и не ДНК, а необычный невероятно термостойкий белок — прион. Изучение природы прионов принесло две Нобелевские премии. Но до сих пор не выяснено, почему белок, не содержащий ДНК и вирусных включений, инфекционен. Неясно даже, инфекционное начало — это существо или вещество! Вот и ответ на вопрос, почему мы пока так далеки от «истинного знания».

С.П. КАПИЦА: Мною был сформулирован принцип динамического императива. Суть его сводится к тому, что развитие человечества подчинено собственным системным закономерностям в большей степени, чем внешним факторам. Этот принцип приложим не только к общественно-экономическим, но и к биологическим категориям, в том числе и к патологическим состояниям людей.

Л.Н. МКРТЧЯН: Вы совершенно правы, говоря о заложенной в природе объективной реальности — существовании собственных системных закономерностей развития человечества. Не внешние факторы, в том числе диагностические и медикаментозные, а именно присущие человечеству системные закономерности во многом становятся определяющими.

В XIV в., когда не было никаких представлений о мире микроорганизмов и противоэпидемических мероприятиях, такая грозная инфекция, как чума, унесла 25 млн человеческих жизней в Европе (а население ее тогда составляло 100 млн). Болезнь отступила как бы сама по себе.

Лишь воздвигнутые чуме памятники в европейских городах напоминают о давней трагедии. Сейчас же все больший удельный вес набирают болезни цивилизации.

Некоторые заболевания, например атеросклероз, инфаркт миокарда, гипертоническая и язвенная болезни, присущи лишь людям. Ни одно животное не идет в сравнение с человеком по частоте возникновения злокачественных новообразований. Нет достаточно внятного объяснения, почему рак желудка, бывший ранее самой частой опухолью у людей, сейчас уступил свое место другим формам.

Не так давно мы были свидетелями «информационного терроризма» по поводу свиного гриппа. Правы оказались те российские вирусологи, которые утверждали, что мы не знаем, в каком направлении этот вирус будет эволюционировать, и предостерегали от паники. Эпидемия, как видим, отступила.

Некоторые вирусы и инфекционные белки пробили видовой барьер. Так, прионы стали поражать не только коров, овец и людей, но и норок, оленей, львов. Есть микроорганизмы, которые вызывают заболевания исключительно у человека.

Мы далеки от понимания глубинных механизмов очень многих явлений. В самых различных сферах имеет место сосредоточение доктрин, порой окостеневших и поэтому нуждающихся в переосмыслении.

С.П. КАПИЦА: Известно, что онкологические больные осведомлены о побочных действиях химиотерапии, и это вызывает у них опасения.

Л.Н. МКРТЧЯН: Химиопрепараты — не индифферентные, безвредные вещества. Они не отличают раковые клетки от бурно растущих нормальных клеточных структур, соответственно, подавляют и те и другие.

Есть широко употребляемый таблетированный химиопрепарат — кселода, который метаболизируется именно в опухолевой ткани. Избирательность его действия достаточно высока. Но, тем не менее, и этот препарат оказывает побочное действие на разные органы и системы человеческого организма. В конце перечня возможных осложнений кселоды — инфаркт миокарда и внезапная смерть. Больные часто спрашивают о целесообразности его применения. Ответ один: это не вина врачей и химиков, а наша беда. Кселода показана при многих формах злокачественных опухолей, удобна в применении и, как правило, приносит ощутимую пользу. Некоторые формы опухолевой патологии полностью излечиваются химиопрепаратами.

С.П. КАПИЦА: Наступившее столетие считается эпохой иммунодепрессии, в силу чего онкологические заболевания могут стать неотъемлемым атрибутом урбанизации. Вот почему чрезвычайно важно повысить сопротивляемость к возможному злокачественному перерождению.

Л.Н. МКРТЧЯН: В условиях тотального ухудшения экологии и интенсификации всех сторон жизни редко можно встретить людей с сохранной иммунной системой. Немаловажное значение имеют и отрицательные эмоции. Известно, что длительные психические стрессы

истощают иммунную систему. В Бостонском университете мне довелось наблюдать за двумя группами трансгенных мышей, которые в течение жизни спонтанно заболевают раком молочных желез. Оказалось, что те мыши, которые находились в окружении агрессивных котов, хотя и были отгорожены двойной железной решеткой, гораздо чаще и раньше заболевали раком молочных желез, чем контрольные животные.

Гомеостатическая система обезвреживает клетки, отклонившиеся от нормального пути развития. В борьбу включаются естественные клетки-киллеры, разного рода фагоциты, антитела, лизоцим, мукополисахариды и т.д.

Шведский специалист в области оптической техники Леннарт Нильсон проник с помощью особого зонда в раковую опухоль легкого у человека и, используя тоннельный сканирующий микроскоп, заснял, как маленький лимфоцит-киллер нападает на сравнительно большую раковую клетку. В течение нескольких минут он ее полностью разрушает. Эти фотографии под библейским названием «Борьба Давида с Голиафом» обошли весь мир.

С.П. КАПИЦА: Международное агентство по исследованию рака в Лионе опубликовало данные о широкомасштабных исследованиях по профилактике рака. Что вы скажете по этому поводу?

Л.Н. МКРТЧЯН: Эти исследования проводились в Китае, США, Финляндии. В качестве пищевых добавок использовали витамины А, С, Е и микроэлемент селен. Последний играет заметную роль в укреплении генетического аппарата клеток. Оказалось, что селенопротеины встроены в генетический аппарат и дирижируют всей антиоксидантной системой. Немецкие онкологи полагают, что тот, кто с пищей принимает достаточное количество селена, на 50% защищен от раковых заболеваний. Витаминно-селеновый комплекс снизил заболеваемость исследуемой популяции людей колоректальным раком, раком желудка и раком молочной железы, но, как это ни странно, на 18% повысил частоту рака легкого. Витаминопрофилактика проводилась и в некоторых странах СНГ.

С.П. КАПИЦА: К чему сводятся кардинальные отличия раковых клеток от нормальных клеточных структур, и почему так участились онкологические заболевания?

Л.Н. МКРТЧЯН: По объективной значимости фактов, накопленных учеными с середины XIX столетия, наиболее существенной отличительной чертой раковых клеток различного происхождения признана их эмбриональность, т.е. незрелость. Бытует даже точка зрения, согласно которой «при злокачественном перерождении клеток ничего иного, кроме эмбрионизации, не происходит». Современные исследования показали, что это старая, но далеко не устаревшая точка зрения. Нобелевский лауреат Питер Медовар, долгие годы руководивший Научно-медицинским советом Великобритании, пишет «об интригующем сходстве эмбриональных и раковых клеток».

В общих чертах можно сказать, что рак участился потому, что ослабли те естественные механизмы противоопухолевой защиты, которые заложены в самой природе человеческого организма. Иммунитет, особенно

у пожилых людей, прогрессивно ослабевает, к чему приложили руку и мы, врачи. Огромное число лекарственных средств оказывают иммуносупрессивное влияние: гормональные препараты, антибиотики, химиопрепараты и т.д. С другой стороны, окружающая среда все более наводняется мутагенными, в том числе канцерогенными агентами. Пятая часть выпускаемых химической промышленностью соединений, а их несколько миллионов, относится к категории мутагенов и канцерогенов.

Расчеты показали, что ежедневно в организме людей после 35–40 лет образуется около 10 тыс. мутантных, т.е. измененных клеток, часть из которых — потенциально раковые.

Пропаганда здорового образа жизни чрезвычайно важна, но в нынешних условиях недостаточна. Отсюда вытекает настоятельная необходимость восполнения ослабленной специфической противоопухолевой устойчивости иммунитета, направленной на уничтожение перманентно возникающих раковых клеток.

С.П. КАПИЦА: Защитные силы организма безусловно имеют определенное значение в механизмах возникновения и прогрессирования опухолевого роста. Но может ли сам организм справиться с раковой опухолью?

Л.Н. МКРТЧЯН: Если речь идет о самых ранних стадиях болезни, когда в злокачественный процесс вовлечены лишь группы клеток, то сам организм в состоянии

уничтожить, заглушить такой очажок. Не хочется быть голословным при суждениях по столь важному вопросу, поэтому сошлюсь на факты.

У 15% женщин на протяжении жизни имеет место озлокачествление эпителиального покрова шейки матки. Но только 0,4% женщин умирают от раковой опухоли данной локализации. В 39 из 40 случаев перерождение в шейке матки не выходит из-под контроля интегральных систем.

Скрупулезное патоморфологическое исследование умерших показывает, что рак поджелудочной и щитовидной желез в 30–40 раз чаще выявляется на вскрытии, чем регистрируется при жизни.

От рака предстательной железы умирает примерно 2% мужчин, а патологоанатомически у каждого второго после 75 лет обнаруживается данная опухоль. В Норвегии рак простаты у пожилых людей вышел на первое место, несмотря на осуществляемые скрининговые программы.

Можно и дальше продолжить этот перечень. Ясно одно: у многих опухолевый рост не выходит из-под иммунного надзора, и организм бывает в состоянии сдерживать его. Что же касается развившихся опухолей, тем более в стадии манифестации, то подавление роста без химиолучевой терапии маловероятно.

Однако в жизни есть не только правила, но и исключения. Почти каждый больной верит в чудо, отгоняет

УРОВЕНЬ ЭМБРИОНАЛЬНЫХ ОПУХОЛЕВЫХ АНТИГЕНОВ В ЭПОМ

Антиген	Единица измерения	Норма (сыворотка)	ЭПОМ (нативный)
ХГ	мМЕ/мл	15	33,0
Ca-125	У/мл	33	27,0
Ca-19-9	Е/мл	37	1087
РЭА	нг/мл	2,5	3,2
АФП	нг/мл	13	200

Содержание β1-гликопротеина в ЭПОМ (трофобластический β1-гликопротеин по А.В. Соколову)

ТБГ

нг/мл

Норма-3

ЭПОМ-400

мрачные мысли — срабатывает охранительное торможение. Сам по себе психологический настрой на выздоровление стимулирует иммунную защиту. Описано несколько сотен случаев полной спонтанной регрессии рака, речь идет о документированных наблюдениях с гистологической и иной верификацией диагноза. Как видим, самовыздоровление от рака — чрезвычайно редкое явление, и усилия врачей часто бывают направлены лишь на улучшение качества жизни пациентов.

В условиях социальной поляризации общества нельзя сбрасывать со счетов и стоимость многомесячной специализированной и поддерживающей терапии.

С.П. КАПИЦА: Возвращаясь к природе злокачественного роста и эффективности терапии, хотелось бы затронуть вопрос о том, найдены ли какие-либо специфические объекты, на которые направлена лекарственная терапия?

Л.Н. МКРТЧЯН: В раковой клетке, в том числе в стволовых опухолевых клетках, пока что не выявлены специфические физические, химические или биологические объекты. И онкогены не специфичны в полном смысле слова. Их число достигло 100 и продолжает расти. Наличие соответствующего гена не означает, что человек обязательно заболит раком. Иными словами, в опухоли нет строго определенного объекта для терапевтического воздействия. В развившихся под влиянием онковирусов опухолях вируса может и не оказаться. Поэтому лечение рака, по мнению видных ученых, «не имеет достаточно-го теоретического обоснования».

Но есть одно кардинальное отличие раковой клетки от нормальной: она незрелая, и на ее поверхности появляются белки, свойственные внутриутробному периоду развития человека. В норме после рождения эти белки исчезают. И если у взрослых в крови они вновь выявляются, то это служит гуморальным признаком возникновения опухоли. Например, альфа-фетопротеин (от лат. *foetus* — «плод»), нормальный белок, продуцируемый человеческим эмбрионом, — это маркер для рака печени, яичек и других форм опухолей. Его впервые идентифицировал российский ученый Г.И. Абелев. Еще раз отмечу, что главная отличительная черта раковых клеток, независимо от типа опухоли, — их эмбриональность. Именно незрелым и молодым структурам свойственны быстрое размножение и рост; старая же клетка не дает потомства и в раковую не переходит. Вдумайтесь, пожалуйста, в этот феномен: на поверхности трансформированных злокачественных клеток появляются белковые тела, свойственные нормально развивающемуся человеческому зародышу.

С.П. КАПИЦА: Направленное воздействие на раковую опухоль — это новое направление в онкологии?

Л.Н. МКРТЧЯН: Один из основоположников химиотерапии опухолей Н.В. Лазарев придавал особую значимость мишеням. В научной литературе уже появились сообщения по поводу того, что онкомаркеры имеют и лечебный эффект. Роберт Галло (один из открывателей вируса СПИДа) вводил в опухоль Капоши, возникающую у больных СПИДом, коммерческий альфа-фетопротеин

и хорионический гонадотропин. Опухоль рассасывалась, но количество вируса иммунодефицита в крови не уменьшилось.

Американские врачи при генерализованном раке простаты применили простат-специфический антиген (PSA) и получили терапевтический эффект в отношении как основного очага, так и метастатических узлов в позвоночнике. Ученые Стэнфордского университета посредством модифицированного варианта одного из онкомаркеров (раково-эмбрионального антигена) добились у семи из 12 пациентов с поздними стадиями рака легких и толстой кишки заметного уменьшения опухоли.

С.П. КАПИЦА: Вы затронули чрезвычайно интересную тему: получается, что сама раковая клетка может себя оберегать?

Л.Н. МКРТЧЯН: По нашему глубокому убеждению, раковая клетка способна зародиться, прижиться, а тем более безудержно размножиться только потому, что она, как живое существо, может приспособливаться, защищаться. Первый уровень защиты — это эмбрионизация, вследствие которой на поверхности раковой клетки появляются эмбриональные белки. Раковые клетки в борьбе за существование «обманывают» организм, дезориентируют иммунную систему, подстраиваются под развивающийся зародыш, которому по не раскрытым до конца причинам присваивается статус максимального иммунологического благоприятствования. Зародыш всегда выступает полуаллогенным трансплантатом, поскольку содержит в себе генетический материал как матери, так и отца. Коварство раковой клетки в том, что она переняла самое священное свойство биологического вида — способность выживать и давать потомство. Ученые из Института им. Н.Ф. Гамалеи со всей убедительностью показали парадоксальность ситуации, когда в части случаев иммунная система не то что отторгает, а наоборот защищает «чуждое в себе». Речь не идет об ослаблении или усилении иммунитета вообще, это упрощенческий подход, а о его перестройке и избирательной стимуляции.

С.П. КАПИЦА: Стержень вашей исследовательской платформы — эмбрионизация. Именно на ней выстраивается концепция целенаправленного предупредительного воздействия на опухолевый рост.

Л.Н. МКРТЧЯН: Как показали исследования, именно эмбриональные структуры ввиду своей ранимости и неприспособленности более других подвержены разнообразным патогенным, в том числе канцерогенным воздействиям. В результате неправильной внутриутробной закладки тканей (дисэмбриогенез) они могут оказаться во взрослом организме в несвойственном им месте. Так, в надпочечниках патологоанатомы и хирурги иногда находят ткань щитовидной железы с типичным коллоидом, а на месте яичников — волосы, сальные железы, зубы и т.д. Персистирующие эмбриональные клетки во взрослом организме годами находятся в «дремлющем» состоянии. Но под воздействием самых различных общих и местных факторов (приобретенный или врожденный иммунодефицит, химические, физические и биологические канцерогенные агенты) они могут

пробуждаться. Родинки — тоже следствие неправильной внутриутробной закладки нервной ткани. Когда они увеличиваются, больной это замечает и обращается к врачу. Если же заблудшие эмбриональные клетки начинают пробуждаться и расти в легких, печени, яичниках или в других внутренних органах, то это годами никак не проявляется. И только тогда, когда сдавливаются окружающие ткани, повреждаются нервы и сосуды, появляются боль, дискомфорт, больные обращаются в лечебные учреждения.

Причинно-следственная взаимосвязь и соподчиненность местных и общих факторов канцерогенеза столь сложны и неоднозначны, что вряд ли удастся до конца их расшифровать. И не случайно канули в прошлое острейшие дискуссии между сторонниками вирусно-генетической теории и теории химического канцерогенеза. Не только опухолеродные вирусы и химические канцерогены, но и другие неспецифические патогенные воздействия в условиях ослабленного иммунного надзора у взрослых и пожилых людей могут привести к пробуждению имеющихся эмбриональных клеток и стимулировать их рост.

В один прекрасный день мы обнаружим, что рак, ответственный за бесчисленное количество смертей, неразрывно связан с зарождением жизни

К существенным открытиям в области понимания природы злокачественного роста, на мой взгляд, относятся и нахождение заблудших эмбриональных клеток и их комплексов не только у новорожденных и детей, но и у взрослых и пожилых людей. С учетом атавистического взгляда на происхождение злокачественных новообразований можно сказать, что возникновение неоплазм — это своего рода фатальная неизбежность.

С.П. КАПИЦА: В наши дни проявляется повышенный интерес к эмбриональным стволовым клеткам. Каково ваше мнение по этому поводу?

Л.Н. МКРТЧЯН: В последние два-три года было установлено, что эмбриональные стволовые клетки (ЭСК) предотвращают развитие рака у животных. Экспериментальные модели касались как индуцированного химического канцерогенеза, так и перевивных опухолей, причем более убедительными выглядят эксперименты, основанные на химическом канцерогенезе, поскольку такие модели ближе к реальной жизни.

Поражает своей результативностью возможность предотвращения рака в экспериментах на мышах посредством вакцинации ЭСК. В случаях перевивной карциномы легких Льюиса это 60–90%, а при химическом канцерогенезе — 80–100%.

Как патолог я всегда (еще до начала работ по созданию профилактической противораковой вакцины) избегал применения эмбриональных клеток ввиду непредсказуемости отдаленных последствий их введения. Ведь от эмбриональности до злокачественной трансформации — один шаг. Данные научной литературы последних лет показали, что эти опасения были не напрасными, поскольку установлено:

- введение ЭСК само может привести к образованию опухоли;
- управление дифференцировкой и размножением трансплантированных ЭСК, приведшим к разрастанию новой ткани, затруднительно;
- возможно изменение генома доноров, т.к. клетки эмбриона отличаются от клеток любого потенциального пациента; ЭСК несут в себе генетический материал и отца, и матери, что неизбежно приведет к отторжению пролиферирующих тканей; некоторые видные ученые и организаторы здравоохранения считают, что не оправдан чрезмерный энтузиазм исследователей, увлекшихся клеточной терапией;
- открыта подгруппа стволовых опухолевых клеток, которые под влиянием химиотерапии усиливают свою агрессивность.

Отсюда и наш интерес не к собственно эмбриональным клеткам, а к внеклеточному протеогликановому компоненту нормальных эмбриональных субстанций, лишенных дезоксирибонуклеиновой кислоты.

С.П. КАПИЦА: В заключение нашей беседы хотелось бы отметить, что успехи в диагностике и лечении очевидны, но заболеваемость не отступает. Никто не застрахован от этой болезни. Если со временем врачи научатся лучше лечить рак, но он будет все учащаться, то этой проблемой не будет решена.

В преддверии нашей беседы я ознакомился с современными взглядами на природу опухолевого роста. Могу сослаться на авторитетное издание (*Stem Cells. Handbook. NY, 2004*): «Точка зрения немецкого патолога, профессора XIX в. Юлиуса Фридриха Конгейма долго оставалась забытой, и только в последнее время на нее стали обращать внимание». Редакция основывалась на том, что в Японии очень высока заболеваемость раком желудка и крайне редко встречается рак простаты, в США же наоборот частота заболеваемости раком желудка низка, а раком простаты — велика. Объясняется это тем, что примитивная эмбриональная клетка Конгейма одна в своем роде, и в силу невыясненных этногенетических особенностей у японцев она чаще попадает в стенку желудка, а у американских мужчин — в простату.

По этому поводу исследователь рака Чарлз Оберлинг с некоторым сарказмом заметил: «В один прекрасный день мы обнаружим (возможно, это будет очередной иронией природы), что рак, ответственный за бесчисленное количество смертей, неразрывно связан с зарождением жизни». ■



8 ДНЕЙ РОЖДЕНИЯ, РОССИЯ!

В минувшем году Россия отмечала знаменательную дату — 1150-летие российской государственности. Моментом ее рождения принято считать 862 г., когда новгородцы позвали во власть Рюрика. Почему решено отталкиваться именно от этого факта, нам рассказал кандидат исторических наук
Андрей Евгеньевич Петров

Древнерусское государство помимо нынешней территории нашей страны охватывало земли и Беларуси, и современной Украины. Позже в Российскую империю, а потом и в Советский Союз вошли многие другие, ныне независимые государства.

Взаимодействие содружества восточноевропейских славянских народов — вопрос на данный момент актуальный. Это реальная общность людей, и такая важная дата — общекультурное гуманитарное событие, которое должно скорее объединять народы, нежели их разъединять. В 2011 г. тогдашний президент России Дмитрий Медведев на встрече с историками во Владимире рассказывал, как сложно ему было подписать указ о праздновании: «Периодически руку заносил подписать, задумывался и откладывал, и вот, наконец, решился и подписал». Значит, его волновал этот вопрос и он понимал, что несмотря на все дипломатические сложности, такую дату надо отмечать.

Происхождение государства — процесс длительный, а не одномоментный акт, случившийся 1150 лет назад. Поэтому все современные государства назначают точкой отчета некую символическую дату. Так было в Старом Свете в 2000 г., когда объединенная Европа активно праздновала 1200-летие коронации Карла Великого императором Священной Римской империи. Теперь эта дата символизирует оформление новой Европы. И не случайно на купюрах евро можно найти портрет императора: он сейчас стал одним из символов Евросоюза.

Синеуса и Тривора не было?

Для России 862 г. — дата, которая имеет большое историческое значение, хотя у нас есть историки, политики и простые граждане, активно выступающие против нее. Они до сих пор воюют с фантомами, считают, что призрак норманнизма может быть использован для того, чтобы уличить Россию в слабости и несамостоятельности. Даже такой уважаемый ученый, как Андрей



В «Повести временных лет» написано только то, что призвали варягов из-за моря. Одних варягов называют англами, других — свеями, т.е. шведами, и т.д. Одна из реконструкций объясняет, что «варяги» — это «люди, живущие у воды», поморские народы.



М.В. Ломоносов считал «варягов» исключительно славянами. Ради справедливости следует отметить, что первый русский академик не мог опираться на археологические данные, он использовал спорные источники XVII столетия.



КИЕВСКОЕ ГОСУДАРСТВО

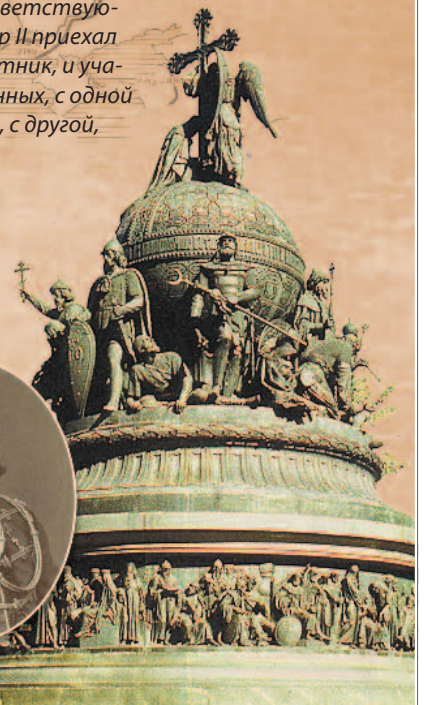
Деяния Олега и Ольги стали важными элементами государственного строительства. Таких вех было еще много в истории нашей страны, но подлинной «точкой невозврата», когда главный импульс был направлен на процесс становления государства, стал 862 г. Большинство историков объединяются вокруг этой даты и в той или иной степени ее признают.

150 ЛЕТ НАЗАД,

при Александре II, уже отмечали тысячелетие России, открыв в Новгороде соответствующий памятник. В 1862 г. Александр II приехал в Новгород, где открывался памятник, и участвовал в торжествах, посвященных, с одной стороны, открытию памятника, с другой, тысячелетию России.

Символично, что событие произошло в день Куликовской битвы. Основные мероприятия тогда пришлось на 7–8 сентября. Было много скрытого символизма, потому что царь проплыл по Волхову на ялике, высадился на Кремлевскую площадь, с наследником на лошадей объехал вокруг памятника.

1150-ЛЕТИЕ РУСИ



Николаевич Сахаров, бывший директор Института российской истории, после встречи историков с президентом в своем комментарии упомянул о том, что «варяги были все-таки славянами». Иных взглядов придерживается довольно сильная группа специалистов в Академии наук, убежденных в том, что «призванные на княжение» были скандинавами. И в той и в другой версии есть как свои сильные места, так и противоречия.

В нашей ранней истории слишком много белых пятен, которые, к сожалению, довольно трудно заполняются: у нас очень маленький набор источников. Средневековая российская история конструируется из фрагментов. Археология фиксирует присутствие в древнерусских центрах славянских и скандинавских предметов, финно-угорских подвесочек и балтской керамики. При этом интересен факт, что на всей территории отмечается славянский язык. Берестяные грамоты, летописи, первые акты, появившиеся в XI в., сохранившиеся рукописные книги древней Руси — все написано на древнерусском языке. Нам не известны на территории России какие-то серьезные рунические скандинавские надписи. Поэтому, на мой взгляд, хотя я тут в меньшинстве, у нас нет оснований говорить о том, что приглашенные люди были исключительно либо скандинавами, либо славянами.

Любопытно, что в «Повести временных лет» написано только то, что призвали варягов из-за моря. Из этой же летописи мы узнаем, что летописец, когда говорил о варягах, подразумевал абсолютно разные в этническом плане народы. Одних варягов называют англами, других — свеями, т.е. шведами, и т.д. В сущности, всех, кто жил на Балтике, все прибрежные племена называли варягами. Одна из реконструкций объясняет, что «варяги» — это «люди, живущие у воды», поморские народы. А в этническом и этнокультурном плане они могли быть разными — датчанами, и шведами, и англичанами, и славянами, и немцами. Кто именно были наши «варяги», трудно сказать. Можно вспомнить, что М.В. Ломоносов считал «варягов» исключительно славянами и возмущался «происками» немецкой профессуры. Ради справедливости следует отметить, что первый русский академик не мог опираться на археологические данные, он использовал спорные источники XVII столетия и искренне полагал, что немец русским историографом быть не может. Его главным оппонентом был Герхард Фридрих Миллер — «отвратительный» Миллер, заложивший основы российской научной археологии и источниковедения.

В Великом Новгороде, недалеко от центра, есть археологический памятник IX в. «Рюриково городище», резиденция древних новгородских князей. Там от 40 до 50% вещевого материала (по разным оценкам) хорошо соотносится со скандинавской традицией. Казалось бы, что еще нужно для доказательства норманнской теории? С другой стороны, многие из нас сегодня ходят в китайской одежде, ездят на японских и немецких автомобилях. Если археологи далекого будущего будут судить о нас по таким находкам, то получится, что

на территории России жили преимущественно китайцы, японцы, немцы, а не русские. Поэтому, если оружие и украшения, найденные в данной местности, имеют скандинавское происхождение, сама местность — торговый центр, а крупные города стояли на пересечениях торговых путей, то такие находки не могут быть строгим доказательством того, что здесь жили норманны. Мы даже в сельских поселениях Северной Руси находим арабские дирхемы или византийские бусы, и это говорит только о том, что Россия вела активную торговлю с другими народами.

Иногда приходится сталкиваться с занятной трактовкой рассказа о призвании варягов, где говорится про Синеуса и Трувора. Скандинавское «синехус» — это «со своим двором», а «воринг» — «дружина», т.е. «Рюрик с Синеусом и Трувором» значит «Рюрик со своим двором и дружиной».

Уникальность ситуации в Восточной Европе IX в. состояла в том, что была сформирована объединяющая фактически все основные восточнославянские племена государственная структура, то, что историки условно называют «Державой Рюриковичей», «Киевским государством»

Вопросов здесь много, но несомненно одно: уже в колыбели зарождения древнерусской государственности присутствовал процесс взаимодействия разных этнических культурных элементов. Напомню, что славяне и финские племена чудь и весь в тот момент, когда между ними началась усобица, призвали этого самого Рюрика как третьей силы. Он приехал к ним по какому-то договору, не самовольничать, а осуществлять определенные полномочия. Может быть, именно поэтому пришедшие с ним сородичи и потомки с большим удовольствием и охотой уходили из Новгорода, где их действия были скованы неким не дошедшим до нас договором. В основном шли на юг, в Киев. Уже через 20 лет Олег захватил Киев, убив Аскольда и Дира, и правил в городе, названном «Матерью городов русских».

Первая административная вертикаль

Очагов формирования древнерусской государственности было несколько. Очевидно, что она была очень сильно замешана на славянском субстрате. Уникальность ситуации в Восточной Европе IX в. состояла в том, что

была сформирована действительно объединяющая фактически все основные восточнославянские племена государственная структура, то, что историки условно называют «Державой Рюриковичей», «Киевским государством». Она была грандиозна по своим размерам и довольно рыхла в административном плане. О сильной вертикали власти говорить здесь не приходится. Ее было достаточно трудно создать. Основным инструментом исполнения властных полномочий было так называемое полюдьё — объезд подвластных Киеву территорий, когда осуществлялись сбор дани и одновременно княжеский суд. Затем дань надо было еще продать на Константинопольском рынке, поэтому работа князя была сложна, опасна и ответственна. Ему приходилось постоянно быть на коне или на ладье, выезжая все время в подчиненные ему области или на войну. Ольга, правившая после смерти Игоря с 945 по 962 г., заложила основы административной системы, установив систему погостов и «уроков», — заданий, нормативов для сбора дани. Это была уже первая особенность будущей административной системы Русского государства.

Деяния Олега и Ольги стали важными элементами государственного строительства. Таких вех было еще много в истории нашей страны, но подлинной «точкой невозврата», когда главный импульс был направлен на процесс становления государства, стал 862 г. Большинство историков объединяются вокруг этой даты и в той или иной степени ее признают.

Альтернативные даты

Есть любители истории, которые считают, что юбилей государственности прошел в 2010 г. Вспоминается известие 860 г. о походе руссов на Константинополь. Такое сообщение действительно существует, но что это были за руссы, до конца не понятно. По-шведски «рос» — гребец, поэтому предполагают, что имеются в виду некие шведы на гребных судах.

Известны и другие даты. Из Бертинских анналов, рассказывающих о государстве франков с 830 по 882 г., мы знаем о каких-то послых русского кагана при дворе короля Людовика. Руссы периодически всплывают в разных восточных документах, были также руги и роксоланы. В романских языках у этого корня есть значение «красный, рыжий», вспомните хотя бы Фридриха Барбароссу — «Рыжебородого». Корень «рус» — древнейший индоевропейский корень, поэтому основываясь лишь на нем, трудно говорить о чем-то конкретном, тем более отвечать на вопрос о зарождении государственности.

150 лет назад

Очень важно, что ровно полтора столетия назад, при Александре II, уже отмечали тысячелетие России, открыв в Новгороде соответствующий памятник.

Интересно, что тогда особого указа о праздновании не было, все отталкивалось именно от памятника, а старт работе над ним дал еще отец Александра, Николай I. К нему было обращено ходатайство о том, что грядет такая дата и надо в Академии художеств провести

конкурс. Была большая общественная полемика по поводу того, как должен выглядеть памятник, кто должен быть на нем изображен. Споры вызвали также коленопреклоненная фигура России на верхушке и образ колокола — почему он лежит на земле. Целая интрига была выстроена вокруг персон Ивана Грозного и Николая I (их нет в композиции). Как и во все времена, много дискутировали вокруг персон «современной культуры» (Гоголь, Крылов и др.).

В 1862 г. Александр II приехал в Новгород, где открывался памятник, и участвовал в торжествах, посвященных, с одной стороны, открытию памятника, с другой, тысячелетию России.

Символично, что событие произошло в день Куликовской битвы. Основные мероприятия тогда пришлось на 7–8 сентября. Было много скрытого символизма, потому что царь проплыл по Волхову на ялике, высадился на Кремлевскую площадь, с наследником на лошадях объехал вокруг памятника.

Надо иметь в виду: это произошло спустя несколько лет после поражения России в Крымской войне. Для империи — страшный позор, усиленный тем, что еще живы были ветераны 1812 г., 50 лет назад мывшие сапоги в Сене. Празднование тысячелетия стало этапом большого модернизационного проекта. В 1861 г. вышел манифест об освобождении крестьян, потом были осуществлены земская, судебная, военная реформы. Все это — преобразования, празднование тысячелетия — были звеньями одной цепи. И я думаю, что Дмитрий Медведев, подписывая указ о праздновании, тоже хотел использовать его как один из рычагов для запуска механизма модернизации. По крайней мере, мне этот момент представляется очень важным.

Изначально процесс создания российской государственности шел как процесс объединения разных этносов, разных культур. Поэтому немаловажно, чтобы этот праздник не был праздником только Москвы, Новгорода и нескольких других городов. Важно, чтобы это был праздник всей России, всех ее регионов. Хотелось бы еще, чтобы к нему присоединились Украина и Белоруссия. А если учитывать и последующую эволюцию государственности, то надо приглашать и весь СНГ, поскольку все эти государства так или иначе, в то или иное время попали в орбиту Российской империи и Советского Союза и развивались, имея свой очаг в древнерусской государственности. У нас у всех есть общая история.

В этом смысле опыт проведения года российской истории представляется бесценным. Он объединил в себе празднование значительных дат нашей истории из разных эпох. 1150-летие российской государственности, 400-летие освобождения Москвы народным ополчением как начало преодоления Смуты, 200-летие победы в Отечественной войне 1812 г., 90-летие образования СССР, 70-летие победы под Москвой и начала Сталинградской битвы. Символично, что идея объявления 2012 г. годом российской истории исходила не от власти. Ее предложили историки, и это предложение получило развитие и поддержку. Поразительно, что без



! Справка

Андрей Евгеньевич Петров — российский историк, кандидат исторических наук, заместитель академика-секретаря Отделения историко-филологических наук (ОИФН) РАН по научно-организационной работе с 2009 г., член Бюро ОИФН РАН с 2002 г., научный сотрудник Археологической комиссии Института славяноведения РАН с 2000 г. 17 февраля 2012 г. перешел на работу в Государственную Думу РФ, начальник аналитического управления аппарата Государственной Думы Федерального Собрания. С 2012 г. — ответственный секретарь Российского исторического общества.

Один из инициаторов серии специальных номеров журнала «Родина» «История России — эпоха за эпохой».

Ответственный редактор специальных выпусков «Древняя Русь», «Средневековая Русь», «XVI век. Сотворение России», «Смута в России XVII века», «Допетровская Россия». Участвовал в создании блоков, посвященных 1000-летию Казани (2005) и фальсификациям источников (2007). Организатор международных конференций «Фальсификация источников и национальные истории» (2008), «История, историки, власть» (2010).

Ведет преподавательскую работу, автор учебных пособий по отечественной истории. Заведующий лабораторией историко-политической культуры факультета политологии МГУ им. М.В. Ломоносова.

значительного участия государства торжественные мероприятия и акции, приуроченные к этим датам, происходили по всей стране. В праздновании приняли участие самые широкие круги общественности. Важно, что именно в 2012 г. стартовал целый ряд проектов, которым, я убежден, обеспечена долгая жизнь. Среди них создание Российского исторического общества во главе со спикером Государственной Думы Сергеем Евгеньевичем Нарышкиным. Организованное в июне прошлого года, оно уже успело внести свой вклад в развитие нашей исторической культуры. Сегодня это общество объединяет вокруг себя организации, в которых работают большинство российских историков, оно открыто деятелям искусств, средств массовой информации и всем

любителям нашей истории. Уверен, что долгожданное создание такой ассоциации именно в год российской истории символично. Но уже сейчас ясно, что впереди нас ждут не менее значимые для нашего общества исторические даты, такие как 1150-летие создания славянской азбуки и 400-летие избрания на царство первого царя династии Романовых в 2013 г., столетие начала Первой мировой войны и 150-летие судебной реформы Александра II в 2014 г., наконец — 70-летие победы в Великой Отечественной войне в 2015 г. Иначе и быть не может, потому, что 13-вековая история нашей страны богата яркими событиями. ■

Подготовил Валерий Чумаков

В.Н. Татищев

История Российская. Часть I

Читаем Татищева

(О чем не пишут в учебниках)

*Нынешнее (федеральное?)
устройство нашей великой
страны далеко не первое.
Татищевым «дано древнее
разделение на пять главных
частей, различие которых
не в разделении правительств,
но скорее в разности природных
особенностей пределов
состояло...».
Вот они, равные среди равных*

Великая Русь

Была «...от Великого града, или Гордорики <...> поименована. <...> Граничит на севере с Финляндиею до Белого моря, на востоке с юграми до реки Двины, а после до гор Поясных <...>, на юге с Белою Русью до реки Волги и устья реки Медведицы, на западе с Литвою и Пруссией по морю Балтийскому до Мемеля. <...> Престол сначала был в Гордорике, ныне Старая Ладога, потом в Новгороде Великом. <...> Герб сего великого княжества древнейший был муж стоящий, подобно Геркулесу, дубину пред собою имеющий, потом врата с тремя верхами и во вратах оный муж с дубиною. <...> На деньгах разные изображения эмблематические, особенно жена, сидящая со крестом, и народ, пред нею на колених припадающий. Напоследок взят архиепископов престол и на нем книга, под престолом две рыбы. О голове воловьей в гербе новгородцев <...> показано».

Среди «княжений местных» (по-современному, административных образований) были тогда следующие:

«Новгородское, хотя собственно принадлежало великому князю, но бывали от оною дети или братья в управлении, и вообще собственное правительство имело. От оною были уделы по временам, но не наследственно, в Корелии, в Торжке и в Копорье. Из-за разногласий же

Историческая карта расширения границ России со времен Ивана Грозного



и беспорядочных поступков князей оно, а также и Полоцкое, дерзнули, отвергнув власть великих князей, общенародное правительство, или демократию, ввести, что с великим их разорением было опровергнуто и под власть государеву покорены.

Изборское, затем в Плесков, или Псков, перенесено. Оно, хотя свое собственное правление имело, но так как Новгороду принадлежало, в нем наследственных князей не было, а по временам князя призывали. От оно, вместе с Новым градом на уделы по требованию обстоятельств князи определялись в Дерпт, Изборск и в Гдов. В Плескове первый князь был брат Рюриков Трувор, потом племянник Владимиров Судислав <...>.

Весь, или Белоозеро, в котором первый князь был Синеус, брат Рюриков <...>. Это, хотя под власть белорусских князей приобщено было, но положением включается в границы Великой Руси. Константин Мудрый, великий князь, разделив детей, отдал оно младшему сыну, которого наследие до побития князей на Дону Мамаем состояло в силе, а потом дети их стали разделяться на многие уделы так, что за недостатком городов деревни в уделы давались, и где оные были, подлинно неизвестно.

Полоцкое, издревле относилось к Великой Руси, но Владимир I, отдав оно сыну Изяславу, отделил,

и появилось первое местное княжение, от которого удельные были: Минское, Витебское, Двинское, в Кокенгаузе, Изяславльское и Дручевское. Все сии ныне в Литве и Ливонии, а Изяславль давно запустел. Оно, как выше сказано, согласясь с новгородцами, демократию ввели, но постепенно из-за вреда ее вынуждены были оставить и под власть литовскую отдаться».

Малая Русь

Оная «прежде именована Поляне, потом просто Русь. Престольный град на протяжении всего времени был Киев, по-славянски Горы именованный. О владетелях хотя Нестор говорит, якобы первый был Кий, но оно более счесть за вымысел для закрытия неведения древности, которое обличается тем, что Киев был весьма давно <...>. Во-вторых, поскольку народ славянский до Христа в сих местах обитал, то без князя быть не могли. Нужно было иметь города для защиты, как везде славяне имели. И на Днепре <...> Киев, или Горы, был населенное место, хотя о владетелях известия и не осталось, но владели казарские князи до пришествия Оскольда, а некоторыми народами до перенесения престола Олегом, когда учинилось великое княжение всея Руси.

...Границы оного: на севере по реке Угре с Белою Русью, на востоке до верховий Донца и Оки с половцами и печенегами, на полдень с Херсонесом Таурийским и казарами до Бога реки, на западе по реку Горынь с Червонною Русью и по реке Березе, текущей в Днепр, с Черною Русью».

Населяли Малую Русь «народы древние», как то:

- «Берендичи, берендеи, также черными клобуками именованные, состояли из трех народов: торки, или турки, печенеги, которые были сарматами, и славяне, происшедшие от казар, из-за того они разные названия имели, а так как жили по реке Рось, то они вообще поросяне, поршане и пороситы названы.
- Вятчи, прежде сарматы, потом славяне, вверх по Оке, где ныне Калуский, Козельский, Белевский и Волховской уезды.
- Гелы, гилы и гелины, у Геродота еллины, с будинами едиными указаны и точно рассказывает, что греки, поселившиеся между скифами, или, подлиннее, у сарматов обитая, сами, язык греческий погубив, сарматами стали. Они, по Нестору, жили по реке Орели, которая Угл, а по-сарматски Гилио именована.
- Голинды, иногда в сей части, иногда в Литве упоминаемы. Древляне, славяне <...> по реке Припети. Их города: Коростень, Овруч и Житомир, а прежде и Туров.
- Казары, славяне <...>. Они жили по Днепру и Богу. У греков газинитары и казары именованы. Но их много было в области русской по Роси и по городам населено.
- Команы, или куманы, от русских половцы, отдельная область <...>, жили по Дону, Донцу и около Днепра.
- Печенеги, певдины, один народ с половцами <...>.
- Поршане, смотри берендичи.
- Родимичи, славяне, переведенные из Польской области. Жили часть по Суле, другие в Черной Руси.
- Торки и торпеи, обще с берендеями и по разным княжествам.
- Угличи, по реке Углу или Орели. Они же выше гилы именованы.
- Черные клобуки, те же берендеи и торки по реке Рси.
- Герб древний сего предела: человек на коне с саблею над главою в красном платье, скачущий направо. Гваньини киевский герб указал: в зеленом поле всадник литовский, т.е. с саблею над главою, скачущий налево. О его цвете от недостатка искусства геральдики не упоминает, только на белом коне.

Княжения этой части:

- Киевское, от которого детям великих князей не наследственно давались в уделы Переяславль, Вышгород, ныне пуст, Городец и Юрьев, ныне Острь, Белгород, ныне Белогородка. Иногда были князи в Триполи и Каневе.
- Древлянское в Овруче, его удельные: Туровское, Черторьское, Корецкое, Пинское и Дрогичинское в Подляшии.
- Черниговское было большее между всеми, ибо сначала оному принадлежали Тмутаракань, или Рязань (Резань), и Вятчи, почитай, до реки Москвы, тогда как град Коломна к Тмутаракани, а Лопасня к Вятчам относились. В нем первый князь был Мстислав, сын Владимира I,

а потом перешло сыну Ярославлеву Святославу II и в его наследии пребывало непрерывно, до тех пор пока Литва оным не овладела.

Удельных княжеств в оном более, нежели в других. Кроме Тмутаракани: Северское, после стало местным, Курское, Трубчевское, Счижское, которому Стародуб и Брянск принадлежали, Одоевское, Оболенское, Тарусское и Воротынское».

Белая Русь

«Издревле в зависимости от территории по-разному именовалась, как то: Поле, Меря, Мурома и Крев, или Верховье, потом все оно Белая Русь именовано <...>. Можно поверить <...>, что это имя от преизящества земли и довольства в предпочтении прочим дано. <...> О границах и пространстве этой части разное мнение находим. Древние наши писатели разумели под оным именем Польский и Меряжской или Суздальский и Ростовский пределы с прилежащими землями, после Смоленское, или Кревич, которое было отдельное владение, к тому присовокупили. Литовские, желая похитить титул великих князей белорусских, обладав Смоленском, оно только княжество за Белую Русь почли, чему и наши, не ведающие своей истории, последовали; но нам довольно к утверждению правдивости наших слов, что древнейшие манускрипты <...> везде, <...> на многих местах всю сию страну, кроме Смоленского, Белая Русь именуют. <...> Может, белое платье у государей в почтении было, и герб древнейший этой части всадник в белом платье, а Черной Руси, который литовские князи похитили, в черном, киевский же, или малороссийский, в красной одежде были.

Границы этой области на севере с Великою Русью по Волге. Как о построении Твери сказано, великий князь Всеволод III повелел на границе между княжествами построить твердь, или крепость. И еще реку Медведицу часто за границу новгородскую с Ростовским княжеством почитали, но после Кашин ко Твери, Углич к Ростову приобщены. На восток до югров, ибо Вологда принадлежала Ростовскому, а после Ярославльскому княжеству, и простиралось вниз по Волге до устья реки Оки с мордвою, на юг до Оки с Рязанским княжеством, мордвою и болгарами, после же с болгарами продолжена до Суры, а после присовокупления Рязанского к югу до реки Воронежа.

Престол древнейший во время сарматских государей был град Шуя, ибо имя то на сарматском языке значит престол или столица, по-латински резиденция; при Владимире — Ростов, Юрий II перенес в Суздаль, Андрей II во Владимир, Иоанн I Калита в Москву.

Герб Белой Руси издревле был всадник белый в красном поле, саблю имеющий пред собою. Василий III Дмитриевич положил копием колющего голову. Его внук Иоанн I царь — змия колющего в знак победы над татарами, как на их деньгах изображенного. Некоторые думают, сей герб княжества Московского, но неправильно. Ибо Московский герб давно был лев с единого борющегося.

Народы древних названий в сей части были:

- Кимры, сарматы, по Волге, где поныне имя то великое село Кимра хранит. К тому Углич, Кашин, Бел городок (ныне запустел) принадлежали <...>.
- Кривичи, сарматы, потом славяне, ныне княжество Смоленское.
- Меря, сарматы, Ростов, Галич, Кострома и Ярославль.
- Мордва, сарматы, Нижний Арзамас, Алаторь и пр.
- Мордва, море, меря, мордвасы, все едино есть, только по местам по-разному именованы.
- Муром, сарматы, Муром и Касимов.
- Печенеги, сарматы, у иностранных певчины, пеуциниги и пацинаки, обитали сначала в верховьях Дона, где Тула и Елец, и до Воронежа, потом к Донцу и за Днепр перешли. Они же и половцы именованы».

И вот «княжения местные и удельные»:

- «Ростовское. От оногo удельные: Ярославльское, Угличское, Галицкое, Костромское, Кубинское, или Вологодское, к нему же приобщено Белозерское, о котором выше показано, но после было отдельное.
- Смоленское, от которого Вяземское, Дорогобужское, Друцкое или Мстиславское, Бельское и Торопецкое.
- Муромское, без уделов.
- Рязанское, или Тмутараканское, от него Елецкое и Пронское.
- Тверское. От него Кашинское, Городенское, ныне село, Холмское и Микулинское, ныне села.
- Суздальское. От него Нижегородское, Шуйское и Вейское.
- Владимирское. От него Юрьевское, Городецкое, ныне село, Стародубское, ныне город запустел, именуется Кляземское городище и Стародубская волость.
- Московское. От него Можайское, Боровское, Звенигородское, Волоцкое, Ржевское, Старицкое и Дмитровское».

Червонная Русь

«Имя это от града Червени и прежде Червенские города называлась, потом поляки, захватив, Червонная Русь именовали. Границы этой части: на севере по Припечи с Черною Русью, на востоке по реке Горынь с Малою Русью, на юг распространялась до Дуная с болгарами и до гор с венграми, на западе с Малою Польшею.

Народы в сей части упоминаются:

- Воляняне, которых польские писатели полагают от Волги <...>.
- Берляд, славяне, жили меж Днестром и где ныне Молдавия, что мы именуем Волоокая земля или, лучше сказать, именуемая Бессарабия, ныне Белогородская, и будяцкие татары владеют.
- Родимичи, славяне, до перешествия в Малую и Черную Русь обитали близ Ельбы, где поныне град их Радомль то имя хранит.

Престола общего в сей части не было, поскольку почиталось за местное княжение, и первое было во Владимире дано Ростиславу, сыну Владимира Ярославича, потом

перенесено в Перемышль, затем в Галич, и разделялось на уделы Луцкие, Перемышльские и Свиногородские. После в нем было несколько королей русских. Ныне всего оногo предела главный град Львов во владении польском.

Герб сего княжества в русских описаниях не находится. Гваньини сумятно описывает сперва человека нагого на коне с саблею, потом святого Георгия, колющего змию, наконец, литовского всадника. В письменном гербовнике литовском на желтом знамени всадник красный с саблею над главою, скачущий на левую сторону».

Черная Русь

«В русских древних историях сего названия не упоминается, но заключалось частью в Древлянском княжестве, частью в Литве, только находится в титуле царя Алексея, где положено так: всея Великия, Малыя, Белья, Черныя и Червонныя Руси <...>.

Герба этой части нигде не описано, но литовские князи, <...> завоевав сию часть, Новгородок и прочие города, русский герб всадника, употреблять стали, который выше описан. Но гербовники герб новгородский отдельно описали <...>, в червонном поле всадник литовский на белом коне.

Народы древние в сей части упоминаются:

- знатнейший из всех язиги, или ятвиги и ятвежи, сарматы; жили между Немоном и Бугом, где ныне воеводство Брестское, Бельское и Новгородское.
- Голяды <...>, сарматы, но где точно жили, не показано.
- Княжение по русской истории главное было Туровское, гроденские князи упомянуты без всех обстоятельств, <...> новгородское.

Местные и удельные князи в том различались, что первые на съездах или сеймах по старшинству места свои имели, а прочие того не имели, но при своих местных князях присутствовали. И последних такое множество образовалось, что городов в уделы каждому недоставало, и один град надвое и натрое бывал разделен, или селами и деревнями награждались, без зазрения один другому служили, многие княжеские дети, титул княжеский оставив, шляхетским довольны были.

Через такое безрассудное разделение Русское государство в крайнюю слабость и разорение пришло. И хотя некоторые князи благорассудные, о том великом беспорядке сожалея, способны к узаконению полезнейшему представляли <...>, но нерассудным и не знающим пользы отечества непотребным оно явилось, так что съехаться и рассудить о том не похотели».

«Сие только к разделению древней Руси относится...».

Подготовил Игорь Прокуронов

Уверье наукой



В Перми появилась новая научная награда — премия имени Сергея Капицы. Она будет присуждаться молодым ученым не старше 35 лет, защитившим докторскую диссертацию или совершившим научное открытие, сумевшим успешно представить свои достижения обществу

Почему Пермь?

Решение учредить премию имени Сергея Капицы стало итогом форума «Ни дня без науки», который проходил в ноябре 2012 г. в Перми и был посвящен его памяти. В свое время Сергей Петрович поддержал идею форума, цель которого — вдохновить молодых людей Пермского края на занятия наукой. Он считал, что Пермь может стать «ареной научной инновационной деятельности» благодаря своему потенциалу — четырем академическим институтам, двум вузам и филиалу, носящим статус национальных исследовательских университетов. Форум организовала Пермская научно-производственная приборостроительная компания по инициативе директора Алексея Лебедева при поддержке правительства Пермского края. В организации форума помогли наш журнал «В мире науки / *Scientific American*» и телекомпания «Очевидное — невероятное».

Ни дня без науки

Два дня более 800 студентов, аспирантов, старшеклассников, собравшихся со всего Пермского края, имели уникальную возможность общаться, слушать, задавать любые вопросы знаменитым ученым и журналистам, приехавшим из Новосибирска и Москвы. Среди гостей форума были председатель Сибирского отделения РАН Александр Асеев, председатель Общества





3



4

офтальмологов России, член-корреспондент РАН Христо Тахчиди, посол доброй воли ЮНЕСКО, доктор философских наук Александра Очирова, ученый-океанолог, Герой России Анатолий Сагалевич, научный сотрудник Института космических исследований РАН Максим Мокроусов. Модератором научного форума стала известная телеведущая канала «Россия 24» Эвелина Закамская. Горячий интерес и энтузиазм молодых людей создавали общее настроение. Атмосфера была радостной и демократичной, но в то же время располагала к серьезному откровенному разговору. На церемонии открытия участники форума обсуждали вопросы, как стать ученым, почему Россия занимает 22-е место в мире по числу научных публикаций, как нужно продвигать свои достижения. Но главным событием стали лекции и мастер-классы, которые провели гости форума. Аудитории едва вмещали всех желающих, а потом выступающих долго не отпускали, задавали вопросы и фотографировали на память.

События и итоги

В рамках форума «Ни дня без науки» произошло еще одно приятное событие: на базе Пермской научно-производственной приборостроительной компании открылся музей науки и техники. Экспонаты, выставленные в нем, показывают, как развивались наука и техника в Перми. Этой же теме посвящена коллекция научных книг библиотеки им. А.М. Горького, которая теперь будет храниться в новом музее. Его создатели мечтают о том, чтобы он стал центром взаимодействия науки, образования и промышленности Пермского края, а главное — одним из самых популярных мест для молодежи, интересующейся наукой. Итогом форума стало утверждение специальной премии для молодых ученых имени Сергея Капицы. Ведь именно этому поколению, по словам Сергея Петровича, решать, быть ли российской науке как явлению. ■

Подготовила Ольга Беленицкая



5



6

1. Доктор философских наук, посол доброй воли ЮНЕСКО Александра Очирова
2. На мастер-класс известной телеведущей Эвелины Закамской посчастливилось попасть не всем
3. Пионеры из XXI века
4. Большой зал с трудом вместил всех, кто хотел послушать лекцию академика Александра Асеева
5. Знаменитый офтальмолог Христо Тахчиди рассказывает об уникальных операциях на глазах
6. Директор ПНППК Алексей Лебедев



Научный ensemble

Наука — одна из немногих областей человеческой деятельности, в которой при обмене продуктом в выигрыше оказываются обе стороны, и поэтому все попытки объединить Российскую и Французскую академии наук можно лишь приветствовать

В конце ноября в Посольстве Французской Республики в Москве состоялось подписание соглашений о международном сотрудничестве в научной сфере между Россией и Францией. Погода в этот день встрече не благоприятствовала. В самом конце осени она решила удивить москвичей и гостей столицы небывалыми снежными заносами, каких, по утверждениям метеорологов, в Москве не было полвека. «Скоро Рождество, и в Москве это чувствуется как нигде больше, — сказал Лионель Бушайо, директор Института электроники, микроэлектроники и нанотехнологий. — Это значит, что пришла пора загадывать желания, которые непременно сбудутся, и для меня таким желанием стало тесное сотрудничество нашего института с российскими коллегами. Надеюсь, оно воплотится в жизнь».

Дружно, взяли!

Российскую сторону представляли члены РАН во главе с вице-президентом академиком Александром Андреевым, сотрудники Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) во главе с академиком Владиславом Панченко, главы многих академических институтов.

В ходе встречи были подписаны документы, обеспечивающие сотрудничество в ядерной физике и физике нейтрино, исследовании полюсов, уникального подледного озера Восток, расширение работы международных лабораторий, рассмотрен ряд других совместных планов.

«В настоящее время сложнейшие физические эксперименты, которые осуществляются с использованием громадных установок-ускорителей, требующих колоссальных финансовых вложений, не могут проводиться

в рамках одного, даже высокоразвитого государства, — подчеркнул директор Объединенного института ядерных исследований в Дубне академик РАН Виктор Матвеев. — Примером этому может служить создание Большого адронного коллайдера в CERN. Немалую роль в общем деле изучения кварк-глюонной плазмы играют ускорители тяжелых ионов в ОИЯИ, члены которого — 20 стран, в том числе Франция, с которой мы сотрудничаем много лет».

В Сибирь за наукой

Соглашение по созданию франко-сибирского научно-образовательного центра, подписанное здесь же, включает в себя различные структуры СО РАН и 14 ведущих университетов Сибири. С французской стороны это НЦНИ и 22 национальных университета.

«Наиболее тесно франко-российское научное сотрудничество в области наук о Земле, изучения окружающей среды и климата, оно распространяется на многие регионы Сибири, Урала, вплоть до Якутии, — рассказал президент Сибирского отделения РАН академик Александр Асеев. — Такие крупные университетские города, как Новосибирск, Томск, Иркутск и Красноярск, — основное исследовательское поле для научных наблюдений большого числа геологических образований, а также арктических и субарктических зон. Мы плотно сотрудничаем в области палеонтологии, палеогеологии, антропологии, этнографии, культурологи, международной коммуникации и эволюции народов и земель».

По словам академика Асеева, сейчас удалось заключить ряд договоров о межвузовских обменах,



В ходе встречи были подписаны документы, обеспечивающие сотрудничество в различных областях науки



Президент СО РАН А.Л. Асеев, директор ОИЯИ В.А. Матвеев, ректор МИРЭА А.С. Сузов



Ф. Роллэ, президент Научно-технологического университета Лилля, и М. Бонэн, замдиректора международного отдела ИЦНИ

образовании совместных аспирантур. Теперь российские студенты и аспиранты смогут учиться во Франции, а французские — в Сибири. В результате они станут обладателями двойных дипломов. «Кризис в науке существует не только в России, это общемировая тенденция, — заметил Александр Асеев. — Это заметно и в Европе, где в научных лабораториях работают в основном эмигранты, в том числе из России. Европейские же ученые стремятся уехать в более богатую Америку. Становится понятно, что преодолеть кризис можно только сообща, объединившись с крупными мировыми научно-исследовательскими и образовательными центрами, что мы и делаем».

Сегодня список тем франко-сибирского сотрудничества насчитывает около 90 общих позиций. Это «Генетика и селекция, геномика и биоинформатика» (Институт цитологии и генетики СО РАН и Национальный институт сельскохозяйственных исследований Франции), «Углерод на влажных зонах Сибири» (Институт леса СО РАН и Университет Тулузы), «Изучение структурных элементов рибосомы человека» (ИХБФМ СО РАН и Институт молекулярной и клеточной биологии в Страсбурге), «Виртуальный атомный и молекулярный мир» (ИОА СО РАН и Университет им. Пьера и Марии Кюри в Париже) и т.д.

Директор Института лазерной физики СО РАН академик Сергей Багаев — обладатель высшей награды Французской Республики, ордена Почетного легиона, который был вручен ему за выдающийся вклад в научное сотрудничество между нашими странами, участие в создании Европейского научного объединения, включающего ведущие лаборатории в области лазерных наук, расширение сотрудничества в области фундаментальной науки, образования и инноваций. Одной из перспективных российско-французских разработок он называет квантовые оптические часы, которые помогут глобальной навигационной спутниковой системе ГЛОНАСС перейти на оптический стандарт частоты с использованием генератора фемтосекундных импульсов. Новый принцип обработки информации позволит уменьшить погрешность данных в определении координат до нескольких сантиметров и решать сложные гражданские и оборонные задачи картографирования.



Приветственная речь вице-президента РАН академика А.Ф. Андреева

Первые в мире оптические часы были созданы в 1981 г. в стенах Института лазерной физики СО РАН, а сегодня наземные варианты таких установок на основе фемтосекундных лазеров есть и в зарубежных научно-исследовательских лабораториях, в том числе во Франции. Их внедрение в практику позволит увеличить точность многих измерений на два-три порядка.

После подписания документов обстановка встречи постепенно стала более непринужденной, звучала русская и французская речь, и если собеседники не понимали друг друга, а рядом не оказывалось переводчика, они переходили на английский. «Мы рады, что наши отношения продолжают развиваться, — сказал в заключение встречи вице-президент РАН Александр Андреев. — Ведь исторически русские очень любят французоз». ■

Наталья Лескова

Давно и надолго

Сотрудничество ученых России и Франции имеет давние традиции. Самая распространенная форма совместной работы — так называемые породненные лаборатории, в которых трудятся научные сотрудники как из России, так и из Франции. В 1990-х гг. в таких лабораториях велись работы по теоретической физике, математике, радиокристаллографии биологических молекул и кристаллографии белка, катализу, молекулярной фармакологии нуклеотидов антител, архивам, литературе и культурным обменам. Они успешно функционируют и по сей день.

Недавно появились новые формы сотрудничества, такие как Международная ассоциированная лаборатория (МАЛ) и Международное научное объединение (МНО). МАЛ — это «лаборатория без стен», включающая две или три лаборатории ИЦНИ и РАН. Они сохраняют свои автономии, статус, ответственность и раздельное местоположение, но при этом у них общее руководство и общие задачи. На данный момент таких совместных лабораторий насчитывается более 40, и работают они в самых различных направлениях. МНО объединяет до 20 научных коллективов двух или более стран. Они устанавливают научную сеть и сообща решают разнообразные научные задачи — от ядерной физики, экологии и наук о человеке до гуманитарных наук, географии и этнографии.



Памперсы как критерий инноваций

На пороге шестого технологического уклада все шире используются разнообразные сетевые технологии, а на передовой край науки выходят направления, связанные с человеком

О безграничных возможностях в этих областях неоднократно говорил Сергей Петрович Капица — в свое время он даже стал инициатором конференции, посвященной этой проблематике. Конференция «Сети, самоорганизация, будущее» состоялась: она прошла в Москве 29–30 ноября и была посвящена памяти профессора Капицы.

— Робототехника, био- и нанотехнологии, эффективное природопользование, учащее совершенно иначе относиться к окружающей среде, медицина, которая на десятки лет увеличит продолжительность активной жизни человека, полномасштабные технологии виртуальной реальности, гуманитарные технологии, которые позволят по-новому использовать возможности личности и коллектива, — вот стратегические направления,

на которые сейчас делают ставки все, кто не хочет пропустить шестой технологический уклад, — утверждает Георгий Малинецкий, заведующий отделом моделирования нелинейных процессов Института прикладной математики им. М.В. Келдыша.

— Основные инновации сегодня связаны с человеком, с изменением отношения к себе, к миру, к знанию, — уверен Георгий Малинецкий. — Потенциал у нас действительно есть: есть эксперты мирового уровня, есть разработки. Надо просто перестать казаться, уже пора быть!

— На вопрос, почему наши разработки не находят практического применения, у меня ответ простой, — говорит один из организаторов конференции, ректор Российского нового университета Владимир Зернов. — Нет стимула! Работа губернаторов в России оценивается по двум с половиной десяткам параметров — где в такой системе место инновациям?! А сделали бы всего два критерия: продолжительность жизни населения и демографический рост в регионе — и чиновники всех уровней быстро внедрили бы все, что только возможно, чтобы эти показатели повысить.

Внедрять есть что. В одном только Российском новом университете гордятся несколькими международными патентами — например, защищающими разработки для укрепления сосудов и борьбы с онкологией, создания самых чистых в мире нанотрубок и системы очистки выхлопных газов, превосходящей стандарт Евро-6. Однако именно «человеческий фактор» в масштабе страны приводит к тому, что вклад инноваций в экономику страны в России самый низкий из всех развитых стран. У Георгия Малинецкого свой рецепт успешности в смысле внедрения инноваций: это, представьте себе, памперсы.

— Думаете, нанотехнологии — это что-то заоблачное, далекое? Нет. Это, скажем, обычные памперсы. Памперс — это пример нановолокна: он впитывает в 100 раз больше, чем весит сам. У нас есть как минимум пять компаний, готовых всю Россию завалить отечественными подгузниками. Но взять кредит на производство в России вы можете только под 20%, и то только если у вас очень хорошие связи в банке. А производство выживает, когда процент по кредиту — 12%, а в случае высоких технологий — 3–4%. Так что если хотите узнать, используются ли в России нанотехнологии, посмотрите на полки в магазине: как только там будут российские памперсы и не будет иностранных, считайте, что дело сдвинулось с мертвой точки. ■

Елена Укусова

! СПРАВКА



Владимир Алексеевич Зернов — доктор технических наук, профессор, председатель Ассоциации негосударственных вузов России, член президиума Союза ректоров России, Ассоциации юридических вузов России. Член Аккредитационной коллегии Министерства образования, Российского общественного совета

по развитию образования, рабочей группы по модернизации образования Центра стратегических разработок.

Георгий Геннадиевич Малинецкий — доктор физико-математических наук, профессор, заведующий отделом моделирования нелинейных процессов Института прикладной математики им. М.В. Келдыша. Координатор проекта «Системный анализ и математическое моделирование мировой динамики» программы фундаментальных исследований президиума РАН «Экономика и социология знания». Вице-президент Нанотехнологического общества России. Один из основоположников клиодинамики.





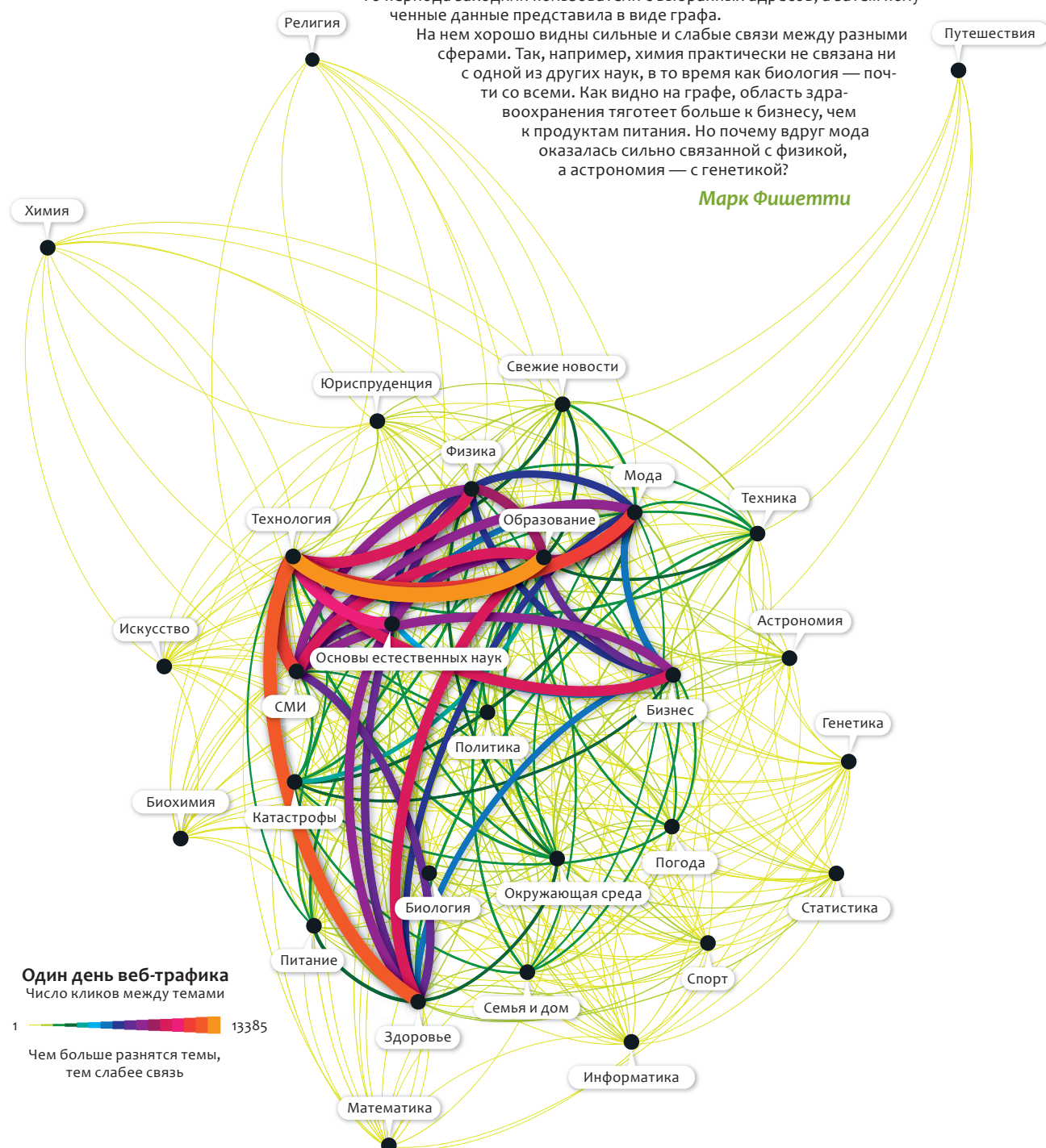
Куда больше всего любят заходить в Интернете?

У поклонников точных наук довольно странные и неожиданные интересы

Оказывается, людям, интересующимся физикой, по душе не только информатика. Помимо всего прочего, они без ума от мира моды — ну кто бы мог подумать! Но именно к такому интересному выводу пришла Хилари Мэйсон (Hilary Mason), руководитель исследовательских работ интернет-сервиса www.bitly.com, позволяющего сокращать URL-адреса. По просьбе журнала *Scientific American* она сделала выборку из 600 адресов веб-страниц, посвященных естественным наукам, с которых с 23 по 24 августа 2011 г. посылались запросы на их сервер. Потом она проанализировала 6 тыс. страниц, на которые в течение указанного периода заходили пользователи с выбранных адресов, а затем полученные данные представила в виде графа.

На нем хорошо видны сильные и слабые связи между разными сферами. Так, например, химия практически не связана ни с одной из других наук, в то время как биология — почти со всеми. Как видно на графе, область здравоохранения тяготеет больше к бизнесу, чем к продуктам питания. Но почему вдруг мода оказалась сильно связанной с физикой, а астрономия — с генетикой?

Марк Фишетти





Следим за черепахами из космоса

Используя спутниковые снимки, удалось проследить, где пути миграций кожистых черепах пересекаются с маршрутами движения рыболовных траулеров

Кожистая черепаха (*Dermochelys coriacea*), весящая около 600 кг, — безусловно, крупнейшее из ныне живущих на Земле пресмыкающихся. Но внешность обманчива: это животное очень уязвимо. Так, численность популяций кожистой черепахи, обитающих в Тихом океане, сократилась за последние 20 лет на 90%. В значительной мере это связано с опасностями, которые представляют для черепах рыболовные суда и их оборудование: животные легко запутываются в сетях и гибнут там, лишенные кислорода. Биологи и раньше понимали эту проблему, но не представляли себе в деталях, где и когда происходят такие смертельно опасные для черепах встречи.

«Эти животные перемещаются по Тихому океану на тысячи миль, так что у нас нет реальной возможности проследить их маршруты с суши или же с помощью судов», — говорит морской биолог Хелен Бэйли (Helen Bailey) из Экологического центра Университета Мэриленда. Именно поэтому Бэйли и ее коллеги взялись за изучение миграций кожистой черепахи с помощью спутников. Ученые разместили на мягком панцире пресмыкающихся небольшие передатчики, которые срабатывают каждый раз, как животное всплывает. Результаты наблюдений были опубликованы в апрельском номере *Ecological Applications*. Полученные данные позволили выявить наиболее опасные зоны, где черепахи сталкиваются с рыболовными судами. Используя эту информацию, организации, контролирующие рыболовство, имеют возможность принять решение, где и в какие сроки следует ограничивать промысел, чтобы не подвергать этих животных опасности.

В течение 15 лет ученые следили за маршрутами 135 черепах-самок, многократно пересекающих океан в поисках медуз — их основной пищи. При этом выяснилось, что черепахи с восточного и западного побережий Тихого океана имеют разные пути миграции. Западные особи вылупляются из яиц в Индонезии и плывут оттуда в моря окружающие Индонезию, в Южно-Китайское море, в Юго-Восточную Австралию, и к Западному побережью США. Это делает их уязвимыми для рыболовных сетей в очень многих местах.

Черепахи, принадлежащие к восточным популяциям, выходят из яиц в Мексике и Коста-Рике и мигрируют в юго-восточную часть Тихого океана, где многие из них становятся жертвами рыболовных сетей, проплывая вдоль южноамериканского побережья. Поскольку область миграций восточных популяций более компактна, существует повышенный риск их полного уничтожения, утверждает Бэйли.



Недавно вылупившийся детеныш кожистой черепахи

Новые данные должны помочь властям в области плановых приостановок рыболовного промысла. Бэйли верит в эффективность недавнего решения о ежегодной приостановке промысла меч-рыбы и лисей акул в Калифорнии на период с середины августа по середину ноября, что должно привести к резкому сокращению количества случайных смертей кожистых черепах (в 2010 г. не было поймано ни одной черепахи). Спутниковая информация позволяет каждый раз обновлять сроки и места приостановок и не делать их, например, на побережьях штатов Орегон и Вашингтон. На Галапагосские острова кожистые черепахи ежегодно проходят в феврале-апреле через очень ограниченный водный коридор, так что временное прекращение рыболовства может привести там фактически к стопроцентному пресечению гибели этих огромных пресмыкающихся в сетях.

«У нас были подозрения, что именно рыболовство — главная угроза для выживания черепах, — заключает Бэйли. — Но теперь мы точно знаем, куда направлять наши усилия по спасению вида».

Кэрри Мэдден



Лечить подобное подобным

Шаг вперед в лечении пищевой аллергии

Сегодня каждый восьмой из 100 детей в США страдает пищевой аллергией, и за период с 1997 по 2007 гг. их число увеличилось на 18%. У некоторых эта патология с возрастом исчезает, но большинство так и живут с ее симптомами — от зуда и покраснения кожи до спазмов дыхательных путей и угрожающего жизни внезапного падения артериального давления.

До недавнего времени выход был один: исключение из рациона продуктов, провоцирующих аллергическую реакцию. Сделать это не так-то просто, поскольку в небольших количествах аллергены содержатся везде. Решение пришло неожиданно, а главное — оказалось противоположным тому, которого придерживались до этого. В одном из недавних исследований было показано, что постепенное увеличение дозы пищевого аллергена помогает преодолеть гиперчувствительность к нему. Исследование проводила группа аллергологов, возглавляемая Уэсли Берксом (Wesley Burks), профессором Медицинской школы при Североамериканском университете в Чапел-Хилле. Было отобрано 40 детей с аллергией на белок куриного яйца, которые в начале эксперимента получали белковый порошок в количестве, эквивалентном одной тысячной содержания белка в одном яйце. Дозу аллергена постоянно повышали. Через 22 месяца «терапии» с двухмесячным перерывом в конце у 28% детей не наблюдалось никаких признаков аллергии после приема порошка в дозе, эквивалентной содержанию белка в 2,5 яйцах. Через год 100% испытуемых могли употреблять в пищу куриные яйца. Аналогичное тестирование прошли такие аллергены, как арахис и молоко.

Результаты этих экспериментов наводят на мысль, что аллергены «обучают» организм переносить то, что он раньше отвергал. Анализ крови успешного прошедших курс оральной иммунотерапии показал уменьшение уровня антител *IgE*, которые запускают иммунный ответ, и повышение уровня *IgG4*, которые подавляют воспалительную реакцию. Тем, кому иммунотерапия не помогла, возможно, следует ее продолжить; впрочем, не исключено, что этот метод для них непригоден. Таким пациентам может помочь введение синтетических антител, которые связывали бы (и тем самым выводили из игры) свободные антитела *IgE*. Предварительные положительные результаты уже получены для некоторых аэроаллергенов. По словам Беркса, «есть надежда, что мы отработаем методику лечения аллергии в ближайшие несколько лет».

Марисса Фессенден





ДЕКАБРЬ 1962

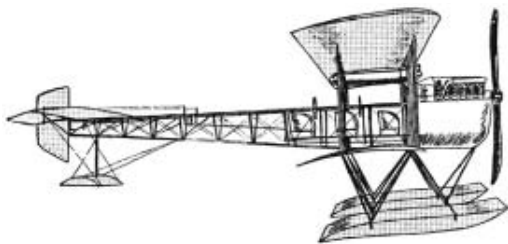
Безмолвная весна. Книжное обозрение Ламонта Коула (La Mont C. Cole); Рэчел Карсон (Rachel Carson), «Безмолвная весна» (*Silent Spring*): «Как эколог я рад, что эта вызывающая книга увидела свет. Я не говорю, что в ней дана честная и непредвзятая оценка всех свидетельств. Напротив, это крайне пристрастный отбор примеров и интерпретаций, поддерживающих утверждения автора. Но факт — то, что искусные профессиональные творцы общественного мнения внушают обществу прямо противоположные представления. Самое время возбудить у обывателя объективный интерес к тому, как влияет человек на среду своего обитания, и в книге Рэчел Карсон предоставлено достаточно ужасающих примеров того, как люди губят эту среду массовым применением химикатов».



ДЕКАБРЬ 1912

Авиационный праздник. В этом году число представленных в Париже летательных аппаратов подскочило до 77. Самолет *Astra* (на илл.) приспособлен для взлета с воды и посадки на воду, а в его конструкции широко использована сталь. Старая система братьев Райт по расположению стоек и форма

изгибов крыльев сохранены. В самолете есть три сиденья, и будучи оснащенным 12-цилиндровым двигателем *Renault* мощностью 100 л.с., он выглядит очень внушительно.



Гидросамолет *Astra* с двигателем мощностью 100 л.с.

Голодные собаки Павлова. Блестящий русский физиолог И.П. Павлов уже несколько лет ведет всесторонние исследования рефлексов животных с использованием лабораторных методов. Журнал *Deutsche Revue* пишет: «Павлов уже не говорит о психорефлексах, он говорит об условных и безусловных рефлексах. Последние — это те, которые неизменно проявляются при воздействии соответствующего раздражителя. Примером может служить выделение слюны при попадании пищи в рот. Тот же эффект дают "искусственные внешние раздражители". Если всегда, когда собаке дается некий тип пищи, звучит определенная музыкальная нота, то по истечении некоторого времени у собаки начинает

выделяться слюна, когда раздается соответствующий звук. Но при малейшем изменении тона выделения слюны не происходит».

Роскошный вокзал. Мы не знаем ни одного вокзала в мире, который превосходил бы новый Центральный вокзал Нью-Йорка по соответствию архитектуры его назначению. Увенчанный скульптурной группой фасад вокзала на 42-й улице — как ворота из величайшей системы железных дорог в крупнейший город США — может считаться явным архитектурным успехом.

Примечание: слайд-шоу 1912 г. о новом Центральном вокзале см. по адресу: www.ScientificAmerican.com/dec2012/railroad



ДЕКАБРЬ 1862

Безопасные лифты. Компания *Otis Brothers* из Йонкерса, штат Нью-Йорк, создала тщательно сконструированный и практичный лифт, предназначенный для магазинов и складов. Непосредственно над ригелем, к которому крепится подъемный трос, установлен храповой механизм, прикрепленный к направляющим брускам кабины. Это очень важный элемент: он обеспечивает безопасность грузов и людей, которые могут находиться поблизости, в случае поломки подъемной машины или обрыва подъемного троса.

Примечание: в 2012 г. в разных странах мира работает 2,4 млн лифтов *Otis*.

Конец рабства? Президент Линкольн настаивает на «освобождении за компенсацию». Он предложил ознаменовать 1900 г. выплатой возмещения рабовладельцам, что стало бы актом справедливости по отношению к тем, кто владел этим видом собственности, и выступило в качестве взаимной уступки сторон. Поскольку очевидно, что война между рабством и свободой будет все более ожесточенной, президент надеется ослабить ее накал, задав некоторый срок, по истечении которого рабство должно быть ликвидировано навсегда. Он считает, что такая политика приблизит конец войны и поможет соблюсти справедливость в отношении всех ее участников, а стране позволит избежать последствий резких и суровых изменений внутренней структуры. Такой взгляд на вещи радует нас как людей цивилизованных, и если наиболее радикально настроенные представители обеих сторон примут его хотя бы как основу для согласия, на нас снова снизойдет мир; но противоборствующие стороны слишком ожесточены, и мы боимся, что компромисса не удастся достичь ни на каких условиях. ■

Примечание: президент Авраам Линкольн предложил дополнить Конституцию США следующей статьей: «Каждый штат, где ныне существует рабство, и который отменит его на своей территории в <...> срок <...> до 1 января 1900 г., получит компенсацию со стороны Соединенных Штатов...».



ЯНВАРЬ 1963

Холодная война. В поздравлении Джону Гленну с успешным завершением орбитального полета Председатель Совета Министров СССР Никита Хрущев в феврале прошлого года высказал предположение, что США и СССР могли бы сотрудничать в деле исследования космоса. Президент Кеннеди

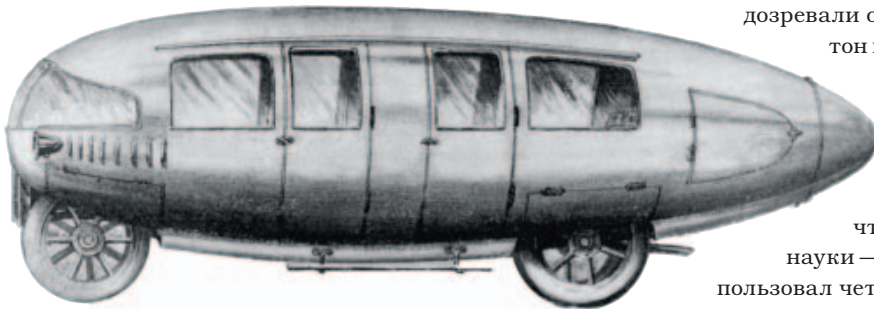
ответил предложением о сотрудничестве в областях космической медицины, метеорологических спутников, составления карты магнитного поля Земли и отслеживания космических кораблей. В июне прошлого года советский специалист по ракетной технике Анатолий Благоврахов и помощник директора NASA Хью Драйден (Hugh L. Dryden) встретились и разработали рекомендации по конкретным совместным программам в трех из этих областей. После утверждения правительствами обеих стран (и небольшой задержки, вызванной Карибским кризисом) о соглашении было объявлено в ходе обсуждения мирного использования космоса в ООН.



ЯНВАРЬ 1913

Автомечты. Автомобиль будущего будет похож на сегодняшние не больше, чем лимузин 1913 г. на *dos-à-dos* (автомобиль с сиденьями, расположенными спинка к спинке) 1896 г. Представленный в нынешнем году лимузин — всего лишь промежуточное звено в цепи постепенного превращения конной коляски в полностью закрытый, пыленепроницаемый, бесшумный и комфортабельный «автомобиль будущего».

Он будет больше похож на подводную лодку, чем на карету. В его длинном сигарообразном корпусе будет размещаться все, за исключением колес (на илл.).



Автомобиль будущего в представлении 1913 г.

Пилтдаунский человек. Английский палеонтолог Чарлз Доусон (Charles Dawson) около года назад нашел в Пилтдауне (графство Суссекс, Англия) довольно полный череп, самый древний на Британских островах

и один из древнейших вообще. Можно сказать, что обладатель этого черепа находился на полпути от гориллы к *Homo sapiens*, если не считать того, что горилла крупнее человека. Тем не менее череп пилтдаунского человека свидетельствует, похоже, о значительно более высокой ступени развития, чем та, которую представлял человек неандертальский, чей лоб был скошен намного сильнее. По-видимому, по крайней мере один низкоразвитый вид человека с довольно высоким лбом существовал в Западной Европе задолго до широкого расселения на этой территории низкоразвитых неандертальцев.

Примечание: по поводу этой находки возникли сомнения, и в 1953 г. британские ученые убедительно доказали, что пилтдаунский человек был мистификацией.



ЯНВАРЬ 1863

Криминальная истерия. Газета *London Daily News* пишет, что страх перед ограблениями, получившими широкое распространение в этом огромном городе, заставляет жителей принимать самые серьезные меры защиты. Револьверы и финки — самые мирные средства по сравнению с тем

опасным оружием, которое носят с собой некоторые лондонцы для самозащиты. Дубинки, стреляющие штыками, и трости со спрятанными внутри кинжалом или шпагой продаются сегодня на улицах города свободнее, чем апельсины или каштаны. Состоялись митинги, на которых были созданы общества защиты от грабителей. Однако число ограблений, похоже, растет, и весь Лондон (по крайней мере, его состоятельное население) в тревоге и смятении.

Цвета света. Недавние научные открытия предоставили человечеству новые возможности исследований, в результате чего природу заставили открыть настолько тонкие секреты, что философы до сих пор даже не подозревали об их существовании. Сэр Исаак Ньютон

первым расщепил луч света и показал, что белый свет состоит из нескольких цветов, но недавно благодаря блестящим открытиям двух немецких профессоров, Кирхгофа и Бунзена, эта тема была развита настолько, что ее выделили как отдельную отрасль науки — спектральный анализ. Кирхгоф использовал четыре призмы очень высокого качества для исследования солнечного спектра с помощью телескопа с 40-кратным увеличением. Он разглядел множество размытых полос и темных линий. Это открыло новое поле для исследования, как когда-то микроскоп. Было высказано предположение, что обнаруженные темные линии позволят определить состав солнечной атмосферы. ■

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: **1500 руб. 00 коп.**

Стоимость одного номера журнала: за 2005–2006 гг. — **50 руб. 00 коп.**, за 2007 г. — **70 руб. 00 коп.**, за 2008 г. — **80 руб. 00 коп.**; за 2009 г. — **100 руб. 00 коп.** — **первое полугодие**, **110 руб. 00 коп.** — **второе полугодие**; за 2010 г. — **120 руб. 00 коп.**

(без учета доставки); стоимость почтовой доставки по России — **70 руб.**

Номера журнала за 2003–2004 гг. предоставляются в редакции бесплатно.

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

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

* Если ваша заявка о подписке получена до 10 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
2011 г.												
2010 г.												
2009 г.												
2008 г.												
2007 г.												
2006 г.												
2005 г.												
2004 г.												

* Выделенные черным цветом номера отсутствуют

Ф.И.О. _____

Индекс _____

Область _____

Город _____

Улица _____

Дом _____ Корп. _____ Кв. _____

Телефон _____

E-mail: _____

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

Фамилия, И.О., адрес плательщика

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

Плательщик

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

Фамилия, И.О., адрес плательщика

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

Плательщик

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



2013 год — год Сергея Капцуры

в январе — 30 лет журналу «В мире науки / Scientific American»

14 февраля — 85-летие Сергея Петровича Капцуры

24 февраля — 40 лет программе «Очевидное — невероятное»

Глубокоуважаемые читатели журнала!

Поздравляем вас с Новым 2013 годом!

*Пусть этот год принесет вам как можно больше радости
и как можно меньше невзгод.*

*Как говорил Сергей Петрович,
лучший день — завтрашний.*

Главный продюсер и директор

Светлана Попова

и вся наша команда:

журнал «В мире науки / Scientific American»

ежемесячный научно-информационный журнал

В мире науки

телекомпания «Очевидное — невероятное»



портал «Научная Россия — Scientific Russia»

**НАУЧНАЯ
РОССИЯ**

