

ежемесячный научно-информационный журнал

В мире науки

scientific american

тема номера:

№8 2004

МИФ

о начале времен

ФРЕЙД

возвращается

СИНТЕТИЧЕСКАЯ

ЖИЗНЬ

ВОТ

и Сатурн!

РОССИЯ

через 100 лет



ISSN 0208-0621



9 770208 062001 >

www.sciam.ru

Содержание

АВГУСТ 2004

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА

- 28** **КОСМОЛОГИЯ**
МИФ О НАЧАЛЕ ВРЕМЕН
Габриель Венециано
Был ли Большой взрыв началом времени или Вселенная существовала и до него? Лет десять назад такой вопрос казался нелепым, а сегодня ответ на него ищут физики всего мира.
- 38** **ЭНЕРГИЯ**
ЭКОНОМИЧНОСТЬ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА
Мэтью Вельд
Можно ли обеспечить транспорт необходимым количеством топлива?
- 46** **БИОТЕХНОЛОГИИ**
СИНТЕТИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ
Уэйт Гиббс
Биологи создают библиотеки взаимозаменяемых фрагментов ДНК и собирают из них генетические конструкции – прообразы программируемых живых механизмов.
- 54** **НЕЙРОБИОЛОГИЯ**
ФРЕЙД ВОЗВРАЩАЕТСЯ
Марк Солмс
Все большее число ученых мечтает об объединении неврологии и психиатрии в рамках единой теории.
- 62** **ПЛАНЕТОЛОГИЯ**
ВОТ И САТУРН!
Джонатан Луин
Космический аппарат Cassini-Huygens раскроет тайны Сатурна, его колец и гигантского спутника – Титана.
- 70** **НАУКА И ОБЩЕСТВО**
РОССИЯ ЧЕРЕЗ 100 ЛЕТ
Евгений Андреев и Анатолий Вишневецкий
Российские ученые предложили возможные сценарии развития демографической ситуации в стране на ближайшее столетие.
- 

В мире науки

Учредитель и издатель:
Негосударственное образовательное
учреждение «Российский новый университет»

ЗАО «В мире науки»
Управляющий директор: С.И. Бек
Генеральный директор: С.А. Бадиков

Главный редактор: С.П. Капица
Заместитель главного редактора: В.Э. Катаева
Ответственный секретарь: О.И. Стрельцова
Редакторы отделов: А.Ю. Мостинская
В.Д. Ардаматская

Редакторы: Д.В. Костикова, А.А. Приходько

Научные консультанты:
кандидат физ.-мат. наук Д.Л. Загорский,
доктор исторических наук Е.Г. Дэвлет,
профессор М.В. Контопов,
кандидат философских наук М.Ю. Куржиямский,
профессор И.Ю. Матюгин,
кандидат медицинских наук Н.П. Телюк

Над номером работали:
Е.М. Андреев, Е.В. Базанов, Е.Г. Богадист,
О.А. Василенко, А.Г. Вишневецкий, Е.М. Веселова,
Ф.С. Капица, Б.А. Квасов, А.К. Мальцев,
Е.А. Миклашевский, Д.А. Мисюрин, С.Р. Оганесян,
И.П. Потемкин, И.Е. Сацевич, В.В. Свечников,
В.И. Сидорова, М.Г. Смирнова, В.Г. Сурдин,
П.П. Худолей, Н.Н. Шафрановская

Корректурa: Ю.Д. Староверова

Старший менеджер по распространению:
С.М. Николаев

Менеджер по распространению: А.В. Евдокимов

Старший менеджер по PR: А.А. Рогова

Адрес редакции:
105005 Москва, ул. Радио, д. 22, к. 409
Телефон: (095) 727-35-30, тел./факс (095) 105-03-72
e-mail: red_nauka@rosnou.ru; www.sciam.ru

Препресс: Up-studio

Отпечатано: ОАО «АСТ-Московский
полиграфический дом»
748-6733 Заказ №611

© В МИРЕ НАУКИ РОССИЯ, 2004

Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по
печати. Свидетельство ПИ №-77-13655 от 30.09.02

Тираж: 15 000 экземпляров
Цена договорная.

Перепечатка текстов и иллюстраций только с письменного
согласия редакции. При цитировании ссылка на журнал
«В мире науки» обязательна. Редакция не всегда разделяет
точку зрения авторов. Редакция не несет ответственности
за содержание рекламных материалов.
Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

SCIENTIFIC AMERICAN

ESTABLISHED 1845

Editor in Chief: John Rennie

Editors: Mark Alpert, Steven Ashley,
Graham P. Collins, Carol Ezzell, Steve Mirsky,
George Musser, Christine Soares

News Editor: Phillip M. Yam

Contributing editors: Mark Fichetti,
Marguerite Holloway, Michael Shermer,
Sarah Simpson, Carol Ezzell Webb

Art director: Edward Bell

Vice President and publisher: Bruce Brandfon

Chairman emeritus: John J. Hanley

Chairman: John Sargent

President and chief executive officer:
Gretchen G. Teichgraber

Vice President and managing director,
international: Dean Sanderson

Vice President: Frances Newburg

© 2004 by Scientific American, Inc.

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

РАЗДЕЛЫ:

ПРОФИЛЬ

20 ПОВЕСТЬ О СЧАСТЛИВОЙ ЖИЗНИ

О своей жизни рассказывает старейший российский геолог и палеонтолог, лауреат премии «Триумф» академик Борис Сергеевич Соколов.

ИННОВАЦИИ

24 ЛЕКАРСТВА, А НЕ ПРИБЫЛЬ!

Гэри Стикс

Фармацевтическая компания борется с болезнями, от которых страдает население развивающихся стран.

ЛАБОРАТОРИЯ

26 «ТРЕКОВЫЕ» МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВ

Дмитрий Загорский и Аркадий Мальцев

Лабораторные методы изучения свойств веществ.

ОБЗОРЫ:

ОТ РЕДАКЦИИ

3 НАСЕЛЕНИЕ МИРА

6 50, 100, 150 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД

8 НОВОСТИ И КОММЕНТАРИИ

- Таинственные течения
- Газовые планеты-гиганты выгорают до твердого ядра
- Марсианские вспышки
- Генетика и упущенные возможности
- Где находится «кухня» погоды?
- ВВЦ – 65 лет
- Синергетика в политике

78 КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

82 ОЧЕВИДНОЕ–НЕВЕРОЯТНОЕ АЛХИМИЯ ПАМЯТИ

Одно из самых удивительных свойств человеческого разума – память. Как ее сохранить? Можно ли развивать память?

ПУТЕШЕСТВИЯ

90 ИСЧЕЗАЮЩИЕ ПИСЬМЕНА

Первобытное искусство Сибири.

ЗНАНИЕ–СИЛА

92 ГЛАЗНАЯ ЛАЗЕРНАЯ ХИРУРГИЯ

Марк Фишетти

FDA официально одобрила применение эксимер-лазерной хирургии в офтальмологии.

ГОЛОВОЛОМКА

94 МИНИ-ШАШКИ

Дэннис Шаша

СПРОСИТЕ ЭКСПЕРТОВ

95 Многие стремятся на юг, к солнцу и морю. Но не опасны ли солнечные лучи для нашего здоровья?

НАСЕЛЕНИЕ **мира**

Сегодня мы становимся свидетелями самого масштабного переворота за всю историю цивилизации: она вступает в новый режим воспроизводства населения, что повлияет на судьбу как человечества в целом, так и каждой отдельной страны. Как будет меняться численность обитателей земного шара? К каким последствиям это приведет? Каковы демографические перспективы России? К вопросам демографии журнал «В мире науки» обращался неоднократно (№5, 2004 г., «Демографический кризис в России», №7, 2004 г., «Перепись как зеркало демографии» и «Россия: проблемы миграции»).

В 60-е годы СССР и США выступили с совместной инициативой проведения раз в 10 лет одновременной переписи населения во всех странах. С тех пор перепись населения осуществляется более или менее регулярно, что позволило в последние годы прийти к очень существенным выводам, касающимся демографического будущего нашей цивилизации.

По самым оптимистическим прогнозам ООН, к 2150 г. население Земли достигнет 11600 млн. Эти расчеты строятся на обобщении показателей возможных колебаний рождаемости и смертности по девяти регионам мира. Согласно докладу Популяционного отдела ООН, к 2300 г. население планеты составит в среднем 9 млрд. Расчеты демографов приводят к единому выводу: после завершения демографического



перехода население Земли стабилизируется на уровне 10–11 млрд. человек.

С данными ООН и Международного института прикладного системного анализа (IIASA) совпадают и предложенные в статье С.П. Капицы «Демографическая революция и будущее человечества» («В мире науки» №4, 2003 г.) результаты математического моделирования численности населения в будущем. По мнению специалистов, через 50–75 лет, т.е. за ничтожный с точки зрения истории срок, сопоставимый с возрастом человека, демографические процессы во всех странах будут синхронизированы. Поэтому решение общемировых проблем (в том числе энергетики, безопасности, экологии, экономики, социаль-

ной сферы, медицины, образования, науки и т.д.) должно осуществляться в соответствии с долгосрочными перспективными программами, учитывающими изменение численности населения как отдельных государств и регионов, так и мира в целом. В связи с этим результаты переписи населения в различных странах следует рассматривать с точки зрения глобального демографического процесса. Тем более что эти данные, как зеркало, отражают не только социально-экономические изменения, миграцию, возрастно-половой состав, семейное положение и состав семьи, но и трагические страницы мировой истории – революционные потрясения, войны, голод, репрессии.

Анализируя различные аспекты развития общества, демографы отмечают ряд общемировых тенденций, в частности, падение рождаемости, увеличение продолжительности жизни, эмансипацию и самореализацию женщины, демократизацию семейных отношений, растущие удельные инвестиции в воспитание детей, развитие системы образования и т.д.

Весьма существенную проблему для большинства европейских стран, в том числе для России, представляет сокращение численности населения. Причем в сложившихся условиях единственным источником восполнения потерь становится миграция. Долгое время прирост населения зависел главным образом от уровня рождаемости, т.к. миграционные ▶

После завершения демографического перехода население Земли стабилизируется на уровне 10–11 млрд. человек.

процессы существенно не влияли на его изменение.

Анализ материалов последних переписей в Европе, Америке и странах бывшего СССР показал, что сегодня основное влияние на демографические процессы, в частности, на национальное и культурное разнообразие населения той или иной страны, оказывают иммиграция и эмиграция. Наша страна занимает третье место по числу иммигрантов после США и Германии. По данным ООН, чтобы избежать депопуляции и восполнить недостаток рабочей силы, Европа должна в ближайшие 25 лет принять 159 млн. иммигрантов из развивающихся стран. Скорее всего в будущем европейским государствам придется конкурировать за потенциальных переселенцев.

Миграция помимо положительных аспектов несет и определенные опасности – в частности, возможность конфликтов на национальной почве, неизбежность деформации этнического состава и т.д. В связи с этим демографы, политики и экономисты стремятся прогнозировать и контролировать движение миграционных потоков, которые во многом определяют демографическую ситуацию в мире.

Характерной особенностью текущего момента стали также нестабильность современной семьи и падение рождаемости, суммарный коэффициент которой (т.е. среднее количество детей, рожденных одной женщиной в течение ее репродуктивного периода) для европейских стран едва достигает 1,45 и находится ниже уровня простого воспроизводства населения. Между тем, как утверждают эксперты, для того, чтобы происходило простое замещение одного поколения другим, женщина должна в среднем иметь 2,15 детей. Во многих странах Западной Европы

смертность превысила рождаемость, что привело к естественной убыли населения, лишь отчасти компенсирующейся иммиграцией. Однако общая численность жителей Земли постепенно растет, в основном за счет развивающихся стран.

Другая проблема, характерная для развитых стран, – неуклонное старение населения, связанное с увеличением продолжительности жизни. Так, практически каждый десятый житель европейских государств находится в пенсионном или предпенсионном возрасте.

Старение населения и спад рождаемости типичны для демографического перехода, который сейчас переживает большинство стран, в том числе и Россия. С одной стороны, сложившаяся ситуация приводит к росту демографической нагрузки и уменьшению демографических резервов, в том числе для создания массовых армий. С точки зрения геополитической и стратегической составляющей национальной безопасности, снижение численности населения, причем преимущественно молодого и трудоспособного, вызывает серьезные опасения. С другой стороны, будет возрастать нагрузка на систему здравоохранения и социального обеспечения пенсионеров. Таким образом, в обозримом будущем перед человечеством встают два альтернативных пути развития: либо стагнация или даже упадок, либо принципиальное улучшение качества жизни.

Демографический переход неизбежно затрагивает все стороны жизни людей и государства. Сегодня принято считать, что неравномерность роста населения приводит к нарушению глобального равновесия, и как следствие – к неустойчивости жизни, стрессам и девальвации привычных общечеловеческих

ценностей на фоне того, что новые ориентиры не успевают сформироваться и закрепиться. С подобными процессами связан распад общественного сознания, начиная с управления империями и странами и заканчивая отдельной личностью и семьей. Кризис системы управления государством влечет за собой рост организованной преступности, коррупцию и, возможно, даже распространение терроризма.

Таким образом, неравномерность развития цивилизации в различных регионах мира может стать причиной потери устойчивости роста и в результате привести к войнам. Именно в сохранении стабильности развития в эпоху крутых перемен состоит главная задача мирового сообщества. Без этого невозможно решение никаких иных глобальных проблем, какими бы значимыми они ни казались. Поэтому при обсуждении вопросов сохранения мира наряду с военной, экономической и экологической безопасностью следует учитывать и демографический фактор стабильности мира, который должен принимать во внимание не только количественные параметры роста населения, но и качественные.

Нашей стране в полной мере предстоит все характерные особенности развития современного мира. Россия как бы моделирует исторический процесс во всем мире, поскольку это большая многонациональная страна с разными географическими и экономическими условиями, с богатыми культурными традициями. В связи с этим необходим глубокий анализ результатов переписи 2002 г., который позволит разработать перспективные программы развития не только экономики, но и социальной сферы, прежде всего здравоохранения, системы страхования и т.д. ■

Оппенгеймера осудили • Кельвина поправили • Агасси возразили

АВГУСТ 1954

ЖЕРТВА ХОЛОДНОЙ ВОЙНЫ. Четырьмя голосами против одного Комиссия по атомной энергии признала, что дальнейшая работа Роберта Оппенгеймера в атомной оборонной промышленности представляет угрозу национальной безопасности. С мнением своих коллег не согласился известный ученый Генри Смит. Он заявил, что дальнейшее сотрудничество с Оппенгеймером, напротив, еще больше усилит обороноспособность Соединенных Штатов. В высказывании Смита отражено острое разногласие между учеными и нынешней администрацией по поводу современной системы безопасности. Объясняя свое решение, члены комиссии, выступившие против Оппенгеймера, ссылаются на принципиальные недостатки его характера и прокоммунистические взгляды, не соответствующие его положению.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ. «Общезвестно, что за редким исключением вся органическая материя является продуктом деятельности живых организмов. Однако важность этого редкого исключения трудно переоценить. Недавно выяснилось, что непрерывный медленный синтез органических молекул происходит и без вмешательства живых существ. Если происхождение жизни – природное явление, значит и на других планетах, возможно, существует жизнь такая же как на Земле». – Джордж Вальд (George Wald) (В 1967 г. Вальд стал лауреатом Нобелевской премии по физиологии и медицине. – *Прим. ред.*)

БОЖЕСТВО. На севере Перу из предгорий Анд в Тихий океан течет река Виру. Лишь древние руины напоминают о величии народа, некогда населявшего ее долину. Гончарное дело появилось здесь около 1200 г. до н.э. Со временем глиняная посуда стала отражением северо-перуанской культуры, центральным элементом которой был религиозный

культ свирепого бога-кота. На протяжении 2 тыс. священное животное с большими острыми клыками (*см. рис.*) доминировало в космологических представлениях древних перуанцев. ■



СВИРЕПЫЙ БОГ-КОТ – погребальный сосуд из древнего захоронения на севере Перу.

откажется от своей новой теории, которая противоречит фактам и недостойна его великого имени. В ее основу положено предположение о том, что человек – не более чем просто представитель местной фауны, частью которой является соответствующая раса. Если бы эта теория была хоть отчасти верна, то первооткрыватели американского континента несомненно встретили бы в Новом Свете представителей европейских рас. Канадский животный мир во многом сходен с северо-европейским: лоси, олени, медведи и бобры одинаковы на обоих континентах. Однако индейцы-могавки разительно отличаются от шотландских кельтов и норвежских скандинавов! ■

АВГУСТ 1904

ВОЗРАСТ СОЛНЦА. В своей статье в журнале *Nature* профессор Джордж Говард Дарвин (George Howard Darwin) предложил скорректировать возраст Солнца, приняв во внимание недавно открытый источник энергии – распад атомов радиоактивных веществ. Популярная оценка лорда Кельвина в 100 млн. лет основана на предположении, что Солнце черпает энергию из гравитации за счет концентрации массы. Если бы наше светило состояло из радиоактивного материала, подобного радю, то оно излучало бы в 40 раз больше энергии. Умножив физическую оценку возраста Солнца на 20, мы получим значение, хорошо согласующееся с геологическими данными. ■

АВГУСТ 1854

ФАУНА. Мы надеемся, что профессор Луи Агасси (Louis Agassiz)

АТТОСЕКУНДНЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ ИМПУЛЬСЫ

Александр Хелманс

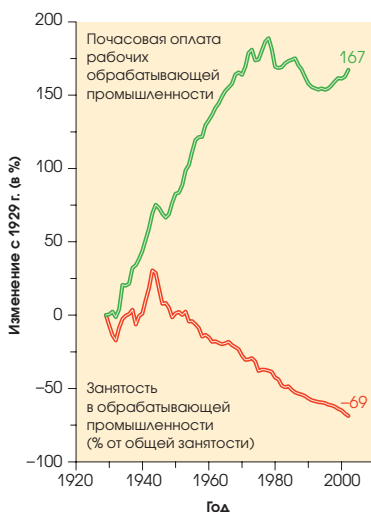
В атоме водорода электрон делает один виток по орбите всего за 150 аттосекунд ($150 \cdot 10^{-18}$ с) – это время относится к секунде так же, как секунда к 200 млн. лет. Стремясь к изучению столь кратковременных явлений, физики научились получать лазерные импульсы длительностью в несколько сотен аттосекунд. Для измерения таких

промежутков времени обычно используются косвенные методы или расчеты, основанные на знании механизма создания импульса. Группа Ференца Крауза (Ferenc Krausz) из Венского технологического университета нашла более точный способ. Ученые направляли аттосекундные импульсы рентгеновского излучения на атомы неона, чтобы

выбить из них электроны, которые затем удалялись вторым световым импульсом. Измерение энергии выбитых электронов позволило определить длительность первоначального импульса, которая в описанном эксперименте составляла 250 аттосекунд. ■

закат «СИНИХ ВОРОТНИЧКОВ»

Роджер Дойл



Источник: Данные Бюро трудовой статистики и Бюро экономического анализа (статистика за 2002 г.).

Увеличение производительности труда привело к тому, что рабочий класс утратил свое лидирующее положение

В 1840 г. около 17% активного населения США было занято физическим трудом на предприятиях обрабатывающей промышленности и в других отраслях производства. К этой разнородной группе относились ремесленники, землекопы, матросы и все, кто был занят ручным трудом. В США класс «синих воротничков» начал формироваться в начале XX в., когда инженеры-управленцы забрали у квалифицированных рабочих контроль над производством.

В результате изменился прежний ритм работы и повысилась производительность труда. Новые технологии позволяли выполнять много утомительных, но контролируемых операций. Появилась специальная одежда синего цвета, откуда и пошло название нового класса.

В 30-х гг. XX в. «новый курс» политики Рузвельта и трудовое законодательство, казалось, должны были привести к тому, что рабочий класс, отличающийся в то время организованностью, займет в стране лидирующее положение. Но американскому трудящемуся не суждено было стать главной политической силой, как это случилось в некоторых европейских странах. В 1943 г. «синие воротнички» достигли самого большого показателя по численности – 40% трудовых ресурсов.

На диаграмме показана история американского рабочего класса в обрабатывающей промышленности в XX в. Несмотря на высокую занятость «синих воротничков», их общественная значимость сразу после 1943 г. стала заметно снижаться. Спад, вызванный конкуренцией со стороны развивающихся стран, сопровождался ростом производительности труда (в 2003 г. по сравнению с 2002 г.

она выросла на 5,1%). Почасовая оплата, увеличившаяся с начала двадцатого столетия пропорционально росту производительности труда, в начале 70-х гг. не смогла удержаться на прежнем уровне.

Изменение мировоззрения самих «синих воротничков» также подорвало их влияние на процессы, происходящие в обществе, и на соответствующее мировоззрение. Социолог Дэвид Хейлл (David Halle) из Калифорнийского университета Лос-Анджелеса считает, что, несмотря на то, что представители «синих воротничков» заявляют о своем негативном отношении к руководству предприятий, на самом деле они

больше тяготеют к среднему классу и встают на позиции, типичные для «белых воротничков», особенно если владеют собственностью. Практика современных компаний, как, например, участие работников предприятий в прибыли, не способствует укреплению самосознания рабочего класса.

В обрабатывающей промышленности наблюдаются те же тенденции, что и в сельском хозяйстве, где занятость в 1840 г. составляла 63% от всех трудовых ресурсов, а сегодня – около 2%. Есть вероятность, что к концу XXI в. доля «синих воротничков» также снизится до 2% по сравнению с нынешними 8%. ■

«СИНИЕ ВОРОТНИЧКИ»

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Рабочие, занятые в производстве в 2002 г. (в тыс.)

Обрабатывающая промышленность	11 217
Строительство	5 196
Транспорт, складское хозяйство	3 611
Коммунальные услуги	478
Горнодобывающая промышленность	436

Источник: Бюро трудовой статистики.

МАРСИАНСКИЕ Вспышки

Джордж Минкель

Уже десятки лет астрономы наблюдают на Марсе таинственные вспышки света, даже когда над Красной планетой нет ни облачка. Возможно, это искрятся под Солнцем соляные дюны, оставшиеся на месте древних океанов. В 2002 г. искусственный спутник Марса *Odyssey* обнаружил признаки льда, скрытого под поверхностью планеты, в том числе и под Полуденной равниной, где совершил посадку марсоход *Opportunity*. В марте нынешнего года аппарат передал на Землю ошеломляющие свидетельства того, что породы, взятые им на пробу, некогда орошала вода: бортовой спектрометр зафиксировал в них высокую концентрацию сульфатов металлов. На Земле камни, содержащие так много серы, либо образовались в воде, либо долгое время находились в ней. Мелкие углубления в изученных образцах очень похожи на пустоты, оставленные кристаллами соли, выросшими в морской воде, а частицы размером



с ягоду голубики могли сформироваться из минералов, отложившихся во влажных пористых породах. Таким образом, загадочные вспышки, а также данные, полученные от спутника *Odyssey* и марсохода *Opportunity*, свидетельствуют о том, что в древние времена на Марсе существовали обширные водоемы. ■

ПОХОЖИЕ НА ГОЛУБИКУ камни (см. вставку), обнаруженные на Марсе в Эль-Капитан (черно-белая область на фото), свидетельствуют о том, что когда-то там была вода.

каменные ГИГАНТЫ

Чарльз Чой

Газовые планеты-гиганты могут выгорать до твердого ядра.



ГАЗОВЫЙ ГИГАНТ может утратить атмосферу и превратиться в каменную хтоническую планету.

Первые обнаруженные астрономами каменные планеты, обращающиеся вокруг далеких звезд, возможно, покрыты лавой. Если это действительно так, то ученым придется пересмотреть теорию планетообразования. С 1990 г. открыто около 120 экзопланет, находящихся за пределами Солнечной системы. Все, кроме трех, судя по большим размерам и малой плотности, являются газовыми гигантами. Примерно одна шестая их часть – это «горячие Юпитеры», расположенные на удивление близко к своим звездам: ближе, чем Меркурий к Солнцу.

В прошлом году космический телескоп «Хаббл» зарегистрировал испарение атмосферы экзопланеты *HD209458b*, радиус орбиты которой не превышает 1/20 а.е. Звезда разогревает ее и разрушает своим тяготением. В результате планета ежесекундно теряет не менее 10 тыс. тонн газа, образующего шлейф длиной 200 тыс. км. Астроном Альфред Видаль-Маджар (Alfred Vidal-Madjar) из Парижского астрофизического института назвал ее Осирисом в честь египетского бога, которого разорвал на куски злой брат Сет.

Видаль-Маджар рассчитал возможную продолжительность существования гигантской планеты. Будучи примерно в 220 раз массивнее Земли, Осирис обладает достаточно сильным тяготением, чтобы удерживать атмосферу, пока его звезда не умрет. Тем не менее стремительное испарение впол-

не может удалить весь газ с тех «горячих Юпитеров», которые легче Осириса или находятся ближе к своим солнцам.

Таким образом могут возникнуть хтонические планеты – голые твердые ядра мертвых гигантов. Астроном Ален Лекавелье дез Этанг (Alain Lecavelier des Etangs) из Парижского астрофизического института считает, что четыре из открытых на сегодня экзопланет со временем, возможно, станут хтоническими.

Несмотря на то что хтонические планеты представляют собой остатки огромных небесных тел, они всего лишь в 10–15 раз тяжелее и в 6–8 раз больше Земли. Поскольку температура на их поверхности вряд ли опускается ниже 1000°C, они должны выглядеть как лавовые шары. Если хтонические экзопланеты действительно существуют, то они скорее всего станут первыми каменными спутниками, обнаруженными у далеких звезд. (В 1990-х гг. были открыты три планеты, две из которых в три-четыре раза массивнее Земли, а третья вдвое массивнее Луны; скорее всего это твердые тела, обращающиеся вокруг пульсара.)

Обнаружение хтонических объектов поможет ответить на многие вопросы, касающиеся планетообразования вообще. Считается, что планеты рождаются из газа и пыли окружающих звезды. Существует гипотеза, что из протопланетарных дисков образуются твердые ядра,

которые притягивают газ и со временем вырастают в гигантские планеты. Есть и другое предположение: вместо твердого ядра у планет-гигантов может быть жидкая сердцевина, возникшая в результате конденсации протопланетарных дисков. Ученые пока не могут с определенностью сказать, есть ли твердые ядра у гигантских спутников нашего Солнца. Свидетельством в пользу одной из двух названных

гипотез станет обнаружение хтонических планет.

Весьма вероятно, что открыть их в следующем году поможет новый телескоп Европейской южной обсерватории в Чили, способный по гравитационному влиянию на звезду обнаруживать планеты всего в 15 раз массивнее Земли. Однако скорее всего хтонические планеты впервые будут замечены космическими зондами, достаточно

чувствительными, чтобы зарегистрировать объекты размером с нашу Землю. Французский спутник *COROT* и космический аппарат *NASA* «Кеплер», запуски которых запланированы на 2006 и 2007 г., помогут ученым найти несколько десятков хтонических планет по уменьшению яркости звезд при их прохождении. ■

У СТРАХА ГЛАЗА Велики

Айен Стип

В январе текущего года Земля оказалась под угрозой мегатонного взрыва. К счастью, первое в истории предсказание о столкновении с астероидом оказалось ложной тревогой. «Я никогда не говорил, что собирался обратиться к Белому дому. Это все выдумки журналистов!» – заявил астроном Кларк Чапмен (Clark R. Chapman) из Юго-Западного исследовательского ин-

ститута в Боулдере, штат Колорадо. На февральской конференции по защите планеты его упрекнули в слишком бурной реакции на предварительную информацию об астероиде *2004 AS1*, который прошел мимо нашей планеты на безопасном расстоянии. В принципе, международная сеть обсерваторий «Космический страж» отслеживает все приближающиеся к Земле

объекты размером от 1 км. Однако более мелкие космические тела, такие как астероид *2004 AS1* диаметром 200 м, могут остаться незамеченными. Чтобы обеспечить наблюдение за ними, калифорнийский конгрессмен Дана Рорабахер (Dana Rohrabacher) предложила увеличить ежегодное финансирование проекта по защите планеты с \$3,5 млн. до \$20 млн. ■

скольжение БЕЗ ТРЕНИЯ

Джордж Минкель

Трение возникает тогда, когда атомы двух скользящих поверхностей толкают друг друга и начинают колебаться, переводя механическую энергию в тепло. Если твердые тела взаимодействуют совсем слабо, они должны скользить друг по другу, не вызывая колебаний атомов, т.е. без трения. Эрнст Мейер (Ernst Meyer) из Базельского уни-

верситета сумел окончательно подтвердить это давнее предположение, перемещая специально изготовленное кремниевое острие по поверхности кристалла соли. Когда прижимающее усилие было большим, атомы кристалла оттягивались, как на пружинах, и острие двигалось по его волнистой поверхности, зацепляясь за них, а затем

отцепляясь. При этом часть энергии превращалась в тепло. Однако когда прижимающее усилие было достаточно малым, острие скользило плавно и абсолютно без трения. Подробное описание эксперимента опубликовано в апрельском номере журнала *Physical Review Letters*. ■

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ

Грэхем Коллинз

Высокотемпературные сверхпроводники были открыты 18 лет назад, но по сей день остаются загадкой. Керамические материалы на основе оксида меди проводят электрический ток без потерь при намного более высокой температуре, чем обычные сверхпроводники, которая, впрочем, гораздо ниже комнатной. Известно, что в обоих случаях сверхпроводимость обеспечивается спариванием электронов и формированием из всей их совокупности единого коллективного квантового состояния. Однако ученые до сих пор не знают, какие силы удерживают электроны в парах в высокотемпературных сверхпроводниках. Было выдвинуто несколько предположений, но ни одно из них не было доказано. Результаты недавних экспериментов позволяют исключить из рассмотрения две серьезные гипотезы.

В низкотемпературных сверхпроводниках электроны взаимодействуют через фононы – кванты тепловых колебаний положительно заряженных ионов, составляющих кристаллическую решетку металла. Ее искажение, возникающее при прохождении одного электрона, через несколько микросекунд оказывает влияние на его партнера. Таким образом, при испускании и поглощении фононов между электронами возникает слабое взаимное притяжение. Такая модель обычной сверхпроводимости называется теорией Бардина–Купера–Шриффера (БКШ) – в честь ученых, разработавших ее в 1957 г.

Когда в 1986 г. были открыты высокотемпературные сверхпроводники, выяснилось, что теория БКШ

в существующем виде не способна объяснить некоторые их особенности. Прежде всего при более высоких температурах энергия тепловых колебаний решетки намного превышает энергию взаимного притяжения электронов, обусловленную фононами. (Правда, недавно этот предел критической температуры был поставлен под сомнение.) Кроме того, замена изотопов в БКШ-сверхпроводнике влияет на характеристики фононов (более тяжелые атомы колеблются с меньшей частотой) и приводит к изменению критической температуры на вполне определенную величину, которая у высокотемпературных сверхпроводников оказывается иной.

Пытаясь разобраться в природе сил, вызывающих спаривание, физики занялись изучением излома на графике энергии спаренных электронов. Многие ученые связывают его с магнитным резонансом – одним из типов коллективного состояния электронов. Вместе с тем одна экспериментальная группа попыталась опровергнуть сложившиеся представления о необычных сверхпроводниках и представила свидетельства того, что причина излома кроется в фононах.

Результаты, полученные в Университете Макмастера и в Брукхейвенской национальной лаборатории, похоже, исключают магнитный резонанс и фононы из числа претендентов на звание причины спаривания электронов в высокотемпературных сверхпроводниках. Для определения энергии спаренных электронов измеряли зависимость интенсивности инфракрасного излучения, рассеянного на сверхпро-

воднике, от длины волны. Группа во главе с Томасом Таймаском (Thomas Timusk) выявила на фоне рассеяния в широком диапазоне частот острый пик, который явно связан с изломом, обнаруженным в других экспериментах. Однако он отсутствует в результатах аналогичных опытов со сверхлегированными материалами, которые содержат больше атомов кислорода и поэтому переходят в сверхпроводящее состояние при более низких температурах. Таким образом, фононы, присутствующие во всех материалах, включая сверхлегированные, не могут быть причиной пика и излома графиков. Широкодиапазонный фон рассеяния тоже не связан с фононами: в противном случае он должен был бы обрываться на высоких частотах.

Условия, при которых наблюдается острый пик рассеяния, хорошо согласуются с гипотезой о магнитном резонансе, но он отсутствует в сверхлегированных материалах, остающихся тем не менее сверхпроводящими. Значит, сверхпроводимость не связана с магнитным резонансом.

Остается широкодиапазонный фон, который, по мнению Таймаса, должен возникать при любом процессе, вызывающем спаривание электронов. Однако материаловеды из Аргонской национальной лаборатории полагают, что, хотя магнитный резонанс не принимает участия в образовании электронных пар, есть серьезные основания считать природу связующих сил магнитной. Итак, поиск продолжается. Два претендента выбыли, но загадка пока не разгадана. ■

ХОЛОДНЫЙ ВОДОВОРОТ

Кристина Рид

Причиной таинственных течений в Японском море оказался ХОЛОДНЫЙ ВОДОВОРОТ.

Десятки лет Япония и Южная Корея изучали Японское море, ограничиваясь исследованием акваторий только своих экономических зон. В 1999 г. океанографы обеих стран объединили усилия с ВМФ США для проведения долгосрочных совместных подводных исследований циркуляции в этом море. Сегодня сотрудничество принесло богатые плоды: в океанском бассейне, лежащем между Южной Кореей и Японией, был обнаружен ранее никем не замеченный вихрь холодной воды, названный Таке в честь одного из островов бассейна Уллындо. Им объясняется происхождение таинственных течений, влияющих на судоходство и рыболовство в Японском море.

Таке засекали с помощью обращенных эхолотов, проработавших на морском дне с июня 1999 г. по июль 2001 г. Приборы измеряли время прохождения акустических импульсов до поверхности моря и обратно, которое зависит от плотности воды и, следовательно, от ее температуры. По данным акустических измерений были рассчитаны профили температуры и скорости течений в Японском море. За два года водоворот диаметром около 60 км, сформировавшийся немного севернее скал Таке, прошел весь бассейн. Внимательное изучение архивных спутниковых данных показало, что он появляется каждые девять лет.

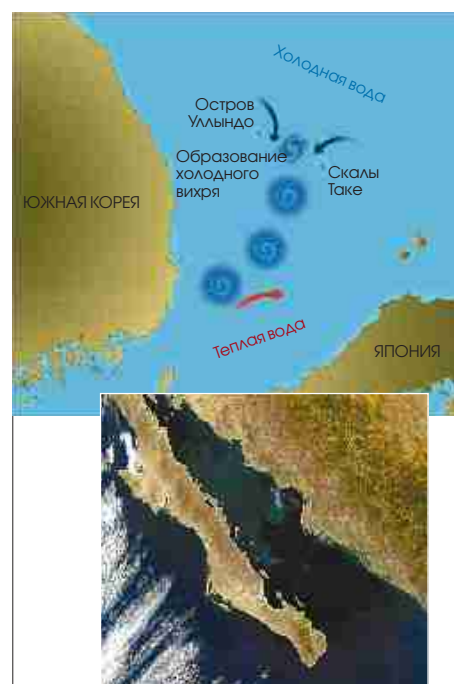
Океанские водовороты, как правило, недолговечны, но Таке и водовороты, отделяющиеся от Гольфстрима, возникают с завидной периодич-

ностью. Биогеохимия и даже физика этих водных образований пока еще до конца не понятны. Их изучение давно стало отдельной областью исследований.

ВМФ США выделил на исследования в Японском море \$2 млн. Водоворот создает перепад плотности, за которым может укрыться подводная лодка: шумы от двигателей преломляются на границе раздела более плотной и менее плотной воды, из-за чего эхолоты неверно определяют местоположение субмарины. Изучение механизма образования и движения водоворота также поможет точнее расшифровывать акустические шумы. Отслеживая особенности циркуляции течений, транспортные компании смогут повысить эффективность судоходства, а при необходимости сумеют быстро справиться с последствиями разлива вредных веществ.

Детальное изучение холодного водоворота Таке позволит повысить продуктивность морского промысла в Южной Корее и Японии. Раньше причиной возникновения течений, уменьшающих уловы, считались холодные зимы. Однако наблюдения показали, что всему виной обнаруженный водоворот, который отклоняет устремляющееся на север теплое течение и задерживает его возвращение на пять месяцев.

Дальнейшие исследования помогут выяснить, как водовороты влияют на численность популяций различных видов рыб и местную экологическую обстановку. ■



КОГДА ХОЛОДНОЕ ТЕЧЕНИЕ

сужается между островом Уллындо и скалами Таке, возникает холодный водоворот Таке. Он движется на юго-запад, приближаясь к корейскому берегу, где постепенно исчезает. Отклоняя теплое течение с юга, он способен понизить температуру большей части бассейна. Размерами Таке не уступает водоворотам в Калифорнийском заливе (см. фото), которые отчетливо видны с высоты благодаря фитопланктону.

где находится «кухня» погоды?

Карина Тиванова

Ответ на этот вопрос ищут не только метеорологи, но и океанологи, поскольку процессы, происходящие в океане, оказывают существенное влияние на климат планеты. Исследования российских ученых помогают раскрыть тайны водных глубин.

Доктор технических наук, заведующий лабораторией подводных телеуправляемых аппаратов и роботов Института океанологии РАН В.С. Ястребов работает в этой области уже около полувека. По его словам, еще несколько десятилетий назад океанологи располагали целым парком судов и проводили до 17 экспедиций в год. Сегодня положение кардинально изменилось: работают всего два судна, экспедиции осуществляются не чаще одного раза в год. Однако продолжать исследования необходимо. Русские специалисты нашли оригинальное решение. Оказалось, что многие работы можно осуществлять не с исследовательских судов, а с дрейфующих буев – дрейфтеров, оснащенных специ-

альным оборудованием. С их помощью можно изучать течения, сейсмичность, температуру воды, погодные условия и т.д. Например, в Атлантическом океане, который считается своеобразной «кухней погоды», работают несколько сотен буев, которые позволяют, в частности, предсказывать зарождающиеся там циклоны. Все данные можно сразу передавать на спутник. Использование дрейфтеров выгодно экономически и считается одним из самых перспективных направлений.

Кроме того, существует программа интегрального мониторинга океана. Для этого на несколько лет на дно опускаются специальные станции, позволяющие изучать придонную область: температуру воды, скорость течения, соленость, сейсмичность и т.д. Полученные сведения позволяют прогнозировать землетрясения, представлять рыболовецким компаниям данные о скоплениях рыбы и т.д.

Однако полноценные исследования невозможны без глубоководных аппа-

ратов. Одной из наиболее известных разработок считается «Мир», созданный В.С. Ястребовым. Этот аппарат был спроектирован, сконструирован и прошел испытания в лаборатории подводных телеуправляемых аппаратов и роботов. С его помощью можно не только осваивать шельф, но и исследовать дно, проводить фото- и видеосъемку. Аналоги «Мира» существуют и за рубежом, в частности, во Франции, США, Японии. Но по мнению специалистов, российские аппараты по многим показателям превосходят их: они мобильнее, обладают значительным запасом энергии. Наш аппарат работает уже более шестнадцати лет и за это время не потребовал ни одного капитального ремонта! Сейчас нужен ремонт, причем на это требуется порядка 70 млн. рублей, иначе «Мир» может прекратить работу.

Невзирая на многочисленные проблемы, российские ученые продолжают исследования глубин океана, которые скрывают в себе еще много тайн и, следовательно, открытий... ■

корпус русского языка

Федор Капица

Недавно в Институте русского языка им. В.В. Виноградова РАН состоялась презентация «Корпуса русского языка» – электронного собрания грамматически размеченных русских текстов XIX–XXI вв. Он отличается от библиотек тем, что туда входят компоненты, отражающие все разнообразие языка – шедевры русской литературы и газетные публикации, записи телефонных разговоров и типовые документы, про-

сторечная лексика и диалекты. Только при такой широте корпус становится действительно незаменимым научным и познавательным инструментом.

Каждому тексту, предложению и слову соответствует специальная помета-аннотация, которую легко читает компьютер, что позволяет составлять самые разнообразные программы для выборки и поиска. Раньше для этого приходилось просматривать горы тек-

стов и вручную выписывать примеры, что значительно усложняло работу исследователей, которая порой растягивалась на годы. Теперь поиск занимает доли секунды, а ограничений на объем материала просто не существует. Возможность проведения массовой и статистической обработки текстов позволила выявить такие закономерности в структуре и развитии языка, о которых ученые раньше даже и не

подозревали. Корпус предназначен не только для профессиональных лингвистов, но и для всех, кто работает с языком: преподавателей, школьников и студентов, иностранцев, изучающих русский язык и т.д.

По мнению директора Института русского языка, члена-корреспондента РАН А.М. Молдована, «создание «Корпуса русского языка» стало задачей поистине национального значения, поскольку большинство стран мира уже располагают подобными системами. Решение этой задачи заполняет пробел в отечественном языкознании и переводит изучение и преподавание русского языка на качественно новый уровень. С появлением «Корпуса» мы впервые получили материальную базу для объективных и достоверных суждений о современном состоянии и путях развития родного языка».

Работа над «Корпусом» осуществляется большой группой российских лингвистов в рамках программы

«Филология и информатика» РАН при поддержке Российского гуманитарного научного фонда. В ближайшем будущем в него войдут тексты, охватывающие период с XI по XIX в., и отдельно – параллельные переводы русских текстов на основные европейские языки. Планируется, что в состав собрания войдет 200 млн. слов – этот уровень будет достигнут через несколько лет. Сейчас доступны чуть больше 20 млн. слов, т.е. небольшая часть, отражающая русский язык второй половины XX – начала XXI в. Для сравнения: словарь В.И. Даля содержит около 200 тыс. слов, т.е. в тысячу раз меньше.

Помимо текстов, собранных учеными, источниками информации стали книги, газеты и журналы, документы различных организаций. Ряд издательств бесплатно передали электронные версии своих изданий, а писатели Л. Улицкая и Т. Толстая предоставили все свои произведения. ■

СОБЫТИЯ В АВГУСТЕ:

07.08–09.08 2004 г.

IX Научная конференция Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова
г. Мурманск

25.08–27.08 2004 г.

Научно-практическая конференция «Криминологические и правовые проблемы борьбы с криминальным насилием»
Российская криминологическая ассоциация, г. Якутск

25.08–28.08 2004 г.

Первый открытый форум европейской науки *Euro Science Open Forum*
г. Стокгольм, Швеция

ЧТО ТАКОЕ **КОУЧИНГ?**

Сергей Федоров

В Москве прошла международная конференция «Современные международные стандарты профессионального коучинга. Российская реальность и международный опыт». Коучингом (отангл. *coach* – тренер) называют специальный комплексный тренинг, направленный на повышение эффективности работы руководителей, ответственных за принятие стратегических решений. Подобное обучение сегодня стало необходимым компонентом подготовки ответственных избирательных и переговорных кампаний, в ходе которых исход дела может решить одно неудачно сказанное слово или своевременная реплика. С помощью специальных методик оттачивается тактика поведения клиента, помогая предвидеть любые неожиданности и использовать про-

махи конкурентов. Коучинг давно стал необходимым компонентом подготовки топ-менеджеров государственных и частных учреждений во всем мире. Отечественные руководители тоже давно участвуют в подобных тренингах, хотя сам термин получил распространение лишь в последние годы.

Главная задача московской конференции – познакомить отечественных руководителей с лучшими методиками и учебными материалами. В программу были включены пленарные заседания, четыре профильные секции – «Коучинг первых лиц», «Коучинг в бизнесе», «Корпоративный и организационный коучинг» и «Личный коучинг», а также мастер-классы ведущих мировых и российских специалистов, демонстрации наиболее успешных

программ. Докладчиками выступили представители международной и европейской федераций коучинга, руководители и топ-менеджеры отечественных компаний, а также профессиональные тренеры, получившие международную аккредитацию.

Конечно, не все разработки зарубежных специалистов применимы в нашей стране. Российский менталитет, как известно, имеет свои особенности, которые накладывают отпечаток на выбор методик. В настоящее время коучинг становится у нас все более востребованной услугой. Вероятно, это связано с тем, что потребности руководителей настолько индивидуальны, что их невозможно удовлетворить с помощью обычного тренинга или традиционных форм обучения. ■

ГЛАВНОЙ ВЫСТАВКЕ СТРАНЫ – 65 лет

Максим Перлин

История знаменитой ВДНХ началась с того, что видные колхозники и ударники Страны Советов обратились к руководству партии и государства с предложением устроить сельскохозяйственную выставку. Просьбу передовиков уважили, и страна начала готовиться к доселе невиданному мероприятию, которое приняло поистине грандиозные масштабы. На севере Москвы поднялся комплекс павильонов, окруженных опытными участками, прудами, садами и зоной отдыха. Архитектурный ансамбль возводился силами лучших отечественных зодчих, художников и мастеров и представлял собой настоящий шедевр помпезной сталинской архитектуры. 1 августа 1939 г. первые посетители прошли под сводами триумфальной арки, выполненной на манер древнеримских монументальных сооружений. Успех выставки был ошеломляющим. С 1 августа по 25 октября выставка приняла более 3,5 млн. человек. На следующий год за пять месяцев на ней побывали 4,5 млн. посетителей. В годы войны экспозиция и обширная библиотека были эвакуированы в глубокий тыл, в Челябинск.

Возродить выставку удалось только через 10 лет после окончания войны – она открылась 1 августа 1954 г. Были возведены новые павильоны, в том числе прибалтийских республик, недавно вошедших в состав СССР, открыт роскошный фонтан «Дружба народов». И вновь потянулись на любимую выставку москвичи и гости столицы с чадами и домочадцами, вновь дивились они богатству и разнообразию своей земли.

Вскоре ВСХВ перевернула новую страницу своей истории и перестала быть исключительно аграрной: в июне 1956 г. на ее территории открылась Всесоюзная промышленная выставка, посвященная достижениям индустриальной революции. Одним из экспонатов, вызвавших всеобщее изумление, стала первая советская электронно-вычислительная машина. 28 мая 1958 г. Совмин СССР принял постановление об объединении сельскохозяйственной, промышленной и строительной выставок в единый постоянно действующий комплекс – ВДНХ. В этой новой ипостаси она начала работать 16 июня 1959 г.

А в 1992 г. Указом Президента Российской Федерации на базе ВДНХ

был создан Всероссийский выставочный центр – ВВЦ. С момента своего основания и по сей день выставка отражает все этапы и вехи отечественной истории, проходит вместе со всей страной периоды взлета и упадка.

Сегодня ВВЦ переживает второе рождение. По словам его руководителя М. Мусаева «программа развития» ВВЦ как центра регионов России и стран СНГ принята Президентом РФ и обсуждается на саммите глав государств».

Нынешний год для ВВЦ – юбилейный. Это не только повод для торжеств, но и возможность начать новый этап. За последнее время на ВВЦ прошел целый ряд масштабных выставок, которые стали важными событиями в развитии крупнейших отраслей современной экономики.

Руководство центра разработало программу развития выставки, которая, в частности, приняла участие в конкурсе на право проведения ЭКСПО-2010. В ходе этих мероприятий был продемонстрирован богатый потенциал ВВЦ как мощного пропагандистского инструмента государственной политики, что помогло привлечь внимание органов государственной власти к существующим проблемам.

Одним из значимых событий, приуроченных к юбилею ВВЦ, стала ежегодная выставка научно-технического творчества молодежи (НТТМ-2004), в рамках которой редакцией научно-информационного журнала «В мире науки» впервые была учреждена Независимая премия в области научно-технических достижений.

Сегодня сотрудники ВВЦ и власти города стремятся совместными усилиями создать современный выставочный комплекс, соответствующий масштабу стоящих перед страной задач. ■



История упущенных возможностей?..

Карина Тиванова

Экология и наследственность, философия и социология, психология и медицина, селекция и биотехнология – вот далеко не полный перечень тех направлений, успешное развитие которых невозможно без современных знаний в области генетики. В нашей стране эта наука находится на высоком уровне, в данной области работают квалифицированные специалисты, которые многого достигли.

Однако, как ни печально, история российской генетики напоминает историю упущенных возможностей. Именно так охарактеризовал ее академик РАН С.Г. Инге-Вечтомов, открывая пресс-конференцию, посвященную Третьему съезду Вавиловского общества генетиков и селекционеров России, тема которого «Генетика в XXI в.: современное состояние и перспективы развития».

Первые научные работы в области генетики появились еще в конце XIX в., но, к сожалению, они не получили широкого резонанса. В России эта наука стала развиваться фактически только с первой четверти XX столетия. Однако долгое время она не получала

должного внимания со стороны государства, а в 30-е гг. прошлого века с арестом выдающегося русского ученого Н.И. Вавилова оказалась на грани исчезновения. И только через двадцать лет началось постепенное возрождение российской генетики. Однако даже в демократическом обществе генетикам приходится отстаивать право своей науки на существование.

На конгрессе в числе прочих была затронута проблема, которая интересует сегодня очень многих, от специалистов до обывателей: вопрос о трансгенных организмах. Разработки в этой области ведутся учеными всего мира. Сегодня 70% пахотных земель отдано под посевы трансгенных растений, у нас же в стране эта цифра равна нулю. По мнению ученых, если не считаться с требованиями времени, можно упустить много заманчивых возможностей. Общество должно более интенсивно использовать новейшие достижения генетики. Так, мы импортируем генномодифицированный рапс, сою, но не можем в полной мере оценить их качество. Не лучше ли в собственной

стране производить недорогой продукт, качество которого легко проверить?

Конечно, никто еще с полной уверенностью не может утверждать, что трансгенные продукты безопасны, хотя не доказано и обратное. Однако существует масса веществ иного свойства, негативное воздействие которых неоспоримо, но никто при этом не спешит отказаться от их использования. Так, общеизвестно, что применяемые в сельском хозяйстве химические удобрения наносят большой вред как человеку, так и окружающей среде. При этом 60% средств, выделяемых на создание и изучение трансгенов, тратится на обеспечение их биологической безопасности. В частности, существует огромное количество параметров их оценки, на рынок не выходит ни одно лекарство, ни одна пищевая добавка или краситель, не проверенные генетически.

Сама жизнь ставит перед учеными сложные и ответственные задачи, которые невозможно решить без прорыва в области генетики, по праву считающейся фундаментом биологии. ■

В заслуге российской Федерации

Сообщение пресс-службы

24 июня состоялось очередное заседание Комитета Государственной думы РФ по образованию и науке, на котором обсуждался проект федерального закона о внесении изменений в законодательные акты РФ в связи с принятием законов «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон

«Об общих принципах организации законодательных органов государственной власти субъектов РФ» и «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ». Этот документ предполагает отмену ряда государственных преференций и льгот, в том числе и в системах образования

и науки. На заседании присутствовали депутаты-члены Комитета по образованию и науке, а также представители образовательной и научной общественности, представители ЦК Профсоюза работников образования и науки, Министерства финансов, Министерства образования и науки. ▶

Все члены комитета и приглашенные участники заседания выступили с критикой законопроекта. В частности, ректор МГУ им. Ломоносова Виктор Садовничий назвал законопроект наступлением на автономию вузов. По его мнению, с принятием законопроекта произойдет «вымывание» социальной сферы. Председатель Совета ректоров вузов Москвы Игорь Федоров выступил против возможной отмены статьи Закона «Об образовании», устанавливающей государственные гарантии приоритетности образования. Его критику вызвала также перспектива ограничения автономии хозяйственной деятельности образовательных учреждений. Он возражает и против посягательств на право образовательного учреждения на собственность, в первую очередь интеллектуальную.

По словам Жореса Алферова, нельзя отказываться от законодательных норм, устанавливающих проценты расходов на образование и науку.

Заместитель председателя Комитета по образованию и науке Валентина Иванова считает, что законопроект может быть принят при условии включения в него нескольких позиций, по которым у Комитета по образованию и науке имеются возражения. К таким положениям депутат отнесла вопросы регулирования размеров оплаты труда, прав образовательных учреждений на формирование фондов оплаты труда, отмены хозяйственно-финансовой автономии, арендных отношений.

С точки зрения первого заместителя председателя Комитета по образованию и науке Олега Смолина, «столь антинародного законопроекта не было за всю историю пяти российских парламентов». По его словам, принятие подобного законопроекта лишит гарантий более 20 млн. граждан России.

Заместитель председателя Комитета по образованию и науке Алексей Чернышов подверг критике отсутствие в законопроекте определенной

концепции. По словам депутата, такой документ разрушает образовательное пространство, а потому правительство должно провести четкий анализ последствий его принятия. А член Комитета по образованию и науке Михаил Заповлев назвал внесенный законопроект политическим вероломством.

Депутаты уверены, что законопроект повлечет за собой регресс социальной сферы. Так, по имеющимся расчетам, в результате его принятия стоимость проездного для студентов вырастет до 450 рублей при 400 рублях стипендии.

Против законопроекта высказались и профсоюзы. Председатель ЦК профсоюзов образования и науки Галина Меркулова сообщила, что он нарушит по меньшей мере 10 статей Конституции РФ.

Критику участников заседания вызвало также и то, что проект закона не подкреплен финансовыми расчетами. ■

ВОЗВЫШЕННОЕ И ЗЕМНОЕ

Дмитрий Мисюров

Государственная научно-образовательная политика.

Возвышенное

21 июня Президент России подписал Указ «О совершенствовании системы государственного премирования за достижения в области науки и техники, образования и культуры». Указом учреждаются шесть Государственных премий в размере 5 млн. рублей каждая. Награда призвана стимулировать плодотворную научную и творческую деятельность лауреатов и создавать благоприятные условия для новых открытий и достижений. Право выдвигать кандидатуры имеют выдающиеся российские ученые, деятели культуры и искусства.

Государственная премия носит персональный характер и присуждается,

как правило, одному соискателю. Если решающая роль в достижении принадлежит нескольким лицам, награда может быть вручена творческому или научному коллективу, состоящему не более чем из трех человек. В этом случае вознаграждение делится поровну между лауреатами, а диплом, почетный знак и удостоверение к нему вручаются каждому из них.

Хотя размеры и правила присуждения новой премии вызвали определенный оптимизм в научных кругах, давать прогнозы относительно ее дальнейшей судьбы преждевременно. Те изменения, которые происходят сегодня в российской науке, заставляют многих расценивать учреждение

Госпремии чуть ли не как отвлекающий маневр власти в связи с общей неблагоприятной ситуацией в сфере науки, образования и культуры.

Земное

Правительство России подготовило научно-образовательному сообществу и другой «подарок». В мае в Госдуму был внесен проект федерального закона «О внесении изменений в законодательные акты РФ в связи с принятием федеральных законов «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов

Российской Федерации» и «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ». Данный законопроект полностью или частично отменяет около 40 законов и вносит поправки более чем в 150 документов, касающихся науки и образования. Как критически выразился Олег Морозов, вице-спикер фракции «Единая Россия», в правительстве возобладали «бухгалтерский подход». Интересно, что речь идет о том самом документе, который большинству россиян известен лишь тем, что заменяет льготы на денежную компенсацию.

Нобелевский лауреат, лидер межфракционного объединения «Наука и высокие технологии» академик Жорес Алферов считает, что закон окажет существенное влияние на образование и науку, а потому нельзя допустить спешки и необдуманности

при его принятии. Против первоначальной версии проекта высказался на заседании Комитета Госдумы по образованию и науке академик Геннадий Месяц. По его словам, документ полностью противоречит Конституции и сводится к тому, чтобы «забрать имущество и приватизировать его».

Деятелей науки, образования и культуры ожидает множество законодательных нововведений. В частности, из базовых законов исключаются процентные показатели финансирования образования и науки, социальная помощь заменяется социальной поддержкой, утрачивает силу статья закона «Об образовании» о государственных гарантиях приоритетности образования, вводятся понятия федеральных государственных научных организаций, федеральных государственных образовательных учреждений и т.д.

Законы станут более приземленными, впрочем, приземленность эта чем-то напоминает сырьевую российскую экономику, которая годами не могла обеспечить выполнение существующих норм. Комитет Госдумы по образованию и науке работает над поправками, но считает неоправданным включение пунктов, выходящих за пределы области правового регулирования, определенной в названии законопроекта. Свое слово намерены сказать также профсоюзы и общественные организации.

По мнению многих специалистов, если законопроект будет принят без существенной доработки, говорить о целостности единого научно-образовательного поля России станет практически невозможно. Второе чтение законопроекта намечено на начало августа. ■

синергетика В ПОЛИТИКЕ

Карина Тиванова

Вопрос о том, «как нам обустроить Россию», по-прежнему остается без ответа. Сегодня, когда наша страна оказалась в системном кризисе, данная проблема стоит особенно остро. Очередная попытка разрешить ее была предпринята нашими учеными на международном симпозиуме «Синергетика в решении проблем человечества XXI в. – диалог двух школ», который проходил в июне в рамках научно-практической конференции «Стратегии динамического развития России».

Термин «синергетика» был введен известным немецким ученым Германом Хаккеном, который принял активное участие в мероприятии. По его словам, данное понятие имеет два смысла: во-первых, возникновение у целого тех свойств, которыми не обладает ни одна из его составных частей, и, соответственно, формирование новых качеств; во-вторых, меж-

дисциплинарный подход к решению глобальных проблем.

В России идея синергетики вызвала значительный интерес. По мнению ученых, междисциплинарный подход может быть использован, когда стандартные решения кризисных ситуаций не оправдывают себя, в частности, для динамического вывода нашей страны из кризиса. Однако ждать при этом немедленного экономического прорыва не стоит, для его осуществления необходимы социальные реформы, направленные на повышение уровня жизни граждан. В поисках новых методов управления государством нужно учитывать также присущие России особенности развития и опираться на научный потенциал.

Помимо ученых в конференции приняли участие и представители власти. Главные вопросы, поставленные на обсуждение, касались путей, перспек-

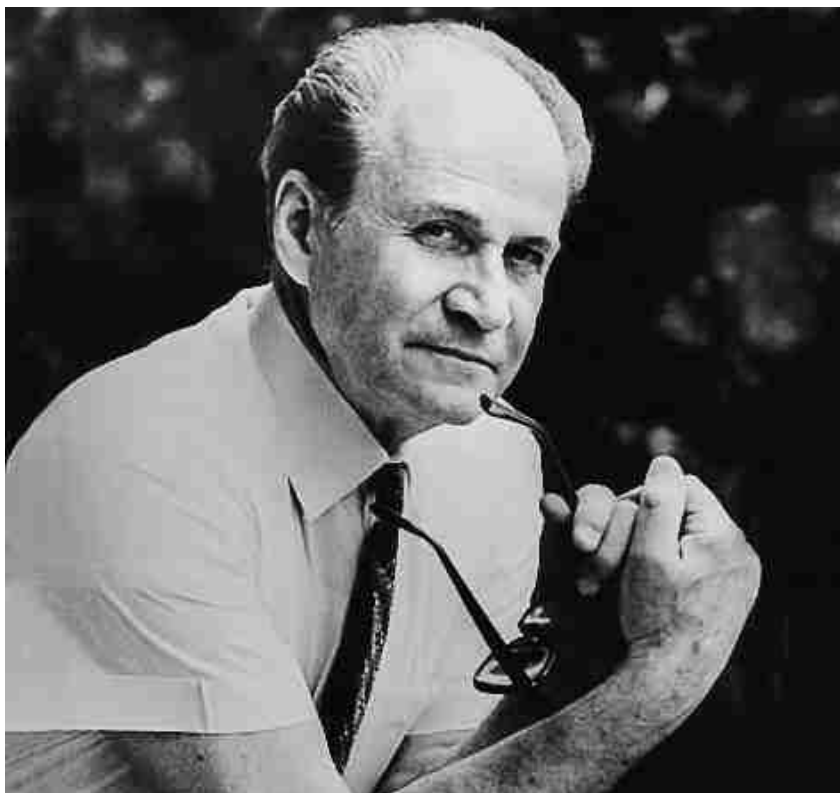
тив и целей развития страны. Все участники встречи сошлись во мнении, что государственная система управления и производства остро нуждается в инновациях. В связи с этим существенным представляется вопрос о том, каким образом и в каком направлении должна развиваться инновационная стратегия в нашей стране и какую роль при этом могут сыграть методы синергетики.

Конечно, результатов этих обсуждений не следует ожидать в ближайшее время, тем более что любая власть консервативна по своей природе. Однако некая траектория движения была намечена. К тому же народ, до недавнего времени не доверявший ни одному институту власти, сегодня высоко оценивает деятельность Президента России В. Путина. И руководство страны просто не имеет права не оправдать веру граждан страны в возможность позитивных перемен. ■

повесть о счастливой жизни

Марина Смирнова

Я вырос среди полей, лесов, озер и книг. Такова **закваска моего детства.**



Вероятно, каждый человек, оглядываясь с высоты прожитых лет на свою жизнь, хоть раз задавался вопросом: а была ли она счастливой? Ведь в судьбе любого из нас неизбежны утраты и разочарования, так же как достижения и открытия. Наверное, всякий вкладывает в понятие счастья свой смысл сообразно с собственным характером и мировосприятием. О своей счастливой жизни рассказывает старейший российский геолог, стратиграф и палеонтолог, лауреат премии «Триумф» академик Борис Сергеевич Соколов.

Несколько слов о счастье

Может быть, счастье – это когда человек получает удовлетворение от того дела, которым он занимается, свободен в своем творчестве и когда ему интересно жить. Многие трудятся ради хлеба насущного, а мне повезло: я работал, главным образом, ради

Академик Соколов Борис Сергеевич родился 9 апреля (28 марта по старому стилю) 1914 г. в г. Вышний Волочек Тверской губернии. В 1937 г. окончил Ленинградский государственный университет. Сфера научных интересов – палеонтология, биостратиграфия и палеогеография позднего докембрия и раннего палеозоя, ранняя биосфера Земли, ископаемые кораллы. Открыл древнейшую вендскую геологическую систему. Его заслуги отмечены тремя орденами Ленина, орденом Трудового Красного Знамени, орденом «Знак почета». Он лауреат Ленинской премии, удостоен высшей академической награды в области наук о Земле – Золотой медали им. А.П. Карпинского, Большой золотой медали им. М.В. Ломоносова и др. Является автором более 400 научных работ (в том числе 14 книг), посвященных различным аспектам геологии, палеонтологии, стратиграфии, общей эволюции биосферы и истории науки. Избирался в число руководителей ряда международных геологических организаций, является членом или почетным членом геологических обществ США и ряда стран Западной Европы. Президент Всероссийского палеонтологического общества. Возглавляет Международную палеонтологическую ассоциацию.

удовлетворения своей жажды познания. Моя жизнь была довольно пестрой и полной интересных открытий. Хотя счастье мое относительно, поскольку пришлось пережить немало потерь. Но я получил высшее образование в Ленинградском университете (это была моя заветная мечта), много путешествовал, повидал разные страны, никогда не брал в руки оружие, не вступал ни в какие партии и даже комсомольцем не был. Моя судьба как ученого, по мнению многих, сложилась исключительно удачно: я всю жизнь занимался только тем, что мне было по-настоящему интересно, меня ценили, не мешали работать, не отвлекали на пустяки. Я получил массу всевозможных научных, академических, правительственных, международных наград и званий и мог позволить себе не планировать строго свою работу.

Провинциал

Я провинциал. Несмотря на то что побывал во многих странах, до сих пор люблю русскую провинцию. Вопреки бедности, пьянству, общей неустроенности, в ее глубинах таятся настоящие сокровища истории, культуры, богатства души и природы.

Я родился еще при Николае II в Вышнем Волочке, а раннее детство провел в селе Березки. И для меня нет ничего лучше этого местечка, где я бываю до сих пор во время отпуска. Собственно, селом оно именовалось только потому, что в нем было две церкви: каменная и деревянная. Каменную взорвали в 30-х годах, могилы вокруг нее разграбили (а ведь там были похоронены знаменитые личности!), а деревянную просто продали в какую-то деревню, которая пожелала иметь свой храм. Там я и вырос, там сформировались мои представления о жизни и смерти, интересы и исследовательские пристрастия. Становление личности, по-моему, происходит уже к 10 годам, а затем человек лишь продолжает развиваться и совершенствоваться, накапливает жизненный опыт, становится более терпимым, а порой и мудрым.

Природа и нравственность

Отец мой, Сергей Борисович, был мобилизован по медицинской части еще в Первую мировую. Вернувшись из Гельсингфорса после Февральской революции, он вскоре был отправлен на ликвидацию эпидемии тифа в Вышневолоцкий озерный край, история которого неразрывно связана с именами Рерихов, Ширинских-Шихматовых, Путятиных, Аракчеевых. Именно там, в старинных усадьбах, сохранялись культурные традиции, ведь отечественная культура развивалась отнюдь не в столицах, а именно в провинции, в дворянских гнездах. Их разорение и гибель усадебной культуры – одна из самых горьких и невосполнимых утрат, понесенных нашей страной.

Мои родители уехали из Вышнего Волочка на рубеже 1919–1920 гг. в село Березки, куда мой отец был назначен фельдшером. Наша семья поселилась в бывшем имении Волковых-Манзей, в великолепном огромном доме, половину которого занимала амбулатория, а во второй части находилась наша квартира. Дома мной никто специально не занимался, и мне была предоставлена практически полная свобода. Я пошел в школу, которая в свое время содержалась на средства егермейстера императорского двора. Преподаватели были хорошие, но их не хватало, а потому все четыре класса сидели рядами в одном помещении,

а учитель уделял внимание всем по очереди. Мне это казалось занятым, и я иногда невпопад вмешивался в чужой урок.

Наша квартира все время была полна народу, приходили друзья дома, жители окрестных деревень, которых лечил отец (он был единственным доктором на всю округу), бывшие владельцы старинных имений, уцелевшие в революционной буре. А я в то время все впитывал как губка – и нужное, и ненужное, и сейчас с удивлением обнаруживаю, что в памяти всплывают обрывки разговоров, умолкнувших более 80 лет назад. Любопытно, что эти осколки давних бесед пригодились местным краеведам: в них крупницы истории.

Если спросить, что привело меня в науку, как сформировались интересы и откуда взялся азарт исследователя, я отвечу: во-первых, от природы. Я целыми днями пропадал в лесах и лугах, ловил бабочек и жуков, устраивал аквариум, рассматривал камни – что может быть лучше! Во-вторых, книги. В доме была отличная библиотека, которая весьма расширилась за счет собраний из разоренных коммунистами окрестных усадеб. Мама по вечерам читала вслух Пушкина. Как сейчас вижу: вот она сидит за столом, накрытым вязаной скатертью, перед ней большой раскрытый том, она читает – и это счастье. Кроме того, она была великолепной рассказчицей, отец прекрасно

ЭКСКУРС В ИСТОРИЮ

История рода Волковых-Манзей весьма примечательна (как, впрочем, история любого рода) и заслуживает небольшого отступления. Еще во времена Анны Леопольдовны поступили на русскую службу два молодых шотландских врача, выпускники Эдинбургского университета, по фамилии Манзей. Один из них впоследствии оказался косвенно замешан в дворцовых смутах и убийстве Павла. Другой обнаружил склонность к хозяйствованию и в конце концов был назначен управляющим Вышневолоцкой водной системой, которая обеспечивала перевозку грузов из Волжского бассейна в Балтийский. В подарок за верную службу он получил имение Боровно и село Березки, где и поселился. Впоследствии род Манзеев разросся, породнился, в частности, с родом Волковых. Последний из Манзеев – Сергей Михайлович – был одно время преподавателем школы в Вышнем Волочке, которую в 1931 г. окончил Б.С. Соколов.

пел, и родители играли в любительских спектаклях. В такой атмосфере прошло мое раннее детство.

После 4-го класса, однако, мне пришлось вернуться в Вышний Волочек и поступить в единую трудовую школу – бывшее реальное училище, что тоже сыграло свою роль в моей судьбе, поскольку школа оказалась просто великолепной. В Вышнем Волочке волею судеб собрался коллектив очень квалифицированных, профессиональных педагогов, людей знающих, образованных, интеллигентных. Среди моих любимых предметов были литература, естествознание, география, химия. Так, по сути, еще в детстве определились мои научные интересы.

Хозяин Прикши

Окончив школу, в 1932 г. я поступил на геолого-почвенно-географический факультет Ленинградского университета, а после его окончания остался

на Мсте хозяйничал сам Янишевский, остальные были «на подхвате», мне досталась Прикша, а на Охомле командовал В.Н. Махаев, который был не только палеонтологом, но и прекрасно писал стихи, брал уроки у А. Ахматовой. Впоследствии он погиб, вероятно, был убит. После возвращения из той поездки по совету Янишевского я занялся изучением хететид и табулят – кораллов – и со временем так расширил свою деятельность, что она коснулась всех геологических систем на всем пространстве СССР. По результатам исследований мной было написано множество работ и книг.

По Тянь-Шаню (Китай, Средняя Азия)

Я занимался стратиграфией и тектоникой. С конца 30-х гг. я участвовал в геологической съемке Тянь-Шаня. Мне посчастливилось пройти по следам величайших русских путе-

лоны. Поэтому неверно думать, будто война застала нас врасплох, – страна готовилась к ней.

19 июня мы с женой и полуторагодовалой дочерью пересекли на самолете китайскую границу и поселились в г. Кульджа (он же Инин), который стал основной базой, откуда мы совершали походы в дальние края. Работа была трудная, временами рискованная: за годы, проведенные в Китае, человек пять наших коллег были убиты, но интерес не угасал ни на минуту. Нашей деятельности помешала политика. Исследования проводились в провинции Синьцзян, куда Чан Кайши решил ввести свои войска. Нас в срочном порядке эвакуировали, приказав сжечь все записи. К горькому сожалению, пришлось уничтожить и всю переписку с женой.

В 1943 г., после эвакуации из Китая, я получил назначение в Среднеазиатскую экспедицию, которая зани-

Счастье – это когда человек получает удовлетворение от того дела, которым он занимается, свободен в своем творчестве и когда ему интересно жить.

на кафедре палеонтологии в должности ассистента. В те годы я без конца читал – и В.И. Вернадского, и А.П. Виноградова, и В.А. Зильберминца, организовал кружок геологических экологов. Я чрезвычайно увлекся теми организмами, из останков которых состоят породы (биолиты), но знаний в этой области палеонтологии мне не хватало. Как геоморфолог я прошел общий курс палеонтологии у профессора М.Э. Янишевского, и мне захотелось поработать на его кафедре. Ученый принял меня со словами: «Я люблю интересующихся молодых людей» – и взял с собой «в поле». В экспедиции участвовала и моя будущая жена Е.Н. Поленова из знаменитого и разветвленного рода Поленовых. Несколько месяцев мы работали на трех речках: Мсте, Охомле и Прикше. Причем обязанности разделились так:

шественников: Н.М. Пржевальского, В.И. Роборовского, П.К. Козлова. Так же, как они, мы передвигались верхом, везли с собой палатки, двустволки, пули, дробь, питались подножным кормом, благо, дичи было сколько угодно. В ходе экспедиции была осуществлена полумиллионная съемка местности (т.е. 10 км отмечались на карте как 1 см).

В 1941 г., за несколько месяцев до начала Отечественной войны, мне предложили отправиться во Внутреннюю Азию, в Китай, для проведения геологической съемки, поиска цветных металлов и нефти. Многие известные путешественники исследовали эти края и оставили множество географических описаний, однако геологических сведений практически не было. Мы ехали поездом до Алма-Аты, а навстречу без конца шли и шли военные эше-

малась поиском нефти в Казахстане, Узбекистане, Киргизии, где и провел все военные годы. Я очень увлекся изучением внутренних впадин Центральной Азии и даже разработал долгосрочную программу исследований, но тут моя жизнь сделала очередной зигзаг.

В Дебрях венда

В 1945 г. я вернулся в Ленинград, на работу в университет. Патриарх геологии академик Д.В. Наливкин предложил мне принять участие в программе глубокого бурения на Русской платформе – геологическом образовании, которое протянулось от границы с Польшей до Урала и от Баренцева моря до Черного. Ее предстояло подвергнуть глубокому бурению до кристаллического основания, которое выходит на поверхность в Карелии.

Понадобилась масса времени и усилий, чтобы научная общественность признала **важность изучения венда для понимания ранних этапов эволюции жизни на Земле и реконструкции древних биосфер.**

Это было сказочно интересно, хотя и никак не вязалось с моей предыдущей работой. В те годы существовала масса гипотез относительно того, что же лежит в основании Русской платформы. Мне повезло: я занялся самой древней ее частью осадочного чехла, лежащей непосредственно на самом фундаменте.

В начале 50-х гг. я понял, что сделал открытие, причем незаурядное – поспешивилось обнаружить, что докембрия был по крайней мере еще один период, связанный с органической жизнью и продолжавшийся 80–100 млн. лет. Я назвал эту систему вендской. В те времена на Земле обитали престранные существа, совершенно непохожие на тех, что были позднее, в кембрийский период. Они представляли собой несколько типов совершенно оригинальных организмов, лишенных скелета, но иногда достигавших огромных размеров. Они жили на дне древнего мелкого моря, но как питались – совершенно непонятно, т.к. не имели ни рта, ни анального отверстия. Собственно говоря, некоторые вендские окаменелости впервые были обнаружены еще в 20-х гг., но их тогда относили к уже известным системам. Сейчас такие ископаемые обнаружены на всех континентах, а лучшие в мире отложения находятся на Зимнем берегу Белого моря и на Онежском полуострове. Понадобилась масса времени и усилий, чтобы научная общественность признала важность изучения венда и вендского периода для понимания ранних этапов эволюции жизни на Земле и реконструкции древних докембрийских биосфер. Сегодня уже никто не отрицает важность открытого периода и системы, но за пределами России еще обсуждается их название.

В 1977 г. в Палеонтологическом институте АН была организована первая в мире лаборатория палеонтологии докембрия, которая благополучно существует по сей день и лидирует в изучении венда и его аналогов, обнаруженных теперь на всех континентах.

Сибирь – время и люди

После вендской эпопеи моя судьба снова сделала крутой поворот. В 1958 г. я был избран членом-корреспондентом АН и перебрался из Ленинграда в Новосибирск, где в тот период создавалось Сибирское отделение академии. Условия для работы там были уникальные, поле деятельности простиралось от Урала до Тихого океана, в распоряжении ученых было удивительное разнообразие геологических структур, мало похожих на то, что находится в европейской части. Я возглавил отдел палеонтологии и стратиграфии в Институте геологии и геофизики, который в скором времени превратился в один из лучших в мире центров палеонтолого-стратиграфических исследований. Во главе института стоял академик А.А. Трофимук, человек редкой предприимчивости и самый блестящий нефтяник нашей страны. В Москве его не любили за строптивый нрав. Так, узнав, что строительство на Байкале целлюлозно-бумажного комбината одобрено академией, он резко выступил в защиту уникальной экосистемы. Озеро, как известно, окончательно отстоять не удалось, но строительство промышленных предприятий все же было ограничено. Однако у Трофимука отношения были испорчены со всеми, поскольку он был требовательным, решительным и терпеть

не мог проходимцев и карьеристов. Таков был глава геологического института в Новосибирске.

Сибирским отделением АН руководил М.А. Лаврентьев. Он был прекрасным организатором, любил свое дело и дельных людей и ради науки был готов на все. Поэтому в Сибирском отделении собралась масса людей с блестящими способностями. Наука там была на очень высоком уровне, а отделение приобрело такой колоссальный вес, что в Москве испугались конкуренции.

«Три Г»

В 1974 г. я был избран президентом Всесоюзного (ныне Всероссийского) палеонтологического общества, а год спустя переехал из Новосибирска в Москву, где занял должность академика-секретаря отделения геологии, геофизики и геохимии, которое в шутку называли «три Г». Кроме того, в академии работала целая группа горняков, тесно связанных с геологией, но почему-то входившая в состав отделения механики, и я попросил перевести их в мое отделение. Президент Академии наук, не упускавший случая пошутить, заметил, что Соколову мало «трех Г», он просит четвертое, и просьбу мою удовлетворили, хотя, естественно, остались и недовольные. Недавно моим «четырем Г» дали общее название – отделение наук о Земле, которое примирило всех.

Сегодня свою лабораторию палеонтологии докембрия в Палеонтологическом институте я передал моему ученику – члену-корреспонденту М.А. Федонкину, и она по-прежнему лидирует в изучении вендской системы под очень хорошим руководством. ■

лекарства, А НЕ ПРИБЫЛЬ!

Гэри Стикс

Некоммерческая фармацевтическая компания борется с болезнями, от которых страдает население развивающихся стран.

Когда в 1998 г. фармаколог Виктория Хейл уволилась из компании *Genentech*, она составила перечень тех медицинских проблем, которым, по ее мнению, фарминдустрия не уделяет должного внимания. Прежде всего это недостаток препаратов-сирот для лечения заболеваний, связанных

с нарушениями метаболизма, лечение токсикоманий, модернизация контрацептивов и борьба с инфекционными болезнями глобального характера. Опираясь на свой пятилетний опыт работы в Администрации по контролю за продуктами питания и лекарств (*FDA*) США, Хейл решила, что последний пункт в этом списке наиболее значим с точки зрения здоровья населения земного шара. Она пришла к выводу, что необходимо разработать

совершенно новую стратегию ведения бизнеса в фармацевтической и биотехнологической промышленности. Чтобы лекарственные препараты стали доступны для тех, чей годовой доход не превышает стоимости простого плеера, прежде всего необходимо отказаться от мысли о прибыли.

Не имея опыта работы в бизнесе, Хейл обратилась к коллегам из *FDA*, надеясь уговорить их взяться за организацию деятельности некоммерческой компании. Но очень скоро поняла, что будет бороться в одиночку, и отправилась в штаб-квартиру Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в Женеве. Однако первая реакция ее членов обескуражила: «Что это за фантазерка из Калифорнии, решившая резко изменить род деятельности без каких-либо четких планов на будущее?» – возмутились они. Но сотрудник ВОЗ Филипп Дизье (*Philippe M.P. Desjeux*) счел, что началом деятельности Хейл может стать завершение клинических испытаний антибиотика паромомицина, необходимого для подтверждения его эффективности в отношении паразитов.

Одно из серьезных паразитарных заболеваний – лейшманиозы, переносчиками их возбудителей являются москиты, заражающиеся при высасывании крови больного человека или животного. Висцеральный лейшманиоз (его еще называют лихорадкой дум-дум, или кала-азар), если его не лечить, всегда заканчивается гибелью

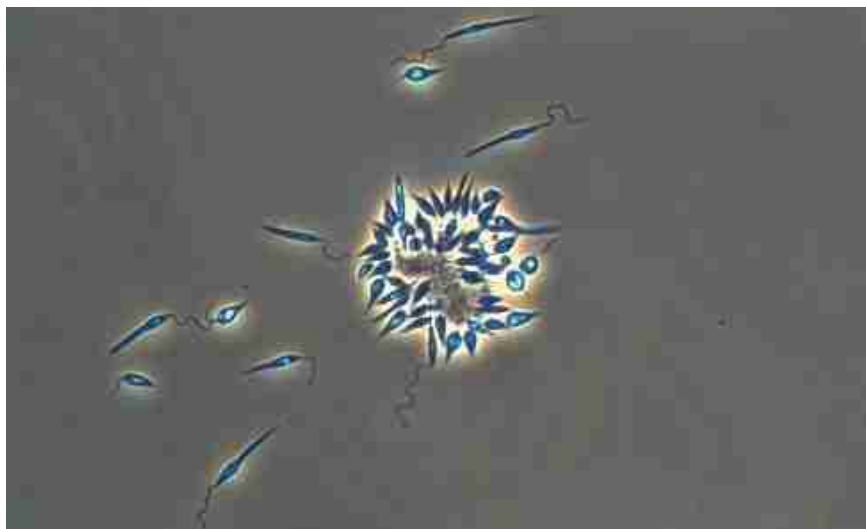


СЛАЖЕННЫЙ ДУЭТ: Ави Гершкович и Виктория Хейл – супруги, проложившие дорогу к созданию некоммерческой фармацевтической компании.

больного. Каждый год по всему миру выявляется 500 тыс. новых случаев этих паразитарных инвазий, а умирает от них 200 тыс. человек. Чаще всего болезнь встречается в бедных регионах: Индии, Бангладеш, Непале, Судане, Бразилии. Несмотря на устрашающие эпидемиологические данные, лейшманиозы привлекают к себе гораздо меньше внимания, чем такой глобальный «монстр», как малярия, и поле деятельности для фарминдустрии здесь весьма обширно.

Дизье предоставил Хейл список индийских ученых и клиницистов, наиболее авторитетных экспертов в данной области. Индия – самое подходящее место для проведения клинических испытаний нового препарата. Доминирующий в этом регионе возбудитель лейшманиоза, простейшее *Leishmania donovani*, приобрел устойчивость к препаратам на основе сурьмы. Альтернативное средство – амфотерицин – слишком дорого для большинства больных, живущих в этом регионе (курс лечения обходится в \$100–200, столько же стоит и корова). Кроме того, амфотерицин токсичен, и лечение им должно проводиться в стационаре. Если испытания паромомицина пройдут успешно, то его можно будет использовать амбулаторно (курс длительностью три недели обойдется всего в \$25).

Муж Хейл, врач Ави Гершковец (Ahvie Herskowitz), тоже решил оставить работу. Ранее он проводил масштабные испытания по изучению ишемии, а теперь вместе с женой стал давать частные консультации по вопросам, касающимся новых лекарств. В 2000 г. семейная пара основала компанию *Institute for OneWorld Health*, Хейл стала ее исполнительным директором, а Гершковец – директором по медицинским вопросам. Тут же возникли бюрократические проблемы: нужно было получить разрешение Налогового управления США на создание некоммерческой фармацевтической компании – словосочетание, кажущееся на первый взгляд лишеным смысла. Хейл обратилась в дирекцию Фонда Билла



Leishmania donovani: одноклеточный организм, возбудитель висцерального лейшманиоза.

Гейтса, в результате в 2002 г. на проведение завершающей фазы клинических испытаний паромомицина ей было выделено \$4,7 млн. «Они делают большое дело, – заявил Билл Гейтс. – Чего стоит один только кала-азар! Это будет такое лекарство (паромомицин), которое спасет множество жизней». В конце прошлого года Хейл получила от фонда еще \$5,3 млн.

В апреле 2004 г. *OneWorld* и ВОЗ приступили к клиническим испытаниям препарата на 670 пациентах в Индии – самым масштабным из проводившихся когда-либо в стране. Хейл собирается использовать исследование для того, чтобы получить одобрение своей деятельности со стороны США или одного из европейских государств. В дальнейшем это поможет быстро получить разрешение на проведение аналогичных мероприятий в других странах, где распространен лейшманиоз, – Бангладеш, Судане, Бразилии.

Если контролирующие органы Индии дадут добро, то *OneWorld* выделит деньги на производство первых партий препарата в стране, а будущий доход пойдет на поддержку местных производителей. Самая большая проблема – создание эффективной системы распределения лекарства, обеспечивающей его адресную доставку.

Как заметил Гершковец: «Продукты фармацевтической промышленности распространены здесь далеко не столь широко, как кока-кола».

Молва о деятельности *OneWorld* быстро распространилась, и сегодня многие фирмы хотят участвовать в ее миссионерской деятельности. Компания *Celera Genomics* предоставила ей лицензию на производство препарата, эффективного в отношении возбудителя болезни Чагаса, а Йельский университет передал права на другое лекарство для лечения этого паразитарного заболевания, поражающего ежегодно от 16 до 18 млн. жителей Центральной и Южной Америки и уносящего 50 тыс. жизней в год. Исследование препаратов послужит тестом на способность компании в проведении клинических испытаний в полном объеме. Сейчас *OneWorld* приступает к разработке программ по борьбе с малярией и диареей. В то время как фарминдустрия в своих действиях ограничена необходимостью получения прибыли, Хейл и ее сотрудники демонстрируют, что дух предпринимательства может найти себе применение, выходящее за рамки производства лекарственных препаратов для лечения депрессии или снижения уровня холестерина. ■

«трековые»

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВ

Дмитрий Загорский и Аркадий Мальцев

Познание свойств различных веществ – краеугольный камень любой науки, а потому ученые мира ищут все новые методы исследований. Самый современный из них появился в 50–60-х годах прошлого века. Именно тогда удалось определить, что заряженная частица, летящая с большой скоростью, при прохождении через твердое тело оставляет своеобразный след – область радиационных разрушений, называемую треком. При этом его параметры – состав, диаметр, длина, форма – напрямую зависят от ряда характеристик как самой частицы, так и материала детектора. Механизм образования трека в разных веществах может быть различным. Так, облучение высокоэнергетическими частицами полимеров приводит к разрушению определенных связей в них и смещению фрагментов макромолекул, в то время как в кристаллах прохождение бомбардирующей частицы приводит к смещению или выбиванию атомов из равновесных позиций.

Такой способ привлекателен тем, что предоставляет широкие и разнообразные возможности его использования. Он применим, в частности, в полупроводниковой электронике, при «аттестации» аэрозолей, идентификации микробиологических объектов, обеспечении безопасности ядерных реакторов, разведке урановых месторож-

дений. Подобные методы позволяют также определять возраст объектов, обнаруженных при археологических и палеонтологических раскопках, характеристики окрашивания драгоценных камней и даже тестировать вкусовые качества пива и вина.

Но вернемся к фундаментальным исследованиям свойств твердых веществ с помощью треков, которые стали приоритетными в работе отдела мембранных технологий Института кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН. Изменение объемной структуры и свойств мишени после ее облучения можно изучать различными способами, скажем, рентгеноструктурным методом или с помощью просвечивающей электронной микроскопии. Однако подобные методы дают информацию только о рельефе поверхности объекта и ее изменениях, не затрагивая объемные характеристики материала. И тут на помощь приходит метод атомно-силовой микроскопии (АСМ). Сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ) не «осматривают» изучаемый объект, а «ощупывают» его с помощью тонко заточенной иглы – зонда. Развитие зондовых методов открыло перед исследователями новые горизонты. Прежде всего речь идет о возможности визуализации отдельных областей радиационного повреждения, обычно имеющих на-

нометровые параметры. Кроме того, СЗМ дают чрезвычайно высокое вертикальное разрешение. Элементы структуры поверхности размером в нанометры можно было бы увидеть и в электронный микроскоп, но в данном случае определяющую роль играет малый вертикальный размер радиационных дефектов, визуализация которых возможна лишь с помощью АСМ.

Наиболее интересным направлением последних работ стало исследование полимеров, структуры трека, влияние, оказываемое на него облучением и температурой и т.д. За исходный объект исследования был взят полиэтилентерефталат (ПЭТ), используемый при производстве ядерных фильтров (трековых мембран).

При облучении его тонкого слоя ионами или осколками деления образуются зоны повреждения, которые затем удаляются химическим способом, в результате чего появляются сквозные каналы. Их диаметры зависят от режимов обработки и варьируются от десятков нанометров до единиц микрон. Причем интерес представляет исследование как исходных радиационных дефектов на поверхности, так и начальных стадий травления, при которых диаметр протравленного канала так мал, что его можно увидеть только с помощью атомно-силового

микроскопа – другие приборы в данном случае просто бессильны.

При исследовании радиального поведения трека используется двуслоно-ориентированная пленка ПЭТ толщиной 10 мкм, которую облучают ионами ксенона и висмута на ускорителе У-400 (ЛЯР, ОИЯИ, г. Дубна). Термическая обработка полимера проводилась на воздухе в температурном интервале 50–180°C в течение часа.

На «картинке» образца, облученного ионами ксенона, «показанной» АСМ, видны углубления диаметром около 7 нм – выходы трековых областей на поверхность. Причем оказалось, что поверхностная плотность этих дефектов соответствует плотности облучения. Кроме того, оказалось, что термообработка образцов значительно меняет характер поверхности, в частности, диаметр углублений возрастает до 50 нм.

В ходе анализа полученных результатов возник вопрос: как правильно идентифицировать треки и отличить их от других поверхностных дефектов, скажем, ямок между глобулами, типичными для полимера и т.д. Ученые решили вопрос, сравнивая результаты воздействия иглы АСМ на образец до и после травления. При этом менялось направление сканирования, степень прижатия иглы к поверхности объекта и, наконец, был использован зонд с очень тонким волоском – вискером – на конце, позволяющим обнаруживать узкие и глубокие выемки на поверхности объекта.

Исследования треков показали, что они имеют сложное строение. Наибольший интерес вызывает то, что на начальных стадиях химической обработки, до образования сквозного канала, трековая область на поверхности начинает интенсивно меняться. Трек имеет сложную радиальную структуру и состоит из нескольких областей, которые различаются по составу. Структура и ее поведение при травлении определяется прежде всего тем, какой процесс доминировал при облучении в данной области – деструкция полимера, частичный распад

длинных макромолекул на фрагменты или их «сшивка».

Исследование рельефа трека стало ключом к определению изменений, происходящих в облученном полимере при различных воздействиях, например, при отжиге или обработке ультрафиолетовым или гамма-излучением. Так, радиационное облучение ионами висмута первоначально приводило к образованию поверхностных дефектов в виде холмиков диаметром 80 и высотой около 5 нм с кратером на вершине. Эти возвышения исчезают после обработки при достаточно высокой температуре (160–180°C), а ямки «затягиваются» уже при температуре около 70°C. Согласно гипотезе, холмик «визуализирует» всю область деструкции в полимере, а «ямки» – ее центральную осевую часть. Поэтому можно предположить, что отжиг облученного полимера не просто «залечивает» трек (что привело бы просто к его медленному исчезновению), но инициирует сложный комплексный процесс изменения различных его зон.

Были проведены также исследования изменения треков на поверхности облученного полимера после sensibilization (т.е. повышения чувствительности вещества к последующему химическому травлению, необходимому для производства трековых мембран) – обработки ультрафиолетовым или гамма-облучением. По изменению характера углубления и холмика в месте выхода трека был сделан вывод о том, что облучение приводит к разрушению одной из наиболее химически устойчивых областей трека (сшитой области) и ведет к ускорению процесса вытравливания всей трековой области.

В ходе изучения глубинных явлений ученые использовали облучение осколками деления урана-235 образца, представляющего собой «стопку» из 15 тонких (2,5 мкм каждый), плотно прижатых друг к другу слоев полимерной пленки (ПЭТ). После опытов на внешней поверхности образца были обнаружены два типа радиационных

дефектов в виде кратеров с разными диаметрами. Причем в случае бомбардировки осколками ядер урана размер поврежденной области значительно больше, чем при облучении соответствующими ионами с аналогичными параметрами на ускорителе. По-видимому, это связано с различным энергетическим состоянием бомбардирующей частицы.

Облучение «стопки» слоев дало возможность определить глубинную структуру трека, исследуя каждый слой по отдельности. Методом АСМ были исследованы дефекты первых восьми слоев. Для более четкой визуализации областей повреждения применялся способ слабого травления в щелочи. Интересно, что в конце пробега частица создает область с большими повреждениями (диаметры зон разрушения 5-го слоя выше, чем 3-го). Такой эффект связан, очевидно, с изменением характера взаимодействия бомбардирующей частицы с матрицей мишени.

Подобные исследования стали возможны благодаря развитию атомно-силовой и, в частности, зондовой микроскопии. Кроме изучения рельефа поверхности объектов с помощью СЗМ ведущего производителя ЗАО «Нанотехнология-МДТ» (Зеленоград) можно определять более 40 характеристик, треки же являются областью сильных разрушений, и многие свойства исходной матрицы там кардинально меняются. Уже начаты предварительные эксперименты по изменению вязко-упругих свойств в области трека. Перспективными представляются также работы по электропроводности трековой области. Скажем, для полимера известен эффект графитизации области трека, т.е. диэлектрический материал приобретает в узкой трековой области свойства проводника. Обнаружить этот эффект возможно, по-видимому, только с помощью метода АСМ с проводящим зондом. Уникальные работы в этом направлении уже ведутся российскими учеными. ■

Согласно теории струн, Большой взрыв был не началом образования Вселенной, а лишь следствием ее предыдущего состояния.



МИФ О НАЧАЛЕ ВРЕМЕН

Габриэль Венециано

Был ли Большой взрыв началом времени или Вселенная существовала и до него? Лет десять назад такой вопрос казался нелепым. В размышлениях о том, что было до Большого взрыва, космологи видели не больше смысла, чем в поисках пути, идущего от Северного полюса на север. Но развитие теоретической физики и, в частности, появление теории струн заставило ученых снова задуматься о предначальной эпохе.

Вопрос о начале начал занимал философов и богословов с давних времен. Он переплетается с множеством фундаментальных проблем, нашедших свое отражение в знаменитой картине Поля Гогена «*D’ou venons-nous? Que sommes-nous? Ou allons-nous?*» («Откуда мы пришли? Кто мы такие? Куда мы идем?»). Полотно изображает извечный цикл: рождение, жизнь и смерть – происхождение, идентификация и предназначение каждого индивидуума. Пытаясь разобраться в своем происхождении, мы возводим свою родословную к минувшим поколениям, ранним формам жизни и протожизни, химическим элементам, возникшим в молодой Вселенной, и, наконец, к аморфной энергии, некогда заполнявшей пространство. Уходит ли наше фамильное древо корнями в бесконечность или космос так же не вечен, как и мы?

Еще древние греки ожесточенно спорили о происхождении времени. Аристотель отвергал идею о наличии

некоего начала, объясняя это тем, что из ничего ничто не возникает. А поскольку Вселенная не могла возникнуть из небытия, значит, она существовала всегда. Таким образом, время должно бесконечно простираться в прошлое и в будущее. Христианские богословы отстаивали противоположную точку зрения. Так, Блаженный Августин утверждал, что Бог существует вне пространства и времени и может создавать их точно так же, как и другие аспекты нашего мира. На вопрос «Что Бог делал *прежде*, чем создал мир?» знаменитый теолог отвечал: «Время само является частью божьего творения, просто не было никакого *прежде!*»

Современные космологи пришли к похожему заключению на основании общей теории относительности Эйнштейна, согласно которой пространство и время – мягкие, податливые сущности. Во вселенских масштабах пространство по своей природе динамично: со временем оно расширяется или сокращается, увлекая за собой материю. В 1920-х гг. астрономы подтвердили, что наша Вселенная в настоящее время расширяется: галактики удаляются друг от друга. Из этого следует, что время не может бесконечно простираться в прошлое – еще в 1960-х гг. это доказали Стивен Хокинг (Steven Hawking) и Роджер Пенроуз (Roger Penrose). Если мы будем просматривать космическую историю в обратном порядке, то увидим, как все галактики будто

проваливаются в черную дыру и сжимаются в единственную бесконечно малую точку – сингулярность. При этом плотность материи, ее температура и кривизна пространства-времени обращаются в бесконечность. На сингулярности наша космическая родословная обрывается и дальше в прошлое простираться не может.

Странное совпадение

Неизбежная сингулярность представляет собой серьезную космологическую проблему. В частности, она плохо согласуется с высокой степенью однородности и изотропности, которой характеризуется Вселенная в глобальном масштабе. Раз уж космос в широком смысле слова стал всюду одинаковым, значит, между отдаленными областями пространства существовала какая-то связь, координировавшая его свойства. Однако это противоречит старой космологической парадигме.

Давайте рассмотрим, что произошло за 13,7 млрд лет, прошедших с момента возникновения реликтового излучения. Из-за расширения Вселенной расстояние между галактиками выросло в 10 тыс. раз, тогда как радиус наблюдаемой Вселенной увеличился значительно больше – приблизительно в 1 млн раз (потому что скорость света превышает скорость расширения). Сегодня мы наблюдаем те области Вселенной, которые не могли бы видеть 13,7 млрд лет назад. Впервые в космической истории свет от наиболее ▶

отдаленных галактик достиг Млечного пути.

Тем не менее свойства Млечного пути в основном такие же, как у отдаленных галактик. Если на вечеринке вы встретите двух одинаково одетых людей, то это можно объяснить простым совпадением. Однако если в похожих нарядах будут десять человек – значит, они заранее договорились о форме одежды. Сегодня мы наблюдаем десятки тысяч независимых участков небесной сферы со статистически идентичными характеристиками реликтового фона. Возможно, такие области пространства уже при рождении были одинаковыми, т.е. однородность Вселенной – простое совпадение. Однако физики придумали два более правдоподобных объяснения: на начальной стадии развития Вселенная была либо намного меньше, либо намного старше, чем считалось раньше.

Чаще всего предпочтение отдается первой альтернативе. Считается, что молодая Вселенная прошла период инфляции, т.е. ускоряющегося расширения. До него галактики (точнее, их прародители) были очень плотно упакованы и поэтому стали похожи друг на друга. Во время инфляции они потеряли контакт, ибо свет не успевал за неистовым расширением. Когда инфляция закончилась, расширение

начало замедляться и галактики снова оказались в поле зрения друг друга.

Виновницей стремительного инфляционного всплеска физики считают потенциальную энергию, накопленную спустя 10^{-35} с после Большого взрыва в особом квантовом поле – инфлатоне. Потенциальная энергия, в отличие от массы покоя и кинетической энергии, приводит к гравитационному отталкиванию. Тяготение обычной материи замедляло бы расширение, а инфлатон, напротив, ускорял его. Появившаяся в 1981 г. теория инфляции точно объясняет результаты целого ряда наблюдений (см. *специальный репортаж «Четыре ключа к космологии», «В мире науки», №5, 2004 г.*). Однако до сих пор не ясно, что представлял собой инфлатон и откуда у него взялось столько потенциальной энергии.

Вторая альтернатива подразумевает отказ от сингулярности. Если время началось не в момент Большого взрыва, а Вселенная возникла задолго до начала нынешнего космического расширения, то у материи было достаточно времени, чтобы плавно самоорганизоваться. Поэтому ученые решили пересмотреть рассуждения, приводящие к мысли о сингулярности.

Весьма сомнительным представляется предположение о том, что теория относительности справедлива всегда.

Ведь в ней не учитываются квантовые эффекты, которые должны были доминировать вблизи сингулярности. Чтобы окончательно во всем разобраться, нужно включить общую теорию относительности в квантовую теорию гравитации. Над этой задачей теоретики бились со времен Эйнштейна, но лишь в середине 1980-х гг. дело сдвинулось с мертвой точки.

Эволюция революции

Сегодня рассматриваются два подхода. В теории петлевой квантовой гравитации теория относительности сохраняется по существу нетронутой, изменяется только процедура ее применения в квантовой механике (см. *статью Ли Смолина «Атомы пространства и времени», «В мире науки», №4, 2004 г.*). В последние годы сторонники петлевой квантовой гравитации добились больших успехов и достигли глубокого понимания, однако их подход недостаточно кардинален для решения фундаментальных проблем квантования тяготения. С похожей проблемой столкнулись специалисты по теории элементарных частиц. В 1934 г. Энрико Ферми (Enrico Fermi) предложил эффективную теорию слабого ядерного взаимодействия, но попытки построить ее квантовый вариант поначалу потерпели фиаско. Требовалась не новая методика, а концептуальные изменения, которые были воплощены в теории электрослабого взаимодействия, предложенной Шелдоном Глэшоу (Sheldon Glashow), Стивеном Вейнбергом (Steven Weinberg) и Абдусом Саламом (Abdus Salam) в конце 1960-х гг.

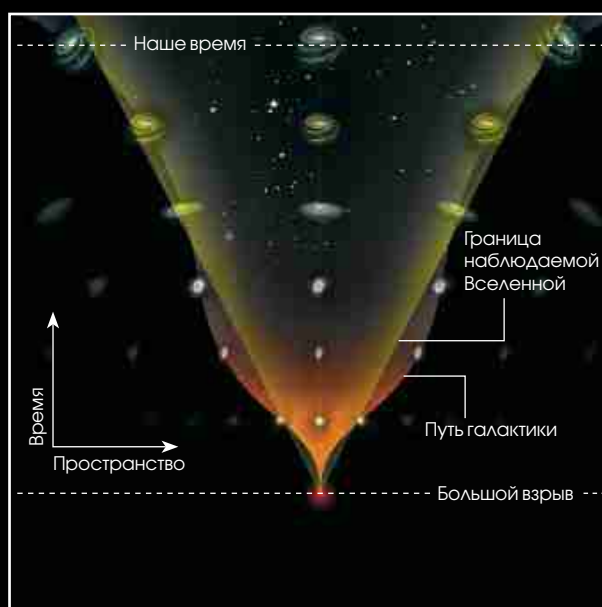
Более обещающим мне представляется второй подход – теория струн, действительно революционная модификация теории Эйнштейна. Она выросла из модели, предложенной мною в 1968 г. для описания ядерных частиц (протонов и нейтронов) и их взаимодействий. К сожалению, модель оказалась не совсем удачной, и через несколько лет от нее отказались, предпочтя квантовую хромодинамику, согласно которой протоны и нейтроны состоят из кварков. Последние ведут

ОБЗОР: СТРУННАЯ КОСМОЛОГИЯ

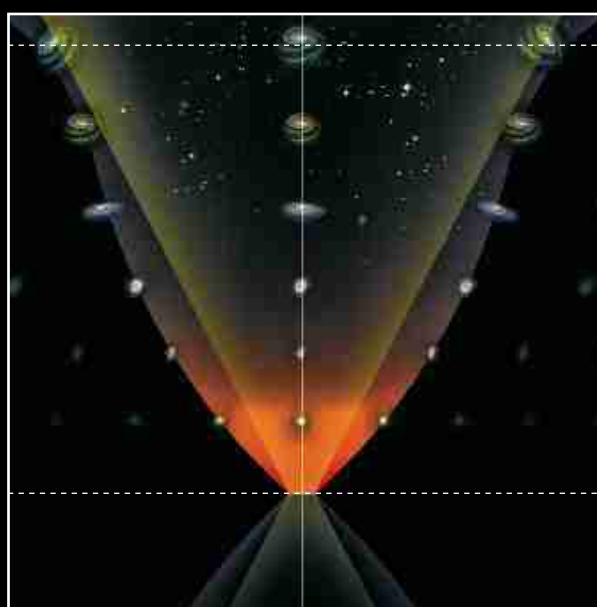
- С давних пор философы спорят о том, есть ли у Вселенной определенное происхождение или она существовала всегда. Общая теория относительности подразумевает конечность бытия – расширяющаяся Вселенная должна была возникнуть в результате Большого взрыва.
- Однако в самом начале Большого взрыва теория относительности не действовала, поскольку все происходившее в тот момент носило квантовый характер. В теории струн, которая претендует на звание квантовой теории гравитации, вводится новая фундаментальная физическая постоянная – минимальный квант длины. В результате старый сценарий Вселенной, рожденной в Большом взрыве, становится несостоятельным.
- Большой взрыв все же имел место, но плотность материи в тот момент не была бесконечной, а Вселенная, возможно, существовала и до него. Симметрия теории струн предполагает, что у времени нет ни начала, ни конца. Вселенная могла возникнуть почти пустой и сформироваться к моменту Большого взрыва или пройти несколько циклов гибели и возрождения. В любом случае эпоха до Большого взрыва оказала огромное влияние на современный космос.

ДВЕ ВЕРСИИ НАЧАЛА

В нашей расширяющейся Вселенной галактики разбегаются, словно рассеивающаяся толпа. Они удаляются друг от друга со скоростью, пропорциональной расстоянию между ними: галактики, разделенные 500 млн. световых лет, разбегаются вдвое быстрее, чем галактики, разнесенные на 250 млн. световых лет. Таким образом, все наблюдаемые нами галактики должны были в момент Большого взрыва одновременно стартовать из одного и того же места. Это справедливо даже в том случае, если космическое расширение проходит периоды ускорения и замедления. На диаграммах пространства и времени (см. ниже) галактики перемещаются по извилистым путям в наблюдаемую часть пространства и из нее (желтый клин). Однако пока точно неизвестно, что же происходило в тот момент, когда галактики (или их предшественники) начали разлетаться.



В стандартной модели с Большим взрывом, основанной на общей теории относительности, расстояние между любыми двумя галактиками в определенный момент нашего прошлого равнялось нулю. До этого момента время не имеет смысла.



В моделях, учитывающих квантовые эффекты, в момент старта любые две галактики были разделены некоторым минимальным расстоянием. Такие сценарии не исключают возможности существования Вселенной до Большого взрыва.

себя так, словно связаны между собой упругими струнами. Изначально теория струн была посвящена описанию струнных свойств ядерного мира. Однако вскоре ее стали рассматривать как возможный вариант объединения общей теории относительности и квантовой механики.

Основная идея состоит в том, что элементарные частицы – не точечные, а бесконечно тонкие одномерные объекты, называемые струнами. Обширное семейство разнообразных элементарных частиц отражено множеством возможных форм колебаний струны. Как же столь бесхитростная теория описывает сложный мир частиц и их взаимодействий? Секрет в так на-

зываемой магии квантовых струн. Как только правила квантовой механики применяются к вибрирующей струне, вдоль которой колебания распространяются со скоростью света, у нее появляются новые свойства, тесно связанные с физикой элементарных частиц и космологией.

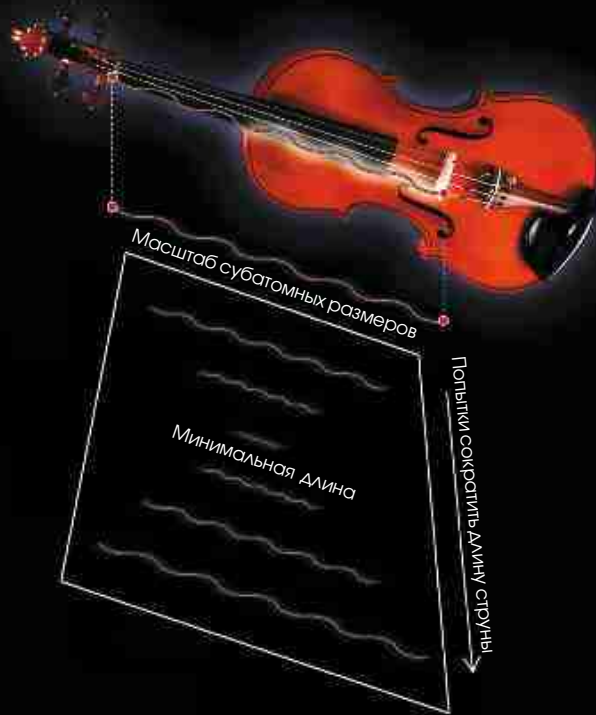
ОБ АВТОРЕ:

Габриэль Венециано (Gabriele Veneziano), физик-теоретик из CERN, создал теорию струн в конце 1960-х гг. Однако вскоре она была признана ошибочной, так как не объясняла всех свойств атомного ядра. Поэтому Венециано занялся квантовой хромодинамикой, в которую внес крупный вклад. Когда в 1980-х гг. о теории струн заговорили как о теории квантовой гравитации, Венециано впервые применил ее к черным дырам и космологии.

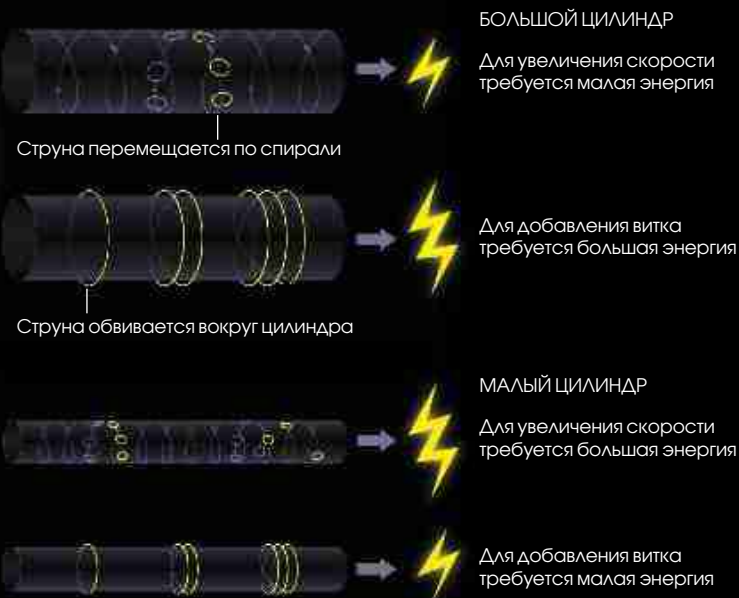
Во-первых, квантовые струны имеют конечный размер. Обычную (неквантовую) скрипичную струну можно было бы разрезать пополам, затем одну из половинок снова порвать на две части и так далее, пока не получилась бы точечная частица с нулевой массой. Однако принцип ▶

ТЕОРИЯ СТРУН

Теория струн – самая многообещающая (хотя и не единственная) теория, пытающаяся описать, что происходило в момент Большого взрыва. Струны представляют собой материальные объекты, очень похожие на струны скрипки. Когда скрипач перемещает пальцы по деке инструмента, он уменьшает длину струн и вызывает повышение частоты колебаний и, следовательно, их энергии. Если укоротить струну до суб-субатомных размеров, начнут действовать квантовые эффекты, препятствующие дальнейшему уменьшению длины.



Субатомная струна может не только перемещаться целиком или колебаться, но и завиваться, как пружина. Предположим, что пространство имеет цилиндрическую форму. Если длина окружности больше, чем минимальная допустимая длина струны, увеличение скорости перемещения требует малого приращения энергии, а каждый виток – большого. Однако если окружность короче минимальной длины, на дополнительный виток затрачивается меньше энергии, чем на приращение скорости. Следовательно, полная эффективная энергия остается неизменной. Струна не может быть короче кванта длины, поэтому вещество в принципе не может быть бесконечно плотным.



неопределенности Гейзенберга не позволяет нам разделить струну на части длиной меньше, чем приблизительно 10^{-34} м. Мельчайший квант длины обозначается l_s и представляет собой природную константу, которая в теории струн стоит в одном ряду со скоростью света c и постоянной Планка h .

Во-вторых, даже безмассовые квантовые струны могут иметь угловой момент. В классической физике тело с нулевой массой не может обладать угловым моментом, поскольку он определяется как произведение скорости, массы и расстояния до оси. Но квантовые флуктуации изменяют ситуацию. Угловой момент крошечной струны может достигать $2h$, даже если ее масса равняется нулю, что в точности соответствует свойствам переносчиков всех известных фундаментальных сил, таких как фотон и гравитон. Исторически именно эта особенность углового момента привлекла внимание к теории струн, как к кандидату на звание теории квантовой гравитации.

В-третьих, квантовые струны требуют существования дополнительных пространственных измерений. Классическая скрипичная струна будет колебаться независимо от того, каковы свойства пространства и времени. Квантовая струна более привередлива: уравнения, описывающие ее колебания, остаются непротиворечивыми только в том случае, если пространство-время сильно искривлено (что противоречит наблюдениям) или содержит шесть дополнительных измерений.

В-четвертых, физические постоянные, которые определяют свойства природы и входят в уравнения, отражающие закон Кулона и закон всемирного тяготения, перестают быть независимыми, фиксированными константами. В теории струн их значения динамически задаются полями, похожими на электромагнитное. Возможно, напряженность полей была неодинакова на протяжении различных космологических эпох или в отдаленных областях пространства. Теория струн получит серьезное экспериментальное подтверждение, если ученым удастся заре-

гистрировать хотя бы незначительное изменение физических констант.

Центральное место в теории струн занимает одно из таких полей – дилатон. Оно определяет общую силу всех взаимодействий. Величину дилатона можно истолковать как размер дополнительного пространственного измерения – 11-го по счету.

Связывание свободных концов

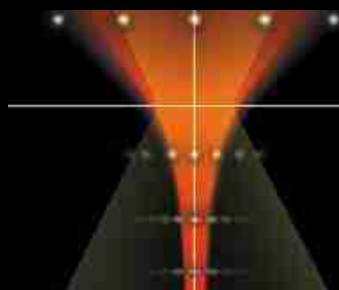
Наконец квантовые струны помогли физикам открыть новый вид природной симметрии – дуализм, который изменяет наше интуитивное представление о том, что происходит, когда объекты становятся чрезвычайно малыми. Я уже ссылаясь на одну из форм дуализма: обычно длинная струна тяжелее, чем короткая, но если мы попытаемся сделать ее короче фундаментальной длины l_p , то она снова начнет тяжелеть.

Поскольку струны могут двигаться более сложными способами, чем точечные частицы, существует и другая форма симметрии – Т-дуализм, который выражается в том, что маленькие и большие дополнительные измерения эквивалентны. Рассмотрим замкнутую струну (петлю), расположенную в цилиндрическом пространстве, круговое сечение которого представляет собой одно конечное дополнительное измерение. Струна может не только колебаться, но и вращаться вокруг цилиндра или наматываться на него (см. рис. на стр. 32).

Энергетическая стоимость обоих состояний струны зависит от размеров дополнительного измерения. Энергия наматывания прямо пропорциональна его радиусу: чем больше цилиндр, тем сильнее растягивается струна и тем больше энергии она запасает. С другой стороны, энергия, связанная с вращением, обратно пропорциональна радиусу: цилиндрам большего радиуса соответствуют более длинные волны, а значит, более низкие частоты и меньшие значения энергии. Если большой цилиндр заменить малым, два состояния движения могут поменяться ролями: энергия, связанная с вращением, может быть обеспечена наматыванием и наоборот.

ПРЕДВЗРЫВНОЙ СЦЕНАРИЙ

Первой попыткой применить теорию струн к космологии стала разработка так называемого предвзрывного сценария, в соответствии с которым Большой взрыв был не моментом возникновения Вселенной, а просто переходной стадией. До него расширение ускорялось, а после него – замедлялось (по крайней мере, в начале). Путь галактики в пространстве-времени (справа) имеет форму бокала.



Расширение замедляется

Расширение ускоряется



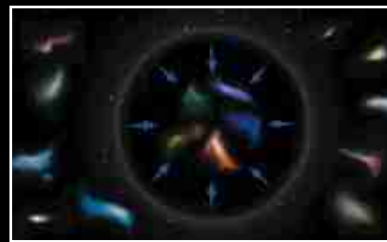
Вселенная существовала всегда. В отдаленном прошлом она была почти пуста. Такие силы, как гравитация, были слабы.



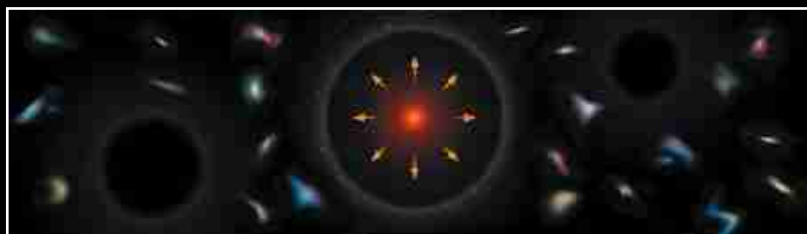
Силы постепенно росли, и материя начала сгущаться. В некоторых областях плотность возросла настолько, что начала формироваться черная дыра.



Черная дыра разрасталась с ускорением. Материя внутри нее оказалась изолированной от вещества снаружи.



Плотность вещества, устремлявшегося к центру дыры, возрастала, пока не достигла предела, определяемого теорией струн.



Когда плотность материи достигла максимально допустимой величины, квантовые эффекты привели к Большому взрыву. Тем временем снаружи возникали другие черные дыры, которые затем тоже становились вселенными.

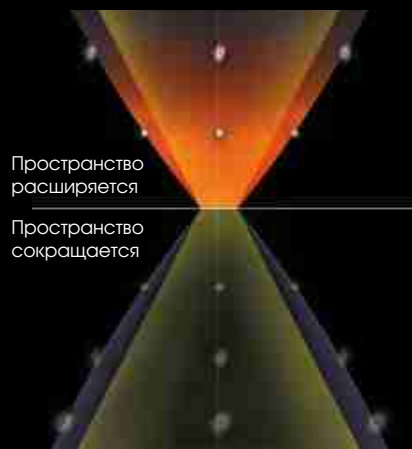
Внешний наблюдатель замечает только величину энергии, а не ее происхождение, поэтому для него большой и малый радиусы физически эквивалентны.

Хотя Т-дуализм обычно описывается на примере цилиндрических

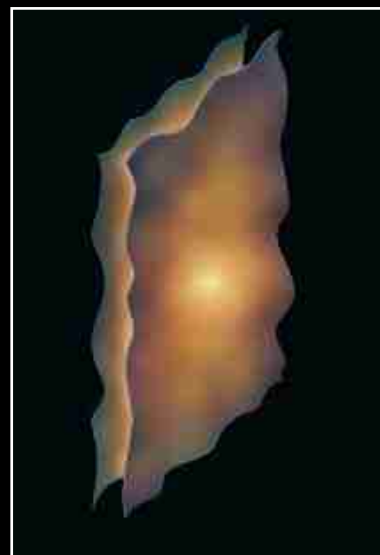
пространств, в которых одно из измерений (окружность) конечно, один из его вариантов применяется к обычным трем измерениям, которые, похоже, простираются безгранично. О расширении бесконечного пространства ▶

ЭКПИРОТИЧЕСКИЙ СЦЕНАРИЙ

Если наша Вселенная – многомерная мембрана, плавающая в еще более многомерном пространстве, то Большой взрыв, возможно, был результатом ее соударения с параллельной мембраной. Такие столкновения могут повторяться циклически. Каждая галактика перемещается в пространстве-времени по пути в форме песочных часов (см. ниже).



Притягиваясь друг к другу, две почти пустые мембраны сжимаются в направлении, перпендикулярном направлению движения.



Мембраны соударяются, и их кинетическая энергия преобразуется в материю и излучение. Это соударение и есть Большой взрыв.



После удара мембраны расходятся и начинают расширяться с убывающей скоростью. Материя собирается в скопления галактик.



В циклической модели силы притяжения замедляют движение расходящихся мембран. Материя разреживается.



Мембраны останавливаются и снова начинают сближаться, расширяясь при этом с возрастающей скоростью.

нужно говорить с осторожностью. Его полный размер не может измениться и остается бесконечным. Но все же оно способно расширяться в том смысле, что расположенные в нем тела (например, галактики) могут удаляться друг от друга. В данном случае

значение имеет не размер пространства в целом, а его масштабный коэффициент, в соответствии с которым происходит изменение расстояний между галактиками и их скоплениями, заметное по красному смещению. Согласно принципу Т-дуализма, все-

ленные и с малыми, и с большими масштабными коэффициентами эквивалентны. В уравнениях Эйнштейна такой симметрии нет; она является следствием унификации, заключенной в теории струн, причем центральную роль здесь играет дилатон.

Когда-то бытовало мнение, что Т-дуализм присущ только замкнутым струнам, поскольку открытые струны не могут наматываться, так как их концы свободны. В 1995 г. Йозеф Полчински (Joseph Polchinski) из Калифорнийского университета в Санта-Барбаре показал, что принцип Т-дуализма применим к открытым струнам в том случае, когда переход от больших радиусов к малым сопровождается изменением условий на концах струны. До этого физики считали, что на концы струн не действуют никакие силы и они абсолютно свободны. Вместе с тем Т-дуализм обеспечивается так называемыми граничными условиями Дирихле, при которых концы струн оказываются зафиксированными.

Условия на границе струны могут быть смешанными. Например, электроны могут оказаться струнами, чьи концы закреплены в семи пространственных измерениях, но свободно движутся в пределах трех остальных, образующих подпространство, известное как мембрана Дирихле, или *D*-мембрана. В 1996 г. Петр Хорава (Petr Horava) из Калифорнийского университета и Эдвард Уиттен (Edward Witten) из Института специальных исследований в Принстоне, штат Нью-Джерси, предположили, что наша Вселенная расположена как раз на такой мембране (см. статьи «Информация в голографической Вселенной», «В мире науки», №11, 2003 г. и «Кто нарушил закон тяготения?», «В мире науки», №5, 2004 г.). Наша неспособность воспринимать все 10-мерное величие пространства объясняется ограниченной подвижностью электронов и других частиц.

Приручение бесконечности

Все волшебные свойства квантовых струн указывают на то, что они ненавидят бесконечность. Струны не могут стянуться в бесконечно малую точку, и поэтому им несвойственны парадоксы, связанные с коллапсом. Отличие их размера от нуля и новые виды симметрии задают верхние гра-

ницы для возрастающих физических величин и нижние – для убывающих. Специалисты по теории струн полагают, что, если проигрывать историю Вселенной назад, то кривизна пространства-времени будет расти. Однако она не станет бесконечной, как в традиционной сингулярности Большого взрыва: в некоторый момент ее значение достигнет максимума и снова начнет уменьшаться. До появления теории струн физики отчаянно пытались придумать механизм, который мог бы так чисто устранить сингулярность.

Условия вблизи нулевого момента времени, соответствующего началу Большого взрыва, настолько экстремальны, что никто пока не знает, как решать соответствующие уравнения. Тем не менее специалисты по теории струн берут на себя смелость высказывать догадки о том, что представляла собой Вселенная до Большого взрыва. Сейчас в ходу две модели.

Первую из них, известную как предвзрывной сценарий, мы начали разрабатывать в 1991 г. В ней принцип Т-дуализма объединяется с более известной симметрией обращения времени, в силу которой физические уравнения работают одинаково хорошо независимо от направления времени. Такая комбинация позволяет говорить о новых возможных вариантах космологии, в которых Вселенная, скажем, за 5 с до Большого взрыва расширялась с такой же скоростью, как и через 5 с после него. Однако изменение скорости расширения в эти моменты происходило в противоположных направлениях: если после Большого взрыва расширение замедлялось, то перед ним – ускорялось. Короче говоря, Большой взрыв, возможно, был не моментом возникновения Вселенной, а просто внезапным переходом от ускорения к замедлению.

Прелесть такой картины состоит в том, что она автоматически подразумевает более глубокое понимание теории инфляции: Вселенная должна была пройти период ускорения, чтобы стать настолько однородной и изотропной. В стандартной теории уско-

рение после Большого взрыва происходит под действием введенного специально для этой цели инфлатона. В предвзрывном сценарии оно происходит перед взрывом как естественное следствие новых видов симметрии в теории струн.

В соответствии с такой моделью Вселенная перед Большим взрывом была почти идеальным зеркальным изображением самой себя после него (см. рис. на стр. 33). Если Вселенная безгранично устремляется в будущее, в котором ее содержимое разжигается до скудной кашицы, то она также бескрайне простирается и в прошлое. Бесконечно давно она была почти пуста: ее заполнял лишь невероятно разреженный, хаотический газ из излучения и вещества. Силы природы, управляемые дилатоном, были настолько слабы, что частицы этого газа практически не взаимодействовали друг с другом.

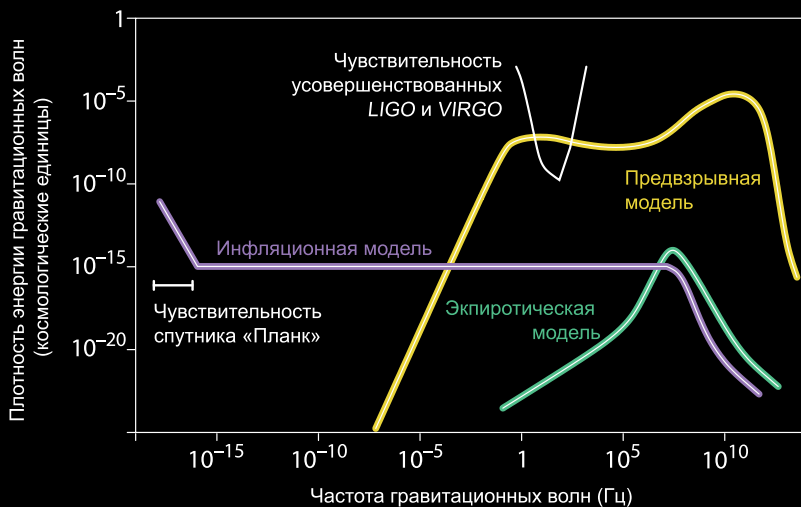
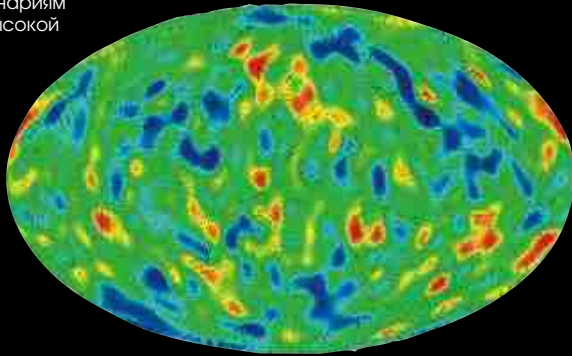
Но время шло, силы возрастали и стягивали материю воедино. Случайным образом материя скапливалась в некоторых участках пространства. Там ее плотность в конечном счете стала настолько высокой, что начали образовываться черные дыры. Вещество внутри таких областей оказывалось отрезанным от окружающего пространства, т.е. Вселенная разбивалась на обособленные части.

Внутри черной дыры пространство и время меняются ролями: ее центр – не точка пространства, а момент времени. Падающая в черную дыру материя, приближаясь к центру, становится все более плотной. Но, достигнув максимальных значений, допускаемых теорией струн, плотность, температура и кривизна пространства-времени внезапно начинают уменьшаться. Момент такого реверсирования и есть то, что мы называем Большим взрывом. Внутренность одной из описанных черных дыр и стала нашей Вселенной.

Неудивительно, что столь необычный сценарий вызвал множество споров. Так, Андрей Линде (Andrei Linde) из Стэнфордского университета утверждает, что для того, чтобы такая модель согласовывалась с наблюдениями, ►

НАБЛЮДЕНИЯ

Не исключено, что изучить эпоху до Большого взрыва нам поможет гравитационное излучение, возможно, сохранившееся с тех далеких времен. Периодические вариации гравитационного поля можно зарегистрировать косвенно по их влиянию на поляризацию реликтового излучения (см. модель ниже) или непосредственно в наземных обсерваториях. Согласно предвзрывному и экпиротическому сценариям гравитационных волн, высокой частоты должно быть больше, а низкочастотных – меньше, чем в обычных инфляционных моделях (см. внизу). В недалеком будущем результаты наблюдений, которые планируется провести с помощью спутника «Планк» и обсерваторий *LIGO* и *VIRGO*, позволят выбрать одну из гипотез.



Вселенная должна была возникнуть из черной дыры гигантских размеров, значительно больших, чем масштаб длины в теории струн. Но ведь наши уравнения не накладывают никаких ограничений на размер черных дыр. Просто случилось так, что Вселенная сформировалась внутри достаточно большой дыры.

Более серьезное возражение приводят Тибо Дамур (Thibault Damour) из Института высших научных исследований в Бур-сюр-Ив во Франции и Марк Анно (Marc Henneaux) из Брюссельского свободного университета: материя и пространство-время вблизи момента Большого взрыва должны были вести себя хаотически, что навер-

няка противоречит наблюдаемой регулярности ранней Вселенной. Недавно я предположил, что в таком хаосе мог возникнуть плотный газ из миниатюрных «струнных дыр» – чрезвычайно малых и массивных струн, находящихся на грани превращения в черные дыры. Возможно, в этом содержится ключ к решению проблемы, описанной Дамуром и Анно. Аналогичное предположение было высказано Томасом Бэнксом (Thomas Banks) из Рютгерса и Вилли Фишлером (Willy Fischler) из Техасского университета в Остине. Существуют и другие критические соображения, но нам еще предстоит выяснить, выявляют ли они какие-либо принципиальные недостатки описанной модели.

Соударение мембран

Другая популярная модель, подразумевающая существование Вселенной до Большого взрыва, – экпиротический сценарий (от греч. *ekpyrotic* – «пришедший из огня»), разработанный три года назад Джастином Каури (Justin Khoury) из Колумбийского университета, Полом Штейнхардтом (Paul Steinhardt) из Принстонского университета, Бартом Оврутом (Burt A. Ovrut) из Пенсильванского университета, Натаном Зейбергом (Nathan Seiberg) из Института углубленных исследований и Нейлом Тьюроком (Neil Turok) из Кембриджского университета. Он основан на предположении, что наша Вселенная – одна из многих *D*-мембран, дрейфующих в многомерном пространстве. Мембраны притягиваются друг к другу, а когда они сталкиваются, в них может произойти то, что мы называем Большим взрывом (см. рис. на стр. 34).

Не исключено, что коллизии происходят циклически. Две мембраны могут сталкиваться, отскакивать друг от друга, расходиться, притягиваться одна к другой, снова соударяться и так далее. Расходясь после удара, они немного растягиваются, а при очередном сближении снова сжимаются. Когда направление движения мембраны сменяется на противоположное, она расширяется с ускорением, поэтому наблюдаемое ускоряющееся расширение Вселенной может указывать на предстоящее столкновение.

У предвзрывного и экпиротического сценариев есть общие особенности. Оба они начинаются с большой, холодной, почти пустой Вселенной, и обоим свойственна трудная (и пока нерешенная) проблема перехода от состояния перед Большим взрывом к стадии после него. Математически главное различие между двумя моделями заключается в поведении дилатона. В предвзрывном сценарии это поле и, соответственно, все силы природы изначально очень слабы и постепенно усиливаются, достигая максимума в момент Большого взрыва. Для экпиротической модели справедливо об-

ратное: столкновение происходит тогда, когда значения сил минимальны.

Разработчики экиротической схемы вначале надеялись, что слабость сил облегчит процедуру анализа столкновения, однако им приходится иметь дело с высокой кривизной пространства-времени, поэтому пока нельзя однозначно решить, удастся ли избежать сингулярности. Кроме того, этот сценарий должен протекать при весьма специфических обстоятельствах. Например, перед самым столкновением мембраны должны быть почти идеально параллельны друг другу, иначе вызванный им Большой взрыв будет недостаточно однородным. В циклической версии эта проблема стоит не так остро: последовательные соударения позволили бы мембранам выровняться.

Оставив пока в стороне трудности полного математического обоснования обеих моделей, ученые должны разобраться, удастся ли когда-нибудь проверить их экспериментально. На первый взгляд, описанные сценарии очень похожи на упражнения не в физике, а в метафизике: масса интересных идей, которые никогда не удастся подтвердить или опровергнуть результатами наблюдений. Такой взгляд слишком пессимистичен. Как стадия инфляции, так и дозврывная эпоха должны были оставить после себя артефакты, которые можно заметить и сегодня, например, в небольших вариациях температуры реликтового излучения.

Во-первых, наблюдения показывают, что температурные отклонения были сформированы акустическими волнами за несколько сотен тысяч лет. Регулярность флуктуаций свидетельствует о когерентности звуковых волн. Космологи уже отвергли целый ряд космологических моделей, не способных объяснить волновой синхронизм. Сценарии с инфляцией, эпохой до Большого взрыва и столкновением мембран успешно проходят это первое испытание. В них синфазные волны создаются квантовыми процессами, усилившимися в ходе ускоряющегося космического расширения.

Во-вторых, каждая модель предсказывает разное распределение температурных флуктуаций в зависимости от их углового размера. Оказалось, что большие и малые флуктуации имеют одинаковую амплитуду. (Отступления от этого правила наблюдаются только при очень малых масштабах, в которых изначальные отклонения изменились под действием более поздних процессов.) В инфляционных моделях это распределение воспроизводится с высокой точностью. Во время инфляции кривизна пространства изменялась относительно медленно, так что флуктуации различных размеров возникали в почти одинаковых условиях. Согласно обеим струнным моделям, кривизна менялась быстро. В результате амплитуда мелкомасштабных флуктуаций увеличивалась, однако другие процессы усиливали крупномасштабные отклонения температуры, выравнивая общее распределение. В экиротическом сценарии этому способствует дополнительное пространственное измерение, разделяющее сталкивающиеся мембраны. В дозврывной схеме за выравнивание распределения флуктуации отвечает аксион – квантовое поле, связанное с дилатоном. Короче говоря, все три модели согласуются с результатами наблюдений.

В-третьих, в ранней Вселенной температурные вариации могли возникать из-за флуктуаций плотности вещества и из-за слабых колебаний, вызванных гравитационными волнами. При инфляции обе причины имеют одинаковое значение, а в сценариях со струнами основную роль играют вариации плотности. Гравитационные

волны должны были оставить свой отпечаток в поляризации реликтового излучения. Возможно, в будущем его удастся обнаружить с помощью космических обсерваторий, таких как спутник «Планк» Европейского космического агентства.

Четвертая проверка связана с распределением флуктуаций. В инфляционном и экиротическом сценариях оно описывается законом Гаусса. Вместе с тем дозврывная модель допускает значительные отклонения от нормального распределения.

Анализ реликтового излучения – не единственный способ проверить рассмотренные теории. Сценарий с эпохой до Большого взрыва подразумевает возникновение случайного фона гравитационных волн в некотором диапазоне частот, который в будущем можно будет обнаружить с помощью гравитационных обсерваторий. Кроме того, поскольку в струнных моделях изменяется дилатон, тесно связанный с электромагнитным полем, им обеим должны быть свойственны крупномасштабные флуктуации магнитного поля. Не исключено, что их остатки можно обнаружить в галактических и межгалактических магнитных полях.

Так когда же началось время? Наука пока не дает окончательного ответа. И все же согласно двум потенциально проверяемым теориям Вселенная – а значит, и время – существовала задолго до Большого взрыва. Если один из этих сценариев соответствует истине, то космос существовал всегда. Возможно, однажды он снова коллапсирует, но не исчезнет никогда. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- The Elegant Universe. Brian Greene. W.W. Norton, 1999.
- Superstring Cosmology. James E. Lidsey, David Wands and Edmund J. Copeland in Physics Reports, Vol. 337, Nos. 4–5, pages 343–492; October 2000. [hep-th/9909061](#)
- From Big Crunch to Big Bang. Justin Khoury, Burt A. Ovrut, Nathan Seiberg, Paul J. Steinhardt and Neil Turok in Physical Review D, Vol. 65, No. 8, Paper no. 086007; April 15, 2002. [hep-th/0108187](#)
- A Cyclic Model of the Universe. Paul J. Steinhardt and Neil Turok in Science, Vol. 296, No. 5572, pages 1436–1439; May 24, 2002. [hep-th/0111030](#)
- The Pre-Big Bang Scenario in String Cosmology. Maurizio Gasperini and Gabriele Veneziano in Physics Reports, Vol. 373, Nos. 1–2, pages 1–212; January 2003. [hep-th/0207130](#)

Экономичность

ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА

Мэтью Вельд



Можно ли обеспечить транспорт необходимым количеством топлива?



Как можно сократить объем использования нефти и обеспечить транспорт необходимым количеством топлива?

Осенью 2003 г. президент США объявил о программе по созданию автомобиля нового поколения. Администрация готова потратить на проект, главная задача которого – остановить загрязнение окружающей среды и снизить зависимость США от импорта энергоносителей, \$1,7 млрд. Не прошло и двух месяцев, как корпорация *Toyota* предложила сразу две модели автомобиля. Первая – седан с гибридным силовым агрегатом, состоящим из двигателя внутреннего сгорания и электромотора с аккумуляторными батареями. Во время работы двигателя этого автомобиля в атмосферу попадает вдвое меньше вредных веществ (при расходе 5,6 л/1000 км пробега). Вторая модель – внедорожник, оснащенный электрическим мотором и водородными топливными батареями. Автомобиль выбрасывает в атмосферу воду, сравнимую по чистоте с Перье.

В зависимости от того, какой из вариантов предпочтут, будет известно, по какому пути пойдет автомобилестроение в ближайшие годы. По мнению специалиста корпорации *Toyota* Роберта Виммера (Robert Wimmer), ответ для американцев прозвучал совсем неожиданно: автомобили практически равноценны.

Виммер, как и большинство экспертов, рассматривает вопрос загрязнения атмосферы выхлопными газами комплексно, т.е. учитываются не только выбросы автомобиля, но и загрязнения, которые сопровождают производство и хранение топлива. С этой точки зрения такие преимущества водородного топлива, как высокая эффективность и экологичность, не бесспорны. По мнению специалистов из министерства энергетики США, автомобиль с водородным двигателем может нанести вред окружающей среде, а сроки реализации проекта

сопоставимы с перспективой полета человека на Марс. В отличие от него, у транспортного средства с гибридным двигателем есть одно неоспоримое преимущество: он выпускается серийно, и нет необходимости тратить время на создание инфраструктуры.

На совещании, проходившем в ноябре 2003 г. с участием министров энергетики 14 стран и представителей ЕС, министр энергетики США Спенсер Абрахам заявил, что внедрение водородного топлива совершит революцию в энергетике. Ежедневно 200 млн. американских автомобилей потребляют 2/3 от 20 млн. баррелей нефти, перерабатываемой в США. По мнению президента США Джорджа Буша, в такой ситуации водородное топливо поможет избавить общество от энергетических проблем. Однако переход на него требует существенных инвестиций, а улучшение экологической обстановки не гарантировано. Единица мощности, полученная на водородном топливе, в 100 раз дороже, чем на двигателе внутреннего сгорания. При существующих технологиях цена на водородное топливо в пять раз превышает стоимость бензина. Не надо забывать о том, что для получения чистого водорода потребуется большое количество энергии, а ее выработка приведет к загрязнению окружающей среды. Проблематичны также хранение и доставка его до пот-

ОБЗОРЫ: ЭКОНОМИЧНОСТЬ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА

- По своей эффективности двигатель с водородными топливными батареями в два раза превосходит двигатель внутреннего сгорания. В процессе его работы в атмосферу выбрасывается чистая вода.
- В природе водород в чистом виде не существует. Его получение требует больших затрат энергии. Если она будет поступать от традиционных источников электроэнергии, то количество вредных выбросов в атмосферу не уменьшится.
- Водород не может рассматриваться как универсальный источник энергии.
- Автомобильный транспорт – последний этап освоения этого топлива.



Если принять во внимание весь цикл производства и потребления водородного топлива, то окажется, что *Toyota Prius* (правый рисунок) с гибридным двигателем в процессе эксплуатации нанесет меньше вреда окружающей среде, чем автомобиль SUV (левый рисунок) той же корпорации, но с водородным двигателем.

ребителя, поскольку избежать утечки газа, попадающего в атмосферу, невозможно.

Как его получить

У водородных топливных батарей есть ряд преимуществ. Во-первых, во время эксплуатации они не загрязняют окружающую среду. Во-вторых, водород в чистом виде может быть получен из различного сырья, в отличие от угля, который добывают из природной среды, или дизельного топлива, образующегося при переработке нефти. В свободном виде водород на Земле не встречается, но его соединения широко используются в процессах получения электроэнергии. По мнению Дэвида Гармана (David K. Garman), специалиста по возобновляемым источникам энергии, «прелесть водорода – в его многообразии».

Один из способов получения водорода – электролиз воды (см. стр. 44). В качестве источника электрической энергии для получения водорода можно использовать солнечные батареи, ветряные генераторы, гидроэлектростанции и атомные реакторы. Ученые стремятся получить водород из биомассы с помощью микробов. В феврале 2004 г. ученые Миннесотского университета и Уни-

верситета Патраса (Греция) объявили о создании реактора, производящего водород из этанола и воды. К сожалению, промышленное производство – вопрос далекого будущего. Однако самым дешевым источником электрической энергии для производства водорода остаются электростанции. Но это может повлечь за собой увеличение выброса двуокиси углерода в атмосферу.

Сырьем для получения водорода могут быть природный газ, метанол или углеводородное топливо. Если природный газ обработать паром в реакторе, то он распадется на водород и двуокись углерода. Не лучше ли использовать природный газ для выработки электроэнергии на тепловых электростанциях? Существующие технологии позволяют повысить КПД электростанций, работающих на газе, – до 60%, в то время как КПД угольного аналога составляет 30%. В то же время при сжигании газа в атмосферу выбрасывается в два раза меньше двуокиси углерода, чем при сжигании

угля (53 и 96 кг на 293 кВт-ч). При использовании газа (в пересчете на 1 кВт-ч электроэнергии) в окружающую среду выбрасывается в четыре раза меньше двуокиси углерода. В итоге целесообразнее использовать газ для производства электроэнергии, а не перерабатывать его в водород.

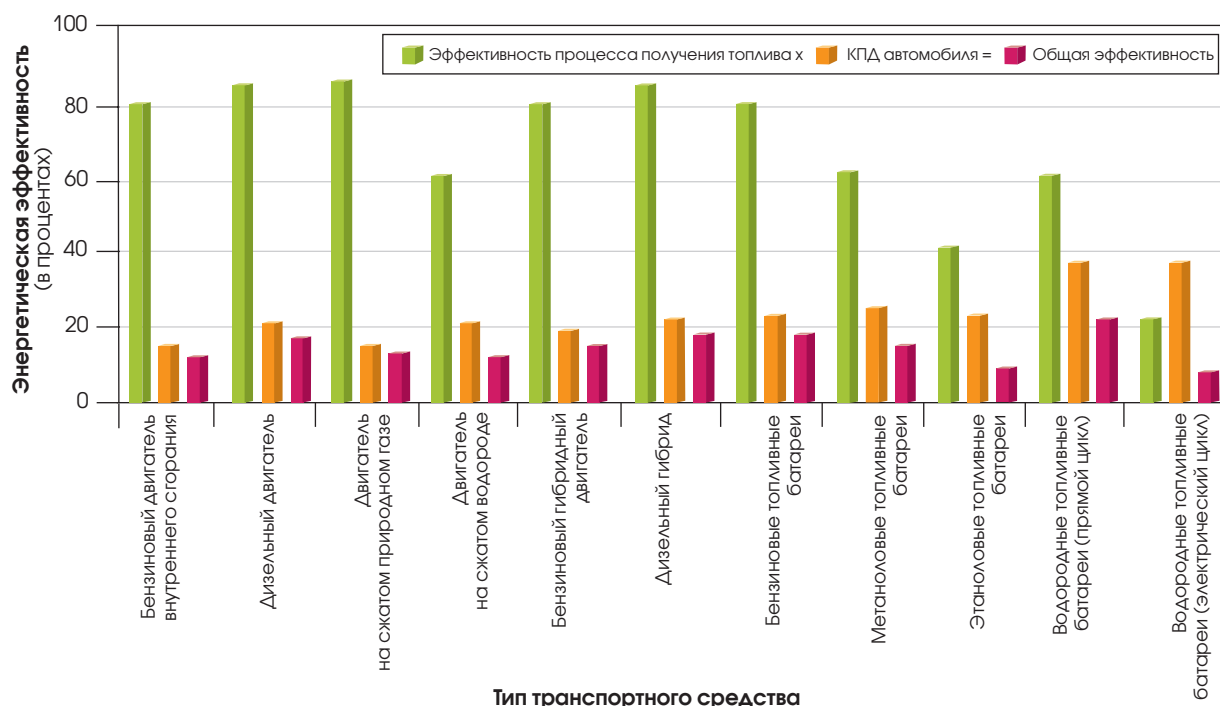
Сейчас менее 50% электроэнергии в США вырабатывается на электростанциях, потребляющих уголь, 20% – газ, и остальную часть дают атомные и гидроэлектростанции. Даже если производство водорода увеличится, его применение в топливных батареях может оказаться неэффективным. Профессор Нью-Йоркского городского колледжа Рауль Шиннар (Reuel Shinnar) предлагает использовать водород в процессах водородного крекинга, что сэкономит до 3 млн. баррелей нефти ежедневно и позволит проводить более глубокую переработку сырой нефти и потреблять ее тяжелые фракции для производства бензина. ▶

ОБ АВТОРЕ:

Мэтью Вельд (Matthew L. Wald) – корреспондент газеты «Нью-Йорк таймс», занимающийся проблемами энергетики с 1979 года.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА

Эффективность того или иного вида топлива заключается не только в КПД автомобиля, но и в затратах на его производство. Если учесть затраты энергии на добычу нефти, ее переработку в бензин, транспортировку и использование, то получается, что двигатель внутреннего сгорания более эффективен, чем водородный.



Сколько стоит?

Если получение водорода – дорогое удовольствие и оно загрязняет окружающую среду, может ли это топливо быть полезным?

При сгорании 1 кг водорода выделяет столько же энергии, сколько 4,5 л природного газа. В то же время эффективность двигателя внутреннего сгорания и двигателя с водородными батареями существенно отличаются. В обычном силовом агрегате основная часть энергии выбрасывается в атмосферу через выхлопную трубу, а также идет на преодоление силы трения в различных узлах. И сторонники, и противники водородного топлива соглашались с тем, что работа автомобиля с водородными батареями в два раза эффективнее, чем транспорт-

ного средства на газовом топливе. (В том случае, если батареи используются для электроснабжения помещений, КПД может быть еще выше, поскольку отводимым теплом можно нагревать воду.)

На всех этапах получения и использования любого топлива возникают потери части его первоначальной энергии. Первый этап анализа эффективности инженеры называют «до хранилища», который подразумевает потери первоначальной энергии при производстве и при транспортировке. По данным Управления по эффективности использования энергии и возобновляемых источников энергии министерства энергетики США, при получении водорода из природного газа теряется до 40% первоначальной энергии,

заклученной в сырье, при гидролизе – до 78% энергии. Несмотря на низкую эффективность этого метода, он получил широкое распространение, поскольку водород производится в том же месте, где происходит его потребление. В то же время начиная со стадии добычи нефти, ее переработки, получения бензина и транспортировки на бензозаправочную станцию потери составляют только 21%. А добывая природный газ и перекачивая его под давлением в емкости для хранения, мы теряем только 15%.

Второй этап анализа называется «от бака до колес». Он начинается с заправки автомобиля и заканчивается, когда автомобиль трогается с места. В итоге – 85% первоначальной энергии используется впустую.

По мнению специалистов, прелесть водорода – в его многообразии.

Водородные батареи преобразуют в поступательное движение автомобиля 37% своей энергии. При производстве водорода из природного газа потери составляют 78%. Если в качестве сырья используют уголь, на стадии переработки от шахты до бака они составляют 78%, а в результате достигают 92%.

Волли Риппел (Wally Rippe) – инженер компании *Aero Vironment*, базирующейся в Калифорнии, принимал участие в создании электрокара *EV-1* корпорации *General Motors* и самолета с электрическим мотором, предлагает взглянуть на проблему иначе. По его расчетам, использовать электроэнергию для

подзарядки батарей электромобилей в три раза эффективнее, чем направлять ее на получение водорода.

Все это доказывает, что нет смысла тратить электроэнергию на производство водорода, который будет в дальнейшем использован в батареях для получения ее же. В то же время есть смысл пойти по пути, казалось бы, малоэффективных преобразований. Все дело в экономической целесообразности. Хотя получение водорода – энергоемкий процесс, всегда можно получить электроэнергию по минимальным ценам.

Президент компании *Proton Energy Systems* Вальтер Шредер (Walter Schroeder) занимается производ-

ством оборудования для электролиза. Он считает, что с экономической точки зрения у водородного топлива есть будущее.

Как транспортировать водород?

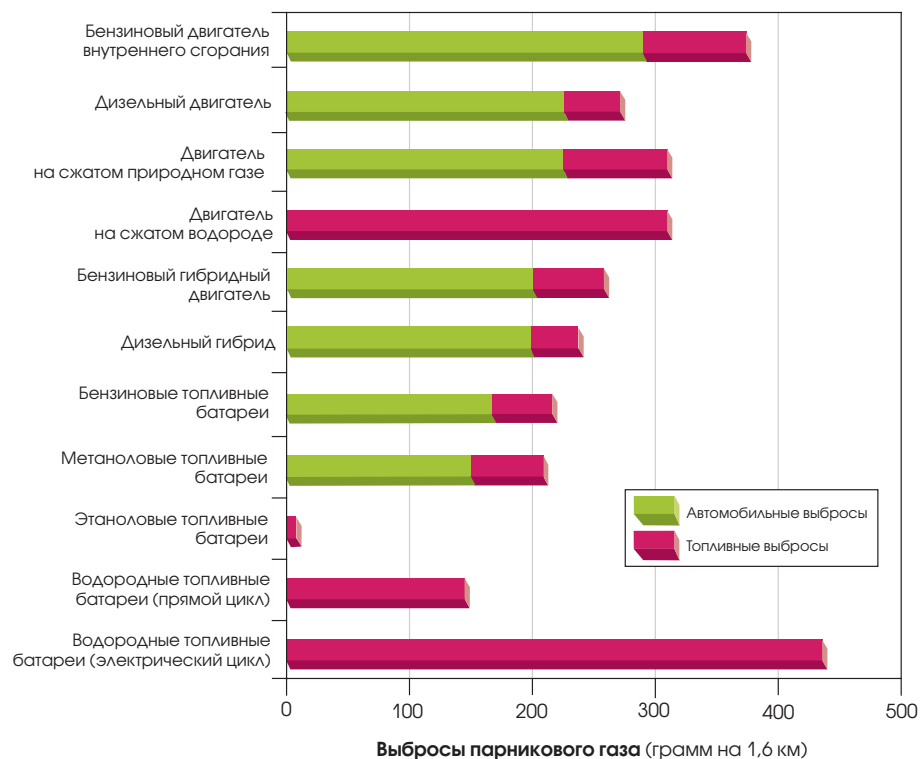
На базе существующей энергетики сложно создать высокоэффективное производство дешевого и доступного всем водорода, но если использовать возобновляемые источники энергии, такие как ветряные генераторы и солнечные батареи, то этого можно добиться.

По мнению инженера Гармана (Garman), в том случае, если киловатт-час электроэнергии от ▶

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ВЫБРОСЫ

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу зависят от конструкции двигателя и вида топлива. Сами по себе автомобили с водородным двигателем не наносят вреда окружающей среде, но производство топлива для них наносит больший ущерб природе, чем транспортные средства с двигателем внутреннего сгорания. (По расчетам министерства энергетики, использование этанола, полученного из злаков, не приводит к концентрации двуокиси углерода, так как новые посевы данных культур поглощают этот газ в процессе своего роста.)

Тип транспортного средства



Водород войдет в нашу повседневную жизнь. В первую очередь **водородные топливные элементы появятся в сотовых телефонах и персональных компьютерах.**

ветрового генератора будет стоить 3 цента, то цены бензина и водорода будут сопоставимы. В районах Монтаны и Дакоты постоянно дуют ветры, и здесь можно было бы получать дешевую энергию. Однако нецелесообразно передавать ее из столь отдаленных и малонаселенных мест в более обжитые районы, поскольку большие расстояния предполагают ее потери. Можно было бы воспользоваться трубопроводом, проложенным из Дакоты до Чикаго,

но транспортировка водорода гораздо сложнее, чем природного газа, т.к. он обладает низкой плотностью, его необходимо сжать, а это крайне сложный и энергоемкий процесс. Можно не сжимать, но в этом случае диаметр трубы должен быть таким же, как фюзеляж аэробуса. Исследования, проведенные учеными из Европы, показали, что сжатый до 790 атмосфер водород имеет в три раза меньше энергии, чем метан – под тем же давлением.

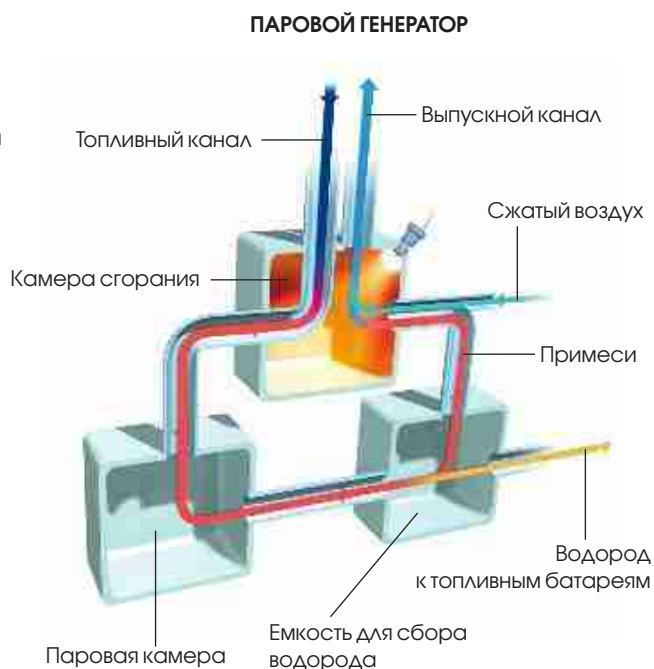
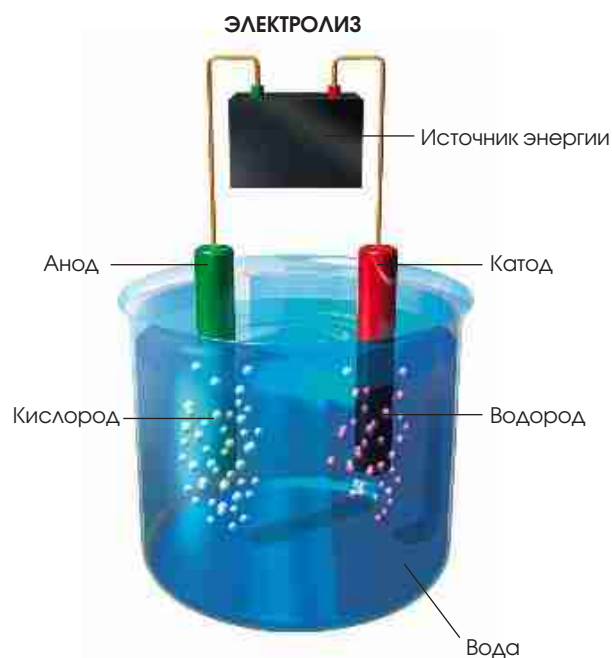
В емкости, в которой перевозится 2400 кг природного газа, можно транспортировать только 288 кг водорода (если они находятся под одним и тем же давлением). Один бензовоз заправит в 15 раз больше транспорта, чем один автомобиль с водородным топливом.

В жидком состоянии водород занимает объем в три раза больший, чем бензин, но для того, чтобы превратить его в жидкость, требуется сложное оборудование и большие

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА

Существуют два различных метода получения водородного топлива. Гидролиз воды с помощью электрического тока превращает молекулу воды в чистый водород и кислород. На катоде собираются атомы водорода, а на аноде – атомы кислорода. Затем газы собира-

ются в специальные емкости. Второй способ предполагает использование метанола, который поступает в камеру с катализаторами, где происходит его обработка водяным паром. В результате получается чистый водород.



ТОТ ЖЕ ВОДОРОД, НО В РАЗНЫХ ОБЪЕМАХ

Заправка автомобиля газом, легчайшим во Вселенной, – сложная техническая задача. Автомобиль проедет 400 км, используя 4 кг водорода. В этой массе заключено столько же энергии, сколько и в 4 кг бензина, но в силу того, что эффективность водорода вдвое выше, достигается такой высокий показатель пробега. Емкости для хранения сжатого и жидкого водорода слишком велики. Различные соединения водорода с металлами позволяют в результате химической реакции получать топливо, но также требуют затрат энергии.



затраты энергии. Транспортировка сжиженного водорода более экономична, но она требует дополнительных затрат. Все эти факторы говорят о том, что производство водорода должно быть максимально приближено к его потребителям.

Кроме того, он легко воспламеняется. Все прочие газы имеют максимальную и минимальную концентрацию, при которой происходит их возгорание. Природный газ может воспламениться при концентрации от 5 до 15%, а водород – от 2 до 75%, при том, что для возгорания требуется гораздо меньше энергии.

Процесс горения водорода невозможно увидеть. В инструкциях NASA написано: возьмите метлу, поднесите ее к месту возгорания водорода и посмотрите, появятся ли следы пламени. Майкл Амиридис (Michael D.Amiridis) из Университета штата Южная Каролина считает, что стандарты безопасности для автомобилей с водородными топливными элементами должны быть такими же, как и для транспорта с двигате-

лем внутреннего сгорания. Поэтому необходимо создать оборудование, обнаруживающее утечку газа.

Роль водорода

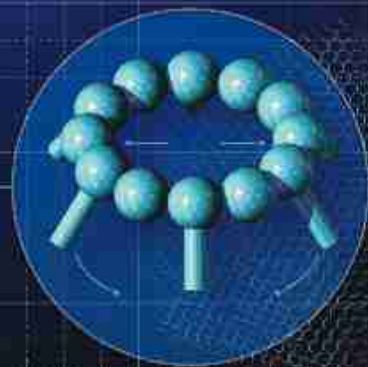
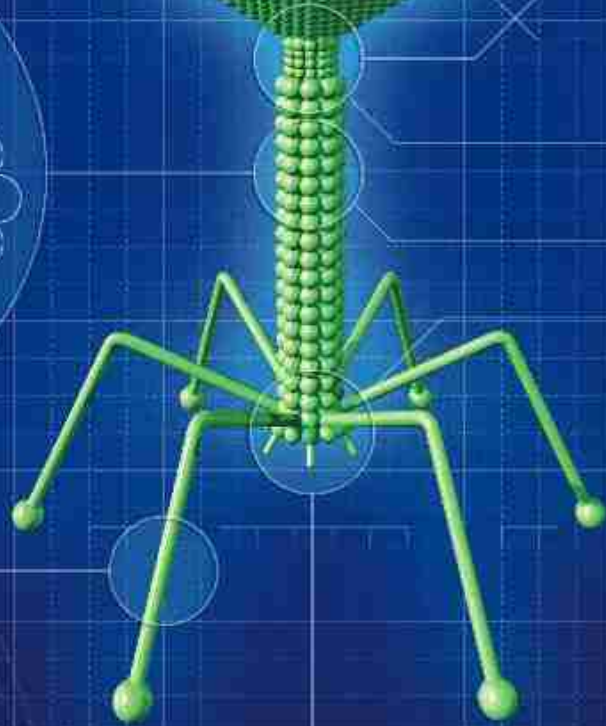
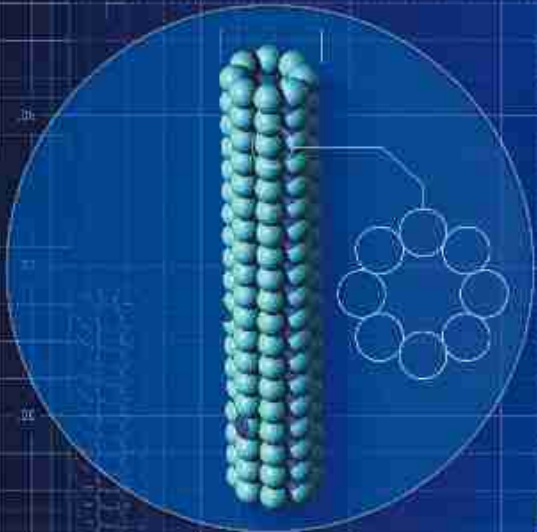
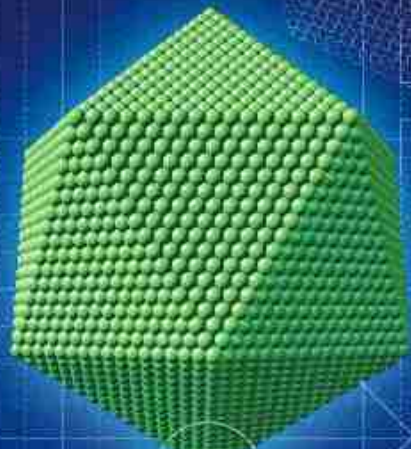
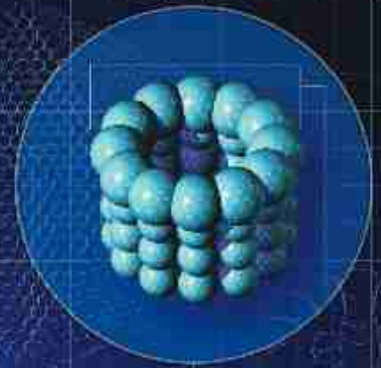
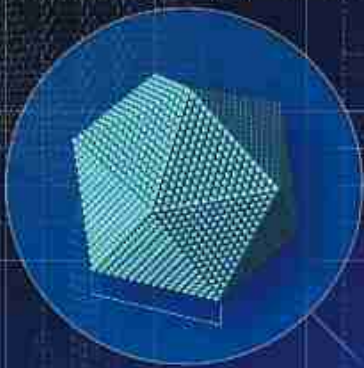
Несмотря на все проблемы, водород войдет в нашу повседневную жизнь. В скором времени он будет использоваться в таких устройствах, где его потребление минимально. В первую очередь водородные топливные элементы появятся в сотовых телефонах и персональных компьютерах. Их обладатели могут заплатить и \$10 за кВт-ч. Батареи мощностью до 5 кВт-ч будут использоваться в жилых помещениях. Придет время, и водородные топливные элементы появятся в автомобилях.

Как источник автомобильного топлива водород не может заменить нефть. В первую очередь следует обратить внимание на природный газ. Как топливо можно использовать метанол, получаемый из угля.

Если продолжать развивать системы, получающие энергию из возобновляемых источников энергии, таких как ветряные генераторы и солнечные батареи, то можно сохранить другие виды топлива. Используя все технические возможности и подкрепив это законодательными инициативами, можно сократить объем использования нефти и обеспечить транспорт необходимым количеством топлива. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- The Hydrogen Economy: Opportunities, Costs, Barriers, and R&D Needs. National Academies Press, 2004.
- The Hype about Hydrogen. Joseph J. Romm. Island Press, 2004.
- U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable energy Web pages on hydrogen: www.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells



СИНТЕТИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ

Уэйт Гиббс

Биологи создают библиотеки взаимозаменяемых фрагментов ДНК и собирают из них генетические конструкции – прообразы программируемых живых механизмов.

За 3,6 млрд. лет эволюция (этот непревзойденный мастер) создала множество живых существ, наделенных массой полезных свойств. В своем творчестве она использовала два основных инструмента – мутацию и конкуренцию. Но на достигнутом никто останавливаться не собирается. Известно, что есть микроорганизмы, охотно расщепляющие тринитротолуол (взрывчатое вещество и канцероген), и если бы при этом их удалось заставить вспыхивать ярким светом, то какие это были бы незаменимые миноискатели! Обыкновенная полынь синтезирует очень ценное вещество астемизинин, использующийся для лечения малярии, но, к сожалению, образуется он в микроскопических количествах. А сколько миллионов жизней было бы спасено, если бы астемизинин можно было получать микробиологическими методами! Онкологи-исследователи многое отдали бы за то, чтобы снабдить клетки примитивным счетчиком, фиксирующим каждое клеточное деление, но природа решила,

что такая конструкция будет недостаточно жизнестойкой.

Может показаться, что с помощью методов генной инженерии легко заставить клетку ярко светиться в присутствии токсина, синтезировать лекарственное вещество или контролировать свой возраст. Однако биологические «устройства», обеспечивающие подобное поведение клеток, создать крайне трудно. Биологи занимаются переносом генов из одних видов организмов в другие уже 30 лет, но генная инженерия до сих пор остается скорее искусством, чем наукой.

«Допустим, я хочу создать растение, изменяющее свой цвет в присутствии тринитротолуола, – рассуждает Дрю Энди (Drew Endy), биолог из Массачусетского технологического института (МТИ). – Я могу попытаться «подправить» генетический аппарат растения, и если мне повезет, через год-два создать в нем нужное устройство. Однако этот опыт никак не поможет мне получить клетку, которая отыскивала бы на стенках кровеносных сосудов бляшки и уничтожала их».

Энди – один из немногих ученых, кто строит фундамент нового направления в генной инженерии – синте-

тической биологии. Вместе с единомышленниками, которых становится все больше, он проектирует и создает искусственные живые системы, которые обладают заранее заданными свойствами, используют заменяемые генетические детали, а в некоторых случаях – расширенный генетический код, что позволяет им делать вещи, немыслимые для обычных организмов.

Новое направление ставит перед собой три основные задачи. Во-первых, это изучение организмов через их создание, а не через разложение на части. Во-вторых, развитие самой генной инженерии, с тем чтобы она соответствовала своему названию и стала дисциплиной, способной последовательно развиваться и создавать все более сложные биологические системы. В-третьих, расширение границ живого и неживого миров, чтобы в результате их пересечения появились программируемые живые существа. Микробы, способные отыскивать и разлагать тринитротолуол или производить артемизинин, уже не кажутся чем-то нереальным. Конечно, пока это только примитивные предшественники будущих сложных биологических механизмов, но то, что таковые будут созданы, не вызывает сомнения. ▶

РЕКОНСТРУИРОВАНИЕ ВИРУСОВ поможет биологам в создании надежно работающих искусственных «генетических машин». Ученые уже собрали по частям геном бактериофага T7.

Мигающие огни

Началом синтетической биологии стала работа пятнадцатилетней давности Стивена Беннера (Steven Benner) и Питера Шульца (Peter Schultz). В 1989 г. Беннер из *ETH (Eidgenössische Technische Hochschule)* в Цюрихе создал ДНК, содержащую кроме четырех известных букв генетического алфавита еще две. С тех пор были получены несколько вариантов подобных ДНК, но пока никому не удалось добиться функционирования их генов, т.е. транскрипции и трансляции (синтеза белков). Впрочем, недавно Шульц из Океанографического института Скриппса вырастил клетки (содержащие нормальную ДНК), которые синтезировали аминокислоты, отличные от природных, и соединяли их друг с другом с образованием необычных белков (см. вставку на стр. 52).

Беннер и другие представители старшей школы биологов-синтетиков рассматривают искусственную генетику как один из инструментов для решения ключевого вопроса биологии – происхождения жизни и возможности ее существования во Вселенной. А шум, поднявшийся в последнее время вокруг синтетической биологии, связан с последствиями ее биотехнологических применений – конструированием и созданием биологических внутриклеточных устройств.

В 2000 г. появились сразу две научные публикации, рассказывающие о создании механизмов, полученных путем встраивания специфических



Дрю Энди и его коллеги спроектировали и создали более 140 генетических деталей – *BioBricks*. Каждый элемент – это фрагмент ДНК, выполняющий четкую функцию и взаимодействующий с другими деталями из данного набора.

нуклеотидных последовательностей в однотипные клетки *Escherichia coli* (обычного представителя кишечной флоры человека), но выполняли совершенно разные функции. Устройство Майкла Эловица (Michael Elowitz) и Станислауса Лейблера (Stanislaus Leibler) из Принстонского университета, состоявшее из трех взаимодействующих генов, заставляло ритмично мигать несущую его клетку *E. coli* – она становилась похожа на крошечную лампочку елочной гирлянды. Другие исследователи – Джеймс Коллинз (James J. Collins), Чарлз Кантор (Charles R. Cantor) и Тимоти Гарднер (Timothy

S. Gardner) из Бостонского университета – сконструировали генетический тумблер, переключение которого из одной позиции в другую обеспечивало цепь отрицательной обратной связи из двух взаимодействующих генов. Каждая бактериальная клетка, снабженная таким устройством, приобретала зачатки цифровой памяти.

Проведенные эксперименты одновременно и воодушевляли, и отрезвляли ученых. На то, чтобы создать генетический тумблер, понадобился год, а на конструирование мигающей бактериальной клетки – два. Однако никто не знает, как объединить эти два механизма, чтобы получить мигающую бактерию, которая бы включалась и выключалась по команде. «Я мечтаю, чтобы конструирование предсказуемых биологических систем из блоков стало обычным делом, – говорит Энди. – Предположим, я хочу создать организм, умеющий считать до 3000. Я подхожу к полке с набором готовых генетических деталей, выбираю необходимые, соединяю их в определенном порядке – и готово!» Четыре года назад о существовании подобного рода элементов можно было только мечтать, а сегодня у Энди их целый набор.

Биологический конструктор

«Вот они – те самые генетические детали, – указывает Энди на флаконы с прозрачной, похожей на сироп жидкостью. – В каждом – копии одного из сегментов ДНК, которые или сами выполняют какую-либо функцию, или могут использоваться клеткой для синтеза белка. Очень важно, чтобы каждая деталь была тщательно подогнана таким образом, чтобы взаимодействовать с другими на двух уровнях». Первый уровень – чисто механический. *BioBricks* (так Энди назвал свои детали) можно создавать и хранить по отдельности до поры до времени, а потом соединять друг с другом и получать крупные сегменты ДНК. Второй уровень – функциональный, каждый элемент способен посылать и принимать биохимические сигналы от своих партнеров. Все это позволя-

ОБЗОР: СИНТЕТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ

- Молекулярная биология – это редукционистская наука, которая изучает живые системы, «раскладывая их на части».
- Биологи-сингетики используют противоположный подход: создают живые системы из взаимозаменяемых деталей – сегментов ДНК. Эти конструкции работают в клетках, которые снабжают их энергией, обеспечивают мобильность и воспроизводство.
- Уже созданы микроорганизмы, обладающие совершенно необычными свойствами. Одни из них синтезируют сложные химические ингредиенты для лекарственных препаратов, другие – аминокислоты, отличные от природных, третьи поглощают тяжелые металлы из сточных вод, четвертые по команде выполняют простейшие действия.

КАК РАБОТАЮТ ДЕТАЛИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО КОНСТРУКТОРА

Гены и регуляторные ДНК-элементы – это биохимические эквиваленты электронных компонентов, подчиняющихся булевой логике.

КОМПОНЕНТ ЦЕПИ

Биохимический инвертор – это аналог оператора NOT в булевой алгебре, отвечающий на входной сигнал в виде белка, кодируемого другим геном.

ВКЛ.

Входной сигнал отсутствует (вх.=0), ген-инвертор включен – идет синтез кодируемого им белка (вых.=1)

ВЫКЛ.

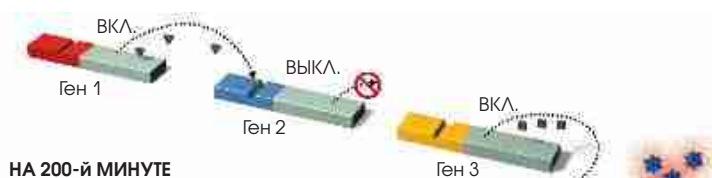
Входной сигнал максимален (вх.=1), ген-инвертор выключен – белок не синтезируется (вых.=0)



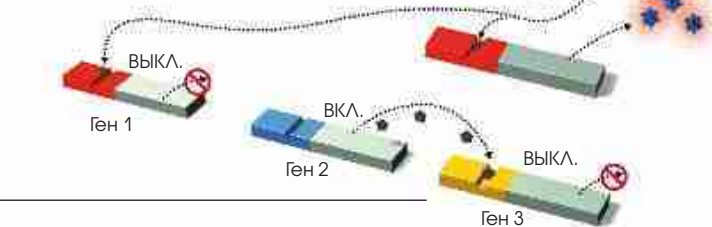
ЦЕПЬ

Простейшая генетическая цепь состоит из трех инверторов, каждый содержит свой ген (1, 2 или 3). Под действием распространяющегося по цепи сигнала гены осциллируют между состояниями «вкл.» и «выкл.», что отслеживается с помощью гена (крайний справа), перехватывающего часть белковых молекул, которые продуцируются одним из генов-инверторов (ген 3). Эти молекулы активируют ген, и на нем синтезируется флуоресцирующий белок.

НА 150-й МИНУТЕ

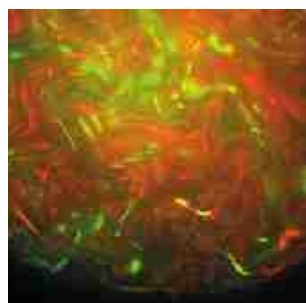
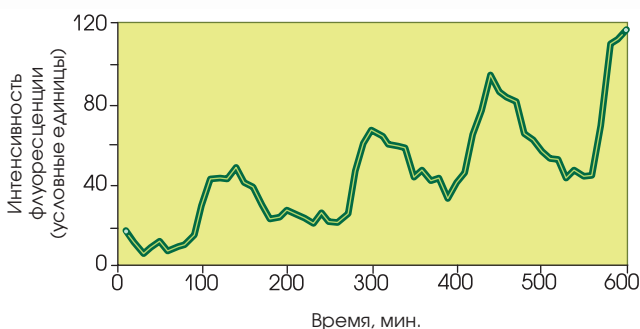


НА 200-й МИНУТЕ



РАБОТА ЦЕПИ

Клетка, в которую встроена такая цепь, периодически вспыхивает и гаснет (см. график внизу). Но в культуре «включение» и «выключение» происходит не строго синхронно из-за менее жесткой регуляции генетических цепей, нежели цепей электронных, и высокого уровня шумов в них.



ет изменять поведение конструкции, просто заменяя те или иные детали.

Взаимозаменяемые компоненты устройств – далеко не новость, они широко применяются при обычном конструировании. Однако специалисты в области генной инженерии только сейчас стали широко использовать этот прием. Одно из его преимуществ состоит в следующем: точно так же,

как инженер-электрик, включая в цепь какой-нибудь конденсатор, не задумывается о том, что там у него внутри, биотехнолог, используя генетический тумблер, может ничего не знать о биохимической структуре промоторов, репрессоров, активаторов, индукторов и других генетических элементов, обеспечивающих работу переключателя. В одном из флаконов в штативе

Энди находится *BioBrick*-инвертор (другое его название – NOT-оператор). Когда сигнал на его входе сильный, сигнал на выходе слабый, и наоборот. *BioBrick* в другом флаконе выполняет функцию булева оператора AND, посылающего сигнал только в том случае, когда на оба его входа поступают сильные сигналы. Поскольку оба элемента оперируют совместимыми ▶

Искусственные «живые машины» способны к воспроизведению, но этот процесс сопряжен с появлением в них мутаций.

сигналами, при их объединении получается оператор *NAND* (*NOTAND*). Имея эти операторы в достаточном количестве, можно проводить вычисления в двоичной системе.

У стандартных взаимозаменяемых деталей есть еще одно достоинство: из них можно сконструировать функциональную генетическую систему, до конца не представляя, как это сделать. В начале прошлого года 16 студентов разработали четыре генетические программы, обеспечивающие синхронное мигание клеток *E. coli* – подобный эффект наблюдается иногда у светлячков. Юные исследователи не знали, как синтезировать нужные ДНК-последовательности, но это и не входило в их планы. 58 деталей, необходимых для сборки, были изготовлены на заказ в компании по синтезу ДНК и дополнили реестр стандартных биологических элементов, созданный в Массачусетском технологическом институте. В его базе данных сегодня – более 140 подобных элементов, и их число увеличивается с каждым месяцем.

Непосильная ноша

Существует множество технических приемов, которые можно было бы применить в геномной инженерии, однако есть некоторые ограничения. Как правило, электрические и механические устройства работают автономно. Подобным образом ведут себя и некоторые искусственные генетические системы, например, набор пробирок из ДНК-подобных молекул, изобретенный в начале этого года Миланом Стояновичем (Milan Stojanovic) из Колумбийского университета и представляющий собой химическую версию игры «крестики и нолики». Однако цель биологов-синтетиков – создать генетические устройства, встраиваемые в клетки, где они могли бы воспроизводиться, перемещаться и реа-

гировать на изменения окружающей среды. С точки зрения клетки, такие механизмы – настоящие паразиты, питающиеся за ее счет и использующие весь клеточный биохимический аппарат для трансляции своей ДНК.

Немало трудностей возникает и с хозяйской клеткой. Биологи потратили годы на создание компьютерных моделей *E. coli* и других одноклеточных организмов. И тем не менее, как признался Рон Вейс (Ron Weiss) из Принстонского института: «Даже если мне известна нуклеотидная последовательность ДНК какой-нибудь генетической системы, я не могу предвидеть, как обойдется с ней бактериальная клетка». А по словам Энди: «Половину из 60 генетических элементов, созданных в 2003 г., удалось получить лишь после долгих трудов – они ложились тяжелым бременем на клетки, которые их копировали». Ученый придумал, как уменьшить дополнительную нагрузку на клеточный аппарат, связанную с необходимостью обслуживать чужеродную ДНК.

Один из подходов к решению проблемы, связанной с перегруженностью клеточного генома, состоит в замыкании ДНК генетического устройства саму на себя, т.е. изоляции ее от хромосомной ДНК. Речь не идет о физической изоляции – в клетке нет никаких проводов, которые можно было бы просто выдернуть. Жизнь протекает в жидкой среде, и сигнальные белковые молекулы плавают где угодно. Даже если в данной части клетки есть всего один инвертор из ДНК и белков, адресованный ему белковый сигнал будет воспринят любым другим вариантом этого инвертора, где бы тот ни находился, и не важно, входит он в состав искусственной генетической конструкции или хромосомной ДНК.

Чтобы предотвратить перекрестное использование сигналов, можно не применять одну и ту же деталь два-

ды. Так и поступил Вейс, создавая свой *Goldilocks* – устройство, включающееся только при строго определенной концентрации химического сигнального вещества. Его компоненты – четыре инвертора, каждый из которых отвечает на свой белковый сигнал. Но при таком подходе существенно затрудняется создание деталей, которые были бы полностью взаимозаменяемыми и которые можно было бы перегруппировывать.

Энди попытался найти более приемлемое решение. В своем инверторе он использовал те же компоненты, что и у Вайса, но по-другому организованные. Входным сигналом здесь служит не белок, а скорость транскрипции гена. Инвертор срабатывает на количество матричной РНК (мРНК), образующейся за одну секунду. На мРНК синтезируется белок, задающий скорость транскрипции (включая второй ген). Таким образом, подавая на вход сигнал *TIPS* (*transcription events per second*, число актов транскрипции в секунду), Энди получает на выходе тот же *TIPS*. Это обычный процесс – так, например, течет ток в электрической цепи. Инвертор можно удалить и заменить любым другим элементом *BioBrick*, отвечающим на сигнал *TIPS*. Сигнал специфичен в отношении локализации генетической детали, так что одинаковые компоненты можно использовать в разных частях цепи, и они не будут влиять друг на друга.

TIPS-метод будет апробирован на новых генетических системах, сконструированных студентами МТИ. Они перепрограммировали клетки так, что, действуя согласованно, те создают в чашке Петри определенные картинки (например, узор в горошек). Для этого клетки сообщаются друг с другом с помощью химических сигналов. На то, чтобы встроить в мигающие клетки *E. coli* нужные генетические конструкции, ушло 13 месяцев. Но в этом году над созданием *BioBricks*-деталей

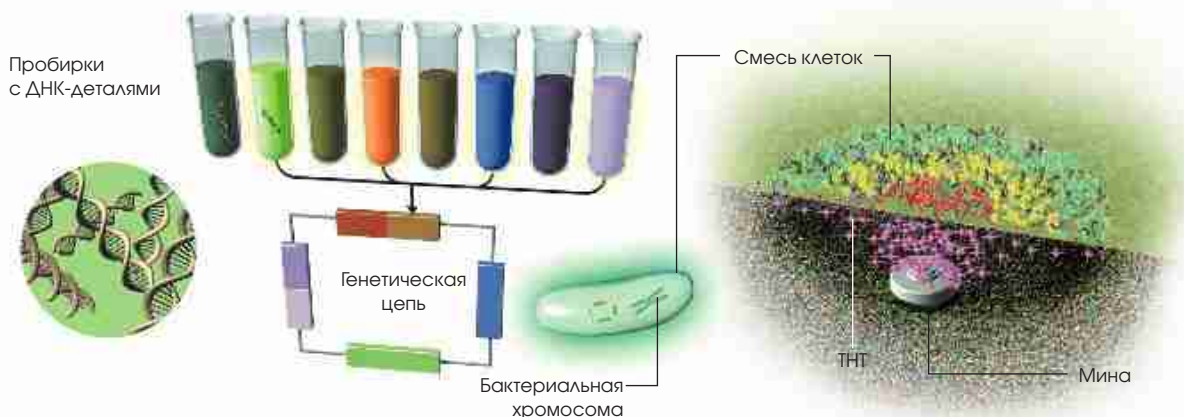
КАК СКОНСТРУИРОВАТЬ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МИНОИСКАТЕЛЬ

Используя генетическую цепь *Goldilocks*, которая запускает флуоресценцию только при определенной концентрации тринитротолуола (ТНТ), можно создать биологический детектор этого взрывчатого вещества, способный обнаруживать мины.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕТЕКТОРА ТНТ

Из взаимозаменяемых ДНК-деталей можно собрать генетические цепи, слегка различающиеся по своим характеристикам. Каждая из них включается при определенной концентрации ТНТ – высокой, средней или низкой, инициируя флуоресценцию соответственно в красной, желтой или зеленой

области спектра. Такие генетические конструкции можно встроить в разные бактериальные клетки, культивировать их, смешать и внести смесь в почву, где предположительно находится мина. В слое почвы над миной (внизу) концентрация ТНТ распределяется по конусу. Таким же будет и распределение концентрации флуоресцирующих бактериальных клеток, при этом максимум флуоресценции будет наблюдаться в вершине конуса – там, где расположена мина.



ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

В одной из генетических *Goldilocks*-цепей используются четыре взаимодействующих элемента: датчик, верхний пороговый элемент, нижний пороговый элемент и инвертор. У каждого из них количество белка на выходе является функцией количества белка на входе. Внизу представлена цепь, запускающая

красную флуоресценцию. Графики показывают, каким образом каждый из элементов подстраивает свой выходной сигнал, чтобы был охвачен весь диапазон концентраций ТНТ. (Точка перегиба – выходной сигнал, отвечающий искомой концентрации ТНТ, скажем, 4%).

ДАТЧИК

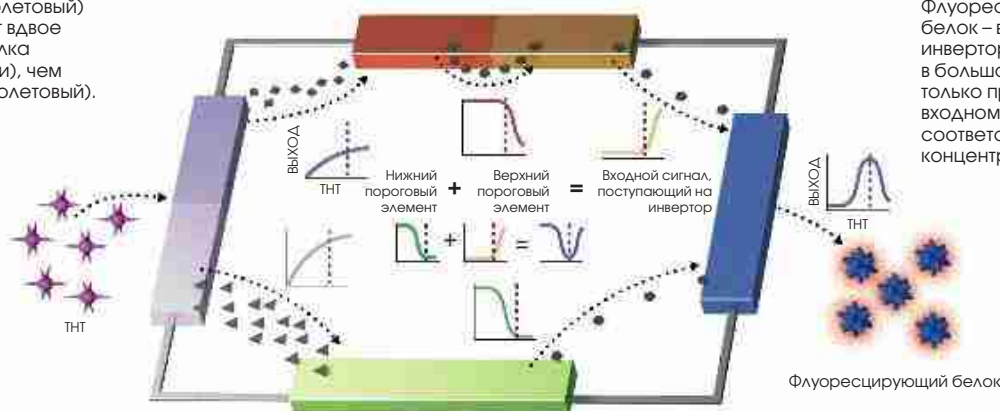
посылает два сигнала, пропорциональных уровню ТНТ в клетке. Существенно, что они неодинаковы: при концентрации ТНТ 4% один из генов датчика (темно-фиолетовый) производит вдвое меньше белка (квадратики), чем другой (фиолетовый).

ВЕРХНИЙ ПОРОГОВЫЙ ЭЛЕМЕНТ

получает от датчика более слабый сигнал. Выходной сигнал от первого гена этого элемента начинает резко падать, но остается достаточно высоким при концентрации ТНТ 4%. Второй ген просто инвертирует сигнал от первого гена, каким бы тот ни был. Таким образом, при концентрации ТНТ 4% верхний пороговый элемент посылает на инвертор очень слабый сигнал.

ИНВЕРТОР

содержит гены, которые производят флуоресцирующий белок, только когда сигналы от обоих пороговых элементов слабые. Сигнал на входе (пятиугольники) – это сумма сигналов, посылаемых обоими предшествующими элементами цепи. Флуоресцирующий белок – выходной сигнал инвертора – образуется в большом количестве только при слабом входном сигнале, соответствующем концентрации ТНТ 4%.



НИЖНИЙ ПОРОГОВЫЙ ЭЛЕМЕНТ

посылает сигнал, обратный полученному (треугольники) количеству белка, который датчик синтезирует в избытке. Выходной сигнал начинает резко падать уже при концентрации ТНТ 1%, а когда она составляет 4%, на инвертор почти не поступает белка от этого элемента цепи.

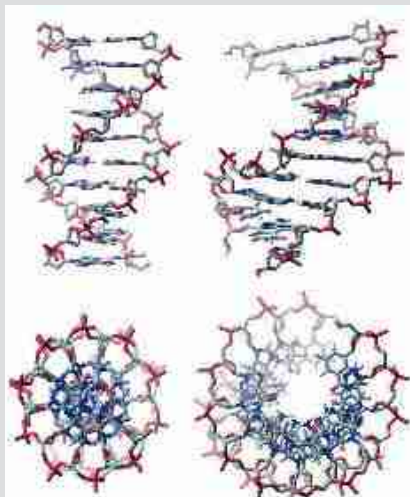
ЖИЗНЬ, НО НЕМНОГО ДРУГАЯ

Жизнь на Земле представлена множеством форм. Основу всех организмов составляют одинаковые молекулы: пять нуклеотидов – мономеры, из которых состоят ДНК и РНК, и 20 аминокислот – строительных блоков белковых молекул. (У небольшого числа видов есть еще по крайней мере две дополнительные аминокислоты.) Немногочисленность набора ограничивает круг химических реакций, протекающих в клетке, а тем самым и круг самих живых существ.

В 2001 г. впервые за 3,6 млрд. лет этот круг был расширен. Произошло это после того, как Ли Вонг (Lei Wang) и Питер Шульц (Peter G. Schultz) из Океанографического института Скриппса в Ла-Холья (Калифорния) встроили в клетку *E. coli* все генетические элементы, необходимые для декодирования триплета TAG в необычные аминокислоты, не встречающиеся в природе.

Нужно было так модифицировать клетки, чтобы необычные аминокислоты включались в полипептидную цепь наряду с природными с образованием белков, которые в норме не синтезирует ни один организм. В прошлом году Шульц сообщил, что ему удалось сделать с *E. coli*, а затем получить дрожжевые клетки, тоже наделенные необычными свойствами.

«Трансляционный аппарат дрожжей мало чем отличается от такового у челове-



Схематическое изображение двойной спирали ДНК (вид сбоку и сверху). Слева – обычная ДНК, справа – полусинтетическая хДНК, более стабильная и менее подверженная мутациям.

ка, – отмечает Эштон Кропп (T. Ashton Cropp) из лаборатории Шульца. – Нам уже удалось заставить дрожжевые клетки синтезировать необычные аминокислоты шести типов, и теперь ученые пытаются адаптировать систему к клеткам человека». Исследователи близки к созданию аппарата, способного синтезировать две разные неканонические аминокислоты и встраивать их в один белок. Для этого клетке придется декодировать в

аминокислоту четырехнуклеотидный кодон, что не умеет делать ни один живой организм.

По мнению Брайана Дэвиса (Brian L. Davis) из Научно-исследовательского фонда Южной Калифорнии, данные разработки в первую очередь важны для биомедицины. Дэвис подумывает о создании лейкоцитов, которые синтезируют необычные белки, мгновенно разрушающие патогенные микроорганизмы или раковые клетки.

Биологи-синтетики пытаются создать новые, не встречающиеся в природе формы ДНК. Стивен Беннер (Steven A. Benner) из Флоридского университета уже более десяти лет назад составил шестибуквенный генетический алфавит, который недавно был использован для быстрого обнаружения вируса атипичной пневмонии. А Джек Шостак (Jack W. Szostak) из Массачусетского госпиталя проводит различные эксперименты с нуклеиновой кислотой TNA, в которой рибоза заменена более простым сахаром. TNA и хDNA, сконструированные Эриком Кулом (Eric T. Kool) из Стэнфордского университета, более стабильны, чем обычная ДНК, и лучше подходят для перепрограммирования клеток. Однако первое, что предстоит сделать ученым, – заставить все описанные конструкции работать в клетках живых организмов.

работает гораздо больше народу, синтез ДНК поставлен на конвейер, появился опыт в конструировании генетических цепей. Так что Энди надеется, что он успеет закончить тестирование к концу лета, когда состоится первая конференция по синтетической биологии.

Переписать «книгу жизни»

На конференции неизбежно встанет вопрос о стабильности небольших сегментов ДНК, составляющих основу генетических цепей, в непрерывно изменяющейся клетке. Эти искусственные живые машины способны к воспроиз-

ведению, но при этом в них возникают мутации. «Репликация – процесс безошибочный, – сообщает Вейс. – За пять часов наблюдения половина встроенных в клетки генетических цепей мутировала, и чем больше были цепи, тем скорее это происходило». Вейс и Франсис Арнолд (Frances H. Arnold) из Калифорнийского технологического института использовали способность цепей к мутационным изменениям для отбора тех, которые лучше других решали поставленные задачи. Но если пустить процесс на самотек, то в конце концов генетические машины сломаются.

«Моя мечта – создать генетическое устройство, которое в ответ на поступающие сигналы отсчитывает 1, 2, 3... и так до 256, – говорит Энди. – Такой счетчик позволит быстро и точно выявлять клетки, утратившие контроль над процессом деления и превратившиеся в раковые. Однако беда в том, что счетчик должен работать в условиях постоянного самовоспроизведения, и получающиеся копии будут содержать ошибки. Ключа к решению проблемы у меня нет. Может быть, нужно встраивать в клетку избыточное число счетчиков или снабдить

их функциями, в чем-то полезными клетке?» А может быть, стоит попытаться разобраться в том, как решают проблему выживаемости простейшие формы жизни – скажем, вирусы? Здесь пригодится опыт биологов-синтетиков. В ноябре 2003 г. Гамильтон Смит (Hamilton O. Smith) и Крейг Вентер (J. Craig Venter) объявили, что их группа из Института альтернативных источников энергии биологической природы буквально с нуля реконструировала бактериофаг (вирус, инфицирующий бактерии) *φX174*. Синтетический вирус имел полноразмерный геном (5386 пар нуклеотидов) и был столь же активным, как и его природный аналог.

«Теперь синтез крупной хромосомы не кажется чем-то недостижимым, – считает Вентер, в течение нескольких лет возглавлявший проект по идентификации минимального набора генов, необходимого для обеспечения жизнеспособности бактерии *Mycoplasma genitalium*. – Правда, мы не знаем, удастся ли встроить эту хромосому в клетку и заставить клеточный аппарат обслуживать ее. Наша цель – познать самые основы жизни, но до ее достижения пока очень далеко».

Последовательный синтез вирусного генома не очень-то приближает нас к поставленной задаче. Может быть, стоит разрезать геном на составляющие гены и методично собрать его вновь, как поступают обычные инженеры? Именно этим занимаются сейчас Энди и его коллеги. «Мы воссоздали геном фага T7 не путем синтеза, а путем реконструкции», – сообщает он. Теперь нужно разграничить перекрывающиеся гены, убрать лишние участки и т.д. На сегодня воссоздан участок генома длиной 11,5 тыс. пар нуклеотидов, и есть надежда, что к концу 2004 г. будет реконструирована оставшаяся часть – 30 тыс. пар нуклеотидов.

Тревоги и надежды

До сих пор биологи-синтетики конструировали искусственные генетические системы в основном в экспериментальных и демонстрационных целях, но некоторые лаборатории уже

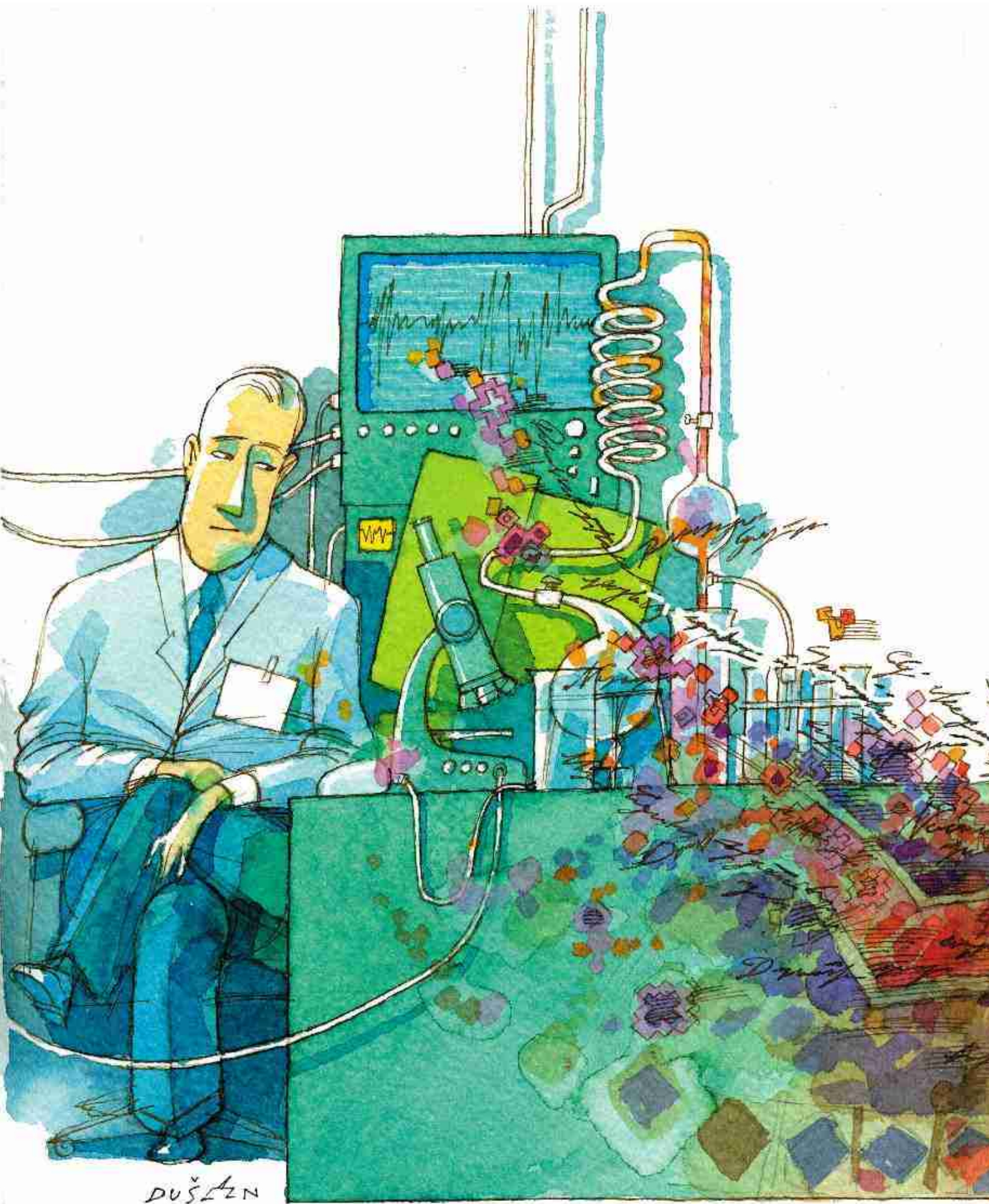
пытаются их использовать. Мартин Фуссенгер (Martin Fussenegger) и его коллеги из ETH в Цюрихе перешли от бактерий к млекопитающим. В прошлом году они снабдили клетки хомяка целой сетью генов, выполняющей функцию «регулятора громкости»: при добавлении в среду небольшого количества антибиотиков выходной сигнал синтетических генов становился слабым, средним или сильным. Такой способ контроля экспрессии генов может найти применение в генной терапии или при создании белковых лекарственных веществ.

Приоритетной сферой применения искусственных живых систем станут работы, где приходится иметь дело с опасными для жизни химическими веществами. В прошлом году Хомм Хеллинга (Homme W. Hellinga) из Университета Дьюка сумел перенастроить природные сенсорные белки *E. coli* на связывание ТНТ или другого вещества вместо привычных для этой бактерии соединений. И теперь Вейс и Хеллинга намереваются объединить цепь *Goldilocks* с перенастроенным сенсором, с тем чтобы создать биологический миноискатель.

Джей Каслинг (Jay Keasling), возглавляющий в Национальной лаборатории Лоуренса в Беркли отдел синтетической биологии, сообщил, что он встроил в *E. coli* сложную цепь из генов полыни и дрожжей. Эта конструкция инициировала синтез предшественника артемизинина, нового противомаларийного лекарственного вещества, препарат на основе которого слишком дорог для населения тех стран, где эпидемии малярии возникают чаще всего. По словам Каслинга, за три года работы выход продукта удалось увеличить в миллион раз. «Еще немного – и мы сможем производить «коктейль» на основе двух производных артемизинина по цене в 10 раз меньшей, чем нынешняя», – полагает Каслинг. Слегка модифицировав бактерию, можно будет получать дорогостоящие химические соединения, используемые в косметической промышленности, а самое главное – противораковый препарат таксол.

Другие исследователи привлекают *E. coli* к работам по уничтожению ядерных отходов, биологического и химического оружия. «Мы сконструировали *E. coli* и *Pseudomonas aeruginosa*, способные адсорбировать на клеточной стенке тяжелые металлы, уран и плутон, – сообщает Каслинг. – Насытившись опасными металлами, они выпадают в осадок, и в итоге мы получаем чистую воду».

Цели достойные, что и говорить. Но если вы ощущаете смутное беспокойство при мысли о студентах, создающих новые виды микроорганизмов, или о частных лабораториях, синтезирующих вирусы, или об ученых, публикующих статьи о бактериях, аккумулирующих плутоний, знайте, что такое чувство возникает не у вас одних. В 1975 г. ведущие биологи мира приняли решение наложить запрет на использование технологии рекомбинантных ДНК, а затем выработали правила работы с ними. По-видимому, политика самоограничений сработала: до сих пор не было ни одного серьезного инцидента с генетически модифицированными организмами. Но недавно произошли три вещи, изменившие ситуацию. Во-первых, сегодня каждый может загрузить ДНК генами токсина сибирской язвы. Во-вторых, не составляет труда получить нужную ДНК, заказав ее синтез компании, находящейся в оффшорной зоне. И в-третьих, существует серьезная угроза преднамеренного нецелевого использования генетических конструкций. Каким образом оценить риски, связанные с распространением новой технологии, и как при этом сохранить все то ценное, что в ней есть? Энди достает фотографию своих студентов: «Посмотрите, с каким удовольствием они занимаются генетическим конструированием, – отмечает он. – Это гораздо лучше, чем создавать новые разновидности вирусов или биологического оружия». Тем не менее ученый считает, что необходимо обсудить проблемы нового направления биотехнологии и связанные с ним риски. ■



DUŠIČN

ФРЕЙД Возвращается

Марк Солмс

Нейробиологов, придерживающихся разных взглядов на работу головного мозга, примиряет психологическая теория Фрейда.



Идеи Зигмунда Фрейда доминировали в психологии всю первую половину XX века. В основу его теорий легло предположение, что большинство мотиваций (побуждений) человека скрыты в глубоких пластах подсознания. Более того, они активно изгоняются из нашего сознания некими силами вытеснения. Исполнительный орган психики (Эго [Я]) отвергает любые подсознательные влечения (Ид [Оно]), которые могли бы толкнуть человека на поступки, несовместимые с нормами цивилизованной общественной жизни. Необходимость такого подавления (вытеснения) связана с тем, что подсознательные влечения нередко проявляются в виде вспышек необузданных страстей, детских фантазий или сексуальных и агрессивных побуждений.

Начиная с 1950-х гг., когда появились более совершенные методы исследования человеческой психики и мозга, стало очевидно, что доводы, которыми Фрейд подкреплял свои теории, в научном отношении довольно шаткие. Главным методом его работы был не научный эксперимент в строго контролируемых условиях, а простое наблюдение за пациентами в психиатрических клиниках. Между тем для лечения таких больных все чаще стали применять лекарства, и биологический подход к изучению психических заболеваний мало-помалу начал вытеснять психоанализ. Будь Фрейд в то время жив, скорее всего он даже приветс-



Молодой Зигмунд Фрейд (1891 г.)

твовал бы такой поворот событий. Пользовавшийся при жизни репутацией выдающегося невролога, он не раз отмечал, что «описания человеческой психики стали бы более совершенными, если бы мы могли заменить психологические понятия физиологическими и химическими терминами». Но в распоряжении Фрейда не было тех научных подходов, благодаря которым сегодня мы знаем, как устроен мозг здоровых людей и невратеников.

В начале 1980-х гг. понятия Эго и Ид считались безнадежно устаревшими даже в некоторых психоаналитических кругах. Фрейд стал историей. Согласно психологическим представлениям, пришедшим на смену фрейдистской теории, люди, испыты-

вающие депрессию, чувствуют себя несчастными не потому, что в раннем детстве пережили некие травматические события, а потому, что в их головном мозге нарушилось равновесие между определенными химическими соединениями. Однако психофармакологи не предложили взамен психоанализу никакой всеобъемлющей теории личности, эмоций и мотиваций.

Сегодня ученые вновь пытаются создать общую теорию функционирования человеческой психики. Самое удивительное то, что она не слишком отличается от той, что была выстроена Фрейдом 100 лет назад. Согласия нейробиологи достигнут не скоро, но они все чаще приходят к мнению, высказанному Эриком Канделом, лауреатом Нобелевской премии по физиологии и медицине 2000 г.: «Психоанализ просто-напросто и по сей день остается наиболее связанной и логически обоснованной концепцией функционирования нашей психики».

Фрейд возвращается – и не только в теории. Почти во всех крупных городах мира возникли междисциплинарные научные группы, объединившие ученых, которые прежде представляли враждебные друг другу нейробиологию и психоанализ. Тесное взаимодействие таких коллективов привело к возникновению Международного нейropsихоаналитического общества, ежегодно проводящего конгрессы и издающего популярный журнал «Нейropsихоанализ» (*Neuro-Psychoanalysis*). В редакционный совет издания входят такие признанные авторитеты в области современной поведенческой нейробиологии, как Антонио Дамасио (Antonio R. Damasio), Эрик Кандел, Джозеф Леду (Joseph E. LeDoux), Бенджамин Либет (Benjamin Libet), Як Пенксеппо (Jaak Pankseppo), Вилаянур Рамачандран (Vilayanur S. Ramachandran), Дэниел Шектер (Daniel L. Schacter) и Вольф Зингер (Wolf Singer).

Совместными усилиями ученые закладывают фундамент теории, ко-

ОБЗОР: МОДЕЛИ ПСИХИКИ

- Долгие годы в психологии и психиатрии господствовали концепции Фрейда о бессознательных влечениях, Я (Эго), Оно (Ид) и т.д. Достижения нейробиологии и нейрофизиологии мало-помалу оттеснили эту модель на задний план. Нейробиологи стали объяснять психические процессы нейронной активностью мозга.
- Однако последние попытки связать воедино имеющиеся неврологические данные привели к возникновению химической концепции психики, которая подтверждает правильность теоретических представлений Фрейда. Все большее число ученых во всем мире мечтает объединить неврологию и психиатрию в рамках единой теории.

торая, по словам Кандела, станет «новым интеллектуальным каркасом психиатрии» и окажет на эту науку такое же влияние, какое оказала теория эволюции Дарвина на молекулярную генетику. В то же время нейробиологи постоянно обнаруживают все новые экспериментальные подтверждения фрейдовских идей и пристально изучают биохимические и физиологические механизмы описанных им психических процессов.

Подсознательная мотивация

Когда Фрейд сформулировал главное положение своей теории: психические процессы, определяющие наши повседневные мысли, чувства и намерения, возникают у нас неосознанно, – его современники в один голос заявили, что это невозможно. Однако последние исследования не только подтверждают существование неосознаваемых психических процессов, но и указывают на то, что они играют в человеческой психике решающую роль. Так, например, было показано, что поведение пациентов, неспособных вспомнить некоторые события своей жизни, которые произошли после повреждения мозговых структур, ответственных за хранение памяти, в действительности находится под влиянием этих забытых событий. Специалисты в области когнитивной нейробиологии говорят о различных системах памяти, осуществляющих эксплицитную (осознаваемую) и имплицитную (неосознаваемую) переработку информации. Такие же формы памяти различал и Фрейд.

Кроме того, ученые идентифицировали системы неосознанной памяти, опосредующие эмоциональное обучение. В 1996 г. нейрофизиолог из Нью-Йоркского университета Джозеф Леду обнаружил существование корково-подкоркового нервного пути, соединяющего центр переработки сенсорной информации с примитивными структурами головного мозга, порождающими реакции страха. Поскольку этот путь проходит

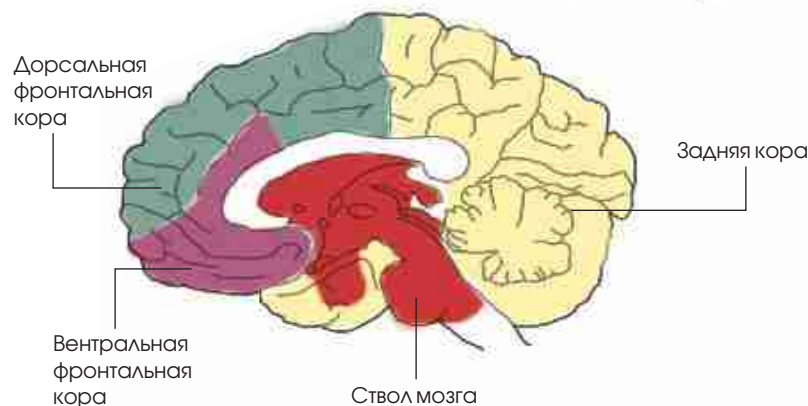
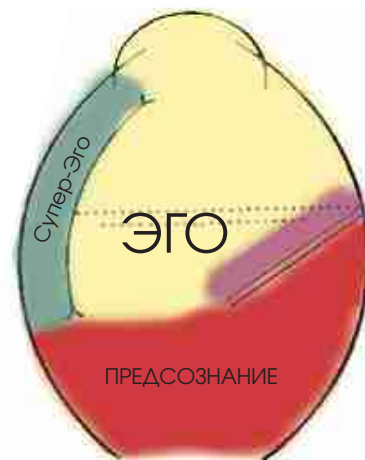
через гиппокамп (отдел мозга, отвечающий за формирование осознанной памяти), текущие события, как правило, вызывают у нас бессознательные воспоминания об эмоционально важных моментах прошлого, порождая вполне осознаваемые, но кажущиеся нам абсолютно иррациональными ощущения (например, некоторых людей немного пугают бородатые мужчины).

Нейробиологи обнаружили, что основные структуры мозга, ответст-

венные за формирование эксплицитной памяти, в течение двух первых лет жизни ребенка не функционируют. Этот факт прекрасно объясняет феномен, названный Фрейдом инфантильной амнезией. Как полагал ученый, мы не то чтобы забываем свои первые впечатления – мы просто не можем вспомнить их на уровне сознания. Однако это не означает, что следы таких событий не влияют на чувства и поведение взрослого человека. Едва ли найдется хоть один ▶

СОЗНАНИЕ И МАТЕРИЯ

Окончательный вариант модели человеческой психики Фрейд создал в 1933 г. (справа). Пунктирные линии обозначают границу между осознаваемыми и неосознаваемыми психическими процессами. Супер-Эго (Сверх-Я) подавляет инстинктивные побуждения (Ид, или Оно), не давая им разрушать рациональную мысль. Большинство рациональных психических процессов (Эго, или Я) также носит автоматический и бессознательный характер, так что осознанными переживаниями человека, тесно связанными с восприятием, управляет лишь небольшая часть Эго (выпуклость над Предсознанием). Между Эго и Ид идет непрерывная борьба за доминирование. Сверх-Я запрещает Эго выполнять желания Ид. Проведенное недавно неврологическое картирование мозга (внизу) совпадает со схемой Фрейда. Мозговой ствол и отвечающая за инстинкты и мотивацию лимбическая система соответствуют фрейдовскому Ид. Вентральную лобную область, контролирующую избирательное торможение, дорсальную фронтальную область, контролирующую самосознание, и корковую область, расположенную в задней части мозга и отвечающую за восприятие внешнего мира, можно отождествить с фрейдовскими Эго и Супер-Эго.



современный специалист в области нейробиологии развития, который не согласился бы с тем, что ранние впечатления (особенно связанные с общением между матерью и ребенком) влияют на формирование нервных связей в головном мозге, а следовательно, и накладывают неизгладимый отпечаток на будущую личность и психическое здоровье человека. И тем не менее осознанно вспомнить какое-либо из ранних впечатлений мы не в состоянии. Ученым становится все очевиднее, что наша психическая активность в значительной мере мотивируется подсознательно.

Вытеснение реабилитировано

Недавние исследования подтвердили и другое предположение Фрейда: мы активно вытесняем неприятную информацию в область подсознательного. Самая шумевшая работа была



На мозговых сканах отчетливо различимы повреждения тканей, вызывающие нарушения психологических функций, которые Фрейд мог изучать лишь клинически. Проведенное недавно томографическое исследование пациента, сочинявшего невероятные истории о своей жизни, выявило повреждение поясной извилины (стрелка) – части медиальной фронтальной доли коры. Фрейд сказал бы, что эта структура не дает подсознательным желаниям изменять рациональное самосознание человека.

проведена на больных анагнозией специалистом по поведенческой неврологии из Калифорнийского университета в Сан-Диего Вилаянуром Рамачандраном. Повреждение правой теменной области коры приводит к тому, что люди перестают осознавать присущие им серьезные физические дефекты (например, паралич конечности). После того как Рамачандран искусственно активировал правое полушарие у одной из таких больных, она вдруг поняла, что ее левая рука парализована, а главное – осознала, что в таком состоянии рука пребывала восемь дней с момента инсульта. Таким образом, пациентка не только осмыслила свой дефект, но, оказывается, и бессознательно регистрировала его в памяти все восемь предшествующих дней.

Показательно, что, когда искусственная стимуляция мозга прекратилась, больная не только вернулась к убеждению, что с рукой у нее все в порядке, но даже забыла тот отрывок разговора с врачом, где признавала свой недостаток (все прочие подробности этой беседы в ее памяти сохранились). «Эти факты заставляют предполагать, что память действительно подавляется избирательным образом, – заключил Рамачандран. – Наблюдения за этой больной впервые в жизни убедили меня в реальности феномена вытеснения, составляющего краеугольный камень классической теории психоанализа».

Аналогичный феномен был выявлен и у людей с интактным мозгом. Нейропсихолог из Даремского университета в Англии Мартин Конвей (Martin A. Conway) утверждает, что если явственные эффекты вытеснения можно вызвать у обычных людей в безобидной лабораторной обстановке, то в травмирующих ситуациях реальной жизни они должны быть выражены в гораздо большей степени.

Принцип удовольствия

Однако Фрейд пошел в своих рассуждениях еще дальше. Он не толь-

ко утверждал, что наша психическая жизнь имеет подсознательную природу, но и что вытесненная часть подсознательной психики функционирует не по принципу реальности, управляющему сознательным Эго, а совсем по другим законам. Эта форма подсознательного мышления всецело определяется желаниями, беспечно игнорируя и законы логики, и ход времени.

Если Фрейд прав, то повреждение тормозных структур головного мозга (место локализации «подавляющего» Эго) должно освобождать от пут иррациональные, руководствующиеся лишь желанием, формы психической активности. Именно это и наблюдается у больных с поврежденными участками фронтальной лимбической области мозга, контролирующей важнейшие характеристики самосознания. Для таких пациентов свойственно нарушение памяти, получившее название синдрома Корсакова: они не осознают, что страдают амнезией, а потому заполняют провалы в памяти выдуманными историями – конфабуляциями.

Недавно нейропсихолог из Даремского университета Айкатерини Фотопулу (Aikaterini Fotopoulou) в моем присутствии наблюдал одного из таких больных. Ни на одном из ежедневных 50-минутных сеансов, проводившихся 12 дней подряд, пациент не мог вспомнить, что видел меня когда-нибудь прежде и что недавно ему была сделана операция по удалению опухоли лобных долей, которая и стала причиной его амнезии. Он пребывал в полной уверенности, что с ним все в порядке, а когда его спрашивали о шраме на голове, сочинял неправдоподобную историю об удалении зуба или операции на сердце. Пациент действительно перенес эти хирургические вмешательства, но это было много лет назад, и, в отличие от операции на мозге, завершились они успешно.

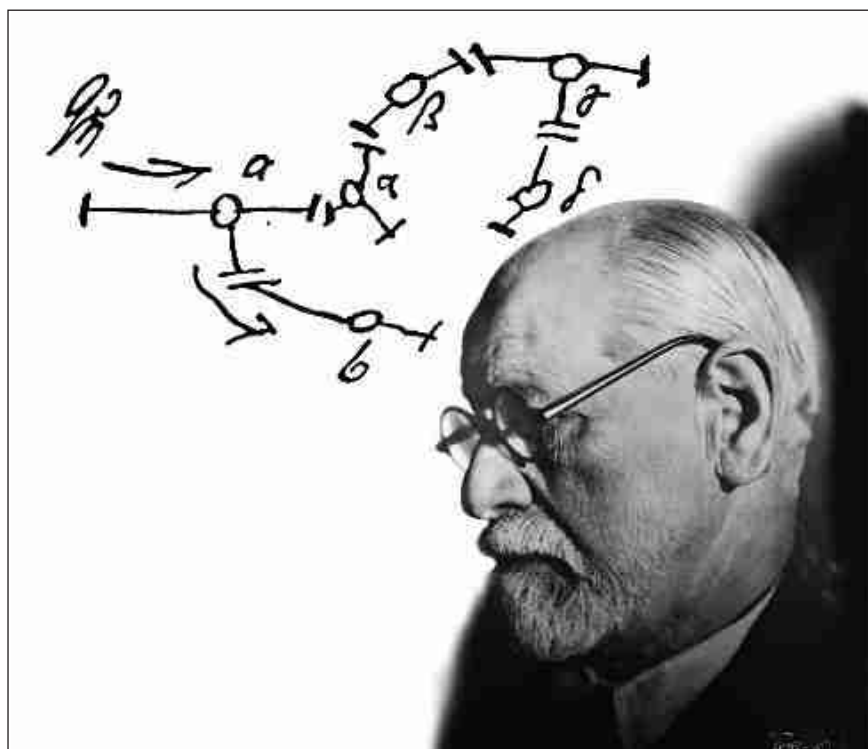
На вопрос «Кто я?» больной в разные дни отвечал, что я – его коллега, консультант, клиент, консультирующийся

с ним по вопросам профессиональной экспертизы, член спортивной команды, за которую он играл в колледже, и, наконец, механик, ремонтирующий один из его многочисленных автомобилей (таковых у него не было вовсе). Этим выдумкам соответствовало и его поведение: то он обводил кабинет взглядом в поисках кружки с пивом, то смотрел в окно на воображаемую машину.

Поражает то, что содержание вымыслов определяется желаниями пациента. Айкатерини Фотопулу подтвердил это, проведя количественный анализ последовательной серии из 155 конфабуляций больного. Его выдумки носили далеко не случайный характер – их породил «принцип удовольствия», которому Фрейд отводил главную роль в управлении бессознательной психикой. Наш пациент попросту воссоздавал реальность в соответствии со своими желаниями. Аналогичные наблюдения были сделаны Мартином Конвеем из Даремского университета, Оливером Тернбуллом (Oliver Turnbull) из Уэльского университета и другими исследователями. Все эти ученые – не психоаналитики, а специалисты в области когнитивной нейробиологии, но тем не менее все они интерпретируют свои открытия в рамках теории Фрейда. Они утверждают, что приводящее к конфабуляциям повреждение фронтальной лимбической области мозга ухудшает механизмы когнитивного контроля, обеспечивающие нормальное восприятие реальности, и снимает блокаду с подсознательных влияний на восприятие, память и суждения.

Зверь внутри

Фрейд полагал, что принцип удовольствия потворствует проявлению примитивных животных побуждений человека. Мысль, что поведением управляют потребности, направленные на достижение одной-единственной цели – плотской самореализации, его викторианские современники восприняли как кощунство. За последующие



В 1895 г. Фрейд, надеясь на то, что для объяснения психических процессов ученые будут пользоваться не психологическими, а биологическими понятиями, сделал этот набросок нервного механизма вытеснения (вверху). Неприятные воспоминания обычно активируются неким стимулом (Qn, дальний слева), направляющимся от нейрона а к нейрону b (внизу). Но если другие нейроны (вверху справа) окажут подавляющее воздействие, нейрон «альфа» (справа от а) может блокировать проведение сигнала и, таким образом, предотвратить активацию. На рисунке Фрейд (снимок сделан в конце жизни ученого) изобразил нейроны разделенными узкими щелями. Два года спустя синапсы были обнаружены английским ученым Чарлзом Шеррингтоном.

десятилетия общественное возмущение поутихло, а сами представления Фрейда о человеке как о животном подверглись изрядной переработке когнитивными психологами.

Сегодня они возвращаются к нам в первозданном виде. Дональд Пфафф (Donald W. Pfaff) из Рокфеллеровского университета считает, что инстинктивные механизмы, управляющие человеческими мотивациями, в действительности оказались примитивнее, чем представлял Фрейд. Основные системы эмоционального контроля у человека, его родственников-приматов и других млекопитающих устроены одинаково. Те части нашего

мозга, что ведают активностью глубоких слоев психики (фрейдовское Ид), в химическом и функционально-анатомическом отношении мало чем отличаются от соответствующих отделов головного мозга домашних животных.

Однако современные нейробиологи не согласны с фрейдовским разделением человеческих инстинктов на сексуальные и агрессивные. Благодаря наблюдениям за больными с повреждениями различных отделов нервной системы, изучению действия разнообразных препаратов и искусственной стимуляции мозга они идентифицировали у млекопитающих четыре ▶

Примирение между неврологией и психологией означает более эффективное лечение больных с психическими расстройствами.

основные системы, ответственные за инстинктивное поведение животных. Это – поисковая система (или система вознаграждения); система гнева и ярости; система страха и тревоги и, наконец, система паники, контролирующая сложные инстинкты, управляемые социальными взаимоотношениями. Активность этих систем головного мозга регулируется нейротрансмиттерами – химическими веществами, опосредующими обмен сигналами между нервными клетками мозга.

Система вознаграждения, за активность которой отвечает дофамин, напоминает фрейдовское либидо. Согласно Фрейду, сексуальное влечение представляет собой систему, чья активность направлена на поиск удовольствия и которая инициирует значительную часть наших взаимодействий с окружающим миром. Как показывают исследования, нервный субстрат системы вознаграждения принимает самое непосредственное участие в развитии почти всех форм наркоманий и других форм патологических пристрастий. В этой связи интересно отметить, что ранние эксперименты Фрейда с кокаином (проведенные им на самом себе) бесповоротно убедили его в том, что система либидо должна иметь под собой определенную нейрохимическую основу. В отличие от своих последователей, Фрейд не видел смысла противопо-

ставлять психоанализ психофармакологии и с оптимизмом ожидал того дня, когда энергией Ид можно будет непосредственно управлять с помощью химических веществ. Сегодня лучшим подходом к лечению психических заболеваний принято считать схемы, сочетающие психотерапию с приемом психоактивных препаратов. Исследования, проведенные с помощью современных методов нейровизуализации, показывают, что воздействие на мозг «разговорной терапии» сравнимо с эффектами психо-препаратов.

Сон и сновидения

Новое звучание приобретают сегодня и представления Фрейда о сне и сновидениях. Созданная им теория ночных видений как мимолетных проблесков подсознательных желаний подверглась сокрушительной критике в 1950-е гг., когда был открыт быстрый, или парадоксальный, сон и выявлена его тесная связь со сновидениями. А когда в 1970-е гг. ученые обнаружили, что цикл сна регулируется ацетилхолином – веществом, вырабатываемым лишенной какой-либо «психической деятельности» частью мозгового ствола, фрейдовская теория, казалось, рухнула окончательно. Было показано, что быстрый сон возникает автоматически, через каждые 90 минут, а контролируют процесс мозговые структуры и вещества, не имею-

щие никакого отношения к эмоциям и мотивации. Это открытие заставило ученых предположить, что сновидения лишены какого-либо смысла: это, дескать, всего лишь обрывочные истории, порождаемые высшими отделами головного мозга в ответ на хаотическую корковую активность, вызванную быстрым сном.

Однако позднее было установлено, что быстрый сон и сновидения – два совершенно различных феномена, регулируемых разными, хотя и взаимодействующими между собой механизмами. Оказалось, что сновидения генерируются сетью мозговых структур, сосредоточенных в той части переднего мозга, которая ведет инстинктами и мотивациями. Это открытие породило множество теорий сновидений, причем некоторые из них мало чем отличаются от представлений Фрейда. Пристальный интерес ученых вызвало наблюдение, сделанное сотрудниками нашей лаборатории: повреждение некоторых волокон в глубоких слоях лобной коры приводит к полному прекращению сновидений, сопровождающемуся общим ослаблением мотивированного поведения человека. Это повреждение было в точности таким же, что и в случае хирургической операции (префронтальной лейкотомии), к которой прежде прибегали нейрохирурги, чтобы избавить больных от галлюцинаций и бреда. В 1960-х гг. пациентам с этой целью назначали препараты, подавляющие активность дофамина в тех же самых системах мозга. Таким образом, вполне вероятно, что главным генератором сна служит система вознаграждения.

Главная задача

Возвращение теорий Фрейда на авансцену современной психоло-

ОБ АВТОРЕ:

Марк Солмс (Mark Solms) – заведующий кафедрой нейропсихологии в Кейптаунском университете (Южная Африка). Он читает лекции по нейрохирургии в Королевской лондонской школе медицины и в Медицинской школе св. Варфоломея, а также является директором Центра нейропсихоанализа Арнольда Пфедфера при Нью-Йоркском психоаналитическом институте. Солмс готовит к выпуску четырехтомник полного собрания нейробиологических работ Зигмунда Фрейда (издательство *Karnac Books*).

гии приветствуют далеко не все. Представителям старшего поколения психоаналитиков трудно смириться с тем, что молодые коллеги с легкостью подвергают священные догмы психоанализа проверке новейшими методами биологического анализа. Однако многие «старрики» по обе стороны Атлантики относятся к этому вполне лояльно. Пример тому – маститые психоаналитики, входящие в редакционный совет журнала «Нейропсихоанализ», а также многочисленные члены Международного нейропсихоаналитического общества.

Понятно, почему возвращению психоаналитических идей противятся и нейробиологи старшего поколения: слишком живы их воспоминания о, казалось бы, несокрушимой концепции фрейдизма, мозолившей им глаза в то время, когда они начинали свою научную деятельность. Вот почему они отказываются признать очевидный факт, что многие представления Фрейда уже получили научное подтверждение (см. *врез справа*). Но, как сказал Як Пенксеппо, «нейробиологи, действительно пекущиеся о примирении неврологии с психиатрией, видят свою задачу не в том, чтобы доказать правоту или неправоту Фрейда, а в том, чтобы это примирение наконец-то состоялось».

Если мы совместными усилиями воздвигнем «новый теоретический каркас» для психиатрии, пройдет то время, когда человеку с эмоциональными нарушениями приходится выбирать между беседой с психоаналитиком (который может и не знать последних достижений медицины) и лекарствами, назначенными психофармакологом (который может не учесть всех обстоятельств жизни больного, вызвавших эмоциональный срыв). Психиатрия завтрашнего дня обещает своим пациентам помощь, основанную на всестороннем понимании как работы головного мозга, так и функционирования человеческой психики. ■

ФРЕЙД ВОЗВРАЩАЕТСЯ? КАК В ДУРНОМ СНЕ!

Алан Хобсон

Представления Зигмунда Фрейда о природе сновидений составляют ядро его теории о функционировании человеческой психики. Марк Солмс и другие фрейдисты заявляют, что данные, полученные при изучении травмированного головного мозга и в исследованиях интактного мозга методами нейровизуализации, якобы подтверждают правильность концепции Фрейда. Однако другие работы показывают, что основные постулаты фрейдовской теории, по-видимому, ошибочны.

Фрейд объяснял причудливую природу сновидений усердным стремлением сознания «скрыть» неприемлемые инстинктивные желания, вырывающиеся из подсознания, когда во время сна Эго (Я) ослабляет свой контроль над Ид (Оно). Большинство же нейробиологических данных подтверждает противоположную точку зрения: причудливость наших сновидений – результат нормальных изменений состояния головного мозга во время сна. Они генерируются химическими механизмами мозгового ствола, уменьшающими или увеличивающими активацию различных областей коры. Качество наших сновидений, эмоций и мыслей определяется химическими сдвигами в головном мозге. А фрейдистские понятия «символическая маскировка» и «цензура» вообще давно пора сбросить со счетов: никто уже не верит, что химией мозга управляет пресловутая борьба между Эго и Ид (если таковая вообще имеет место). В научной состоятельности теории «маскировки и цензуры» сомневается и большинство самих психоаналитиков.

А что же тогда вообще остается от фрейдовской теории сновидений? Совсем немного – точнее, одно только предположение, что инстинктивные

влечения способны формировать сновидения. Данные исследований действительно указывают на то, что активация некоторых отделов лимбической системы, ведающих тревогой, гневом, равно как и положительными эмоциями, влияет на формирование сновидений. Но эти воздействия – отнюдь не «желания». Как показывает анализ сновидений, сопровождающие их эмоции имеют негативный характер не менее часто, чем позитивный. А это могло бы означать, что половина всех «желаний», которые мы адресуем самим себе, имеют негативное содержание. Эмоции же в сновидениях никак не замаскированы. Они окрашивают сны, зачастую заставляя нас просыпаться от ночных кошмаров. Фрейд никогда не мог объяснить, почему же во время сна мы испытываем столько отрицательных эмоций.

По словам Солмса, объяснять сновидения мозговым химизмом – все равно что утверждать, будто бы они лишены эмоционального содержания. Но эти констатации совсем не эквивалентны. Теория, выдвинутая в 1977 г. Робертом Маккарли (Robert W. McCarley) из Гарвардской медицинской школы и связывающая возникновение сновидений с процессами химической активации и синтеза, всего-навсего показывает ошибочность психоаналитического объяснения причудливости сновидений их глубоким «скрытым смыслом». А что касается быстрого сна, то по последним данным, сновидения могут появляться не только во время этой фазы – просто частота их возникновения во время быстрого сна в несколько раз выше, чем во время медленного. Все это несколько не противоречит модели химической активации сновидений. ■

ОБ АВТОРЕ:

Алан Хобсон (J. Allan Hobson) – профессор психиатрии Гарвардской медицинской школы. Автор многочисленных публикаций о нервных механизмах психических процессов.

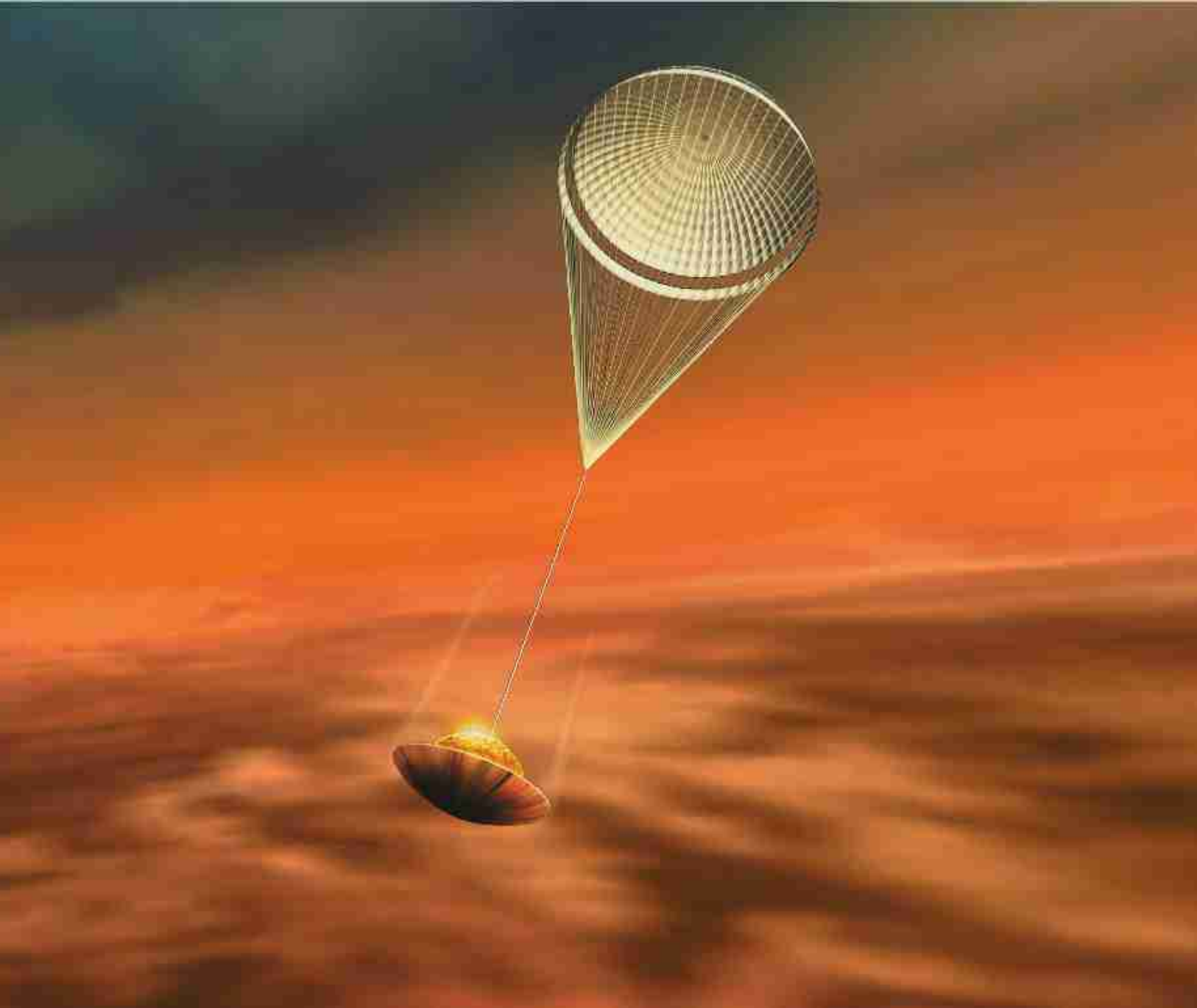
Спуск зонда *Huygens* в плотной атмосфере Титана, крупнейшего спутника Сатурна, станет одним из важнейших этапов экспедиции *Cassini-Huygens*.



ВОТ И САТУРН!

Джонатан Луни

Космический аппарат *Cassini-Huygens* раскроет тайны Сатурна, его колец и гигантского спутника – Титана.



Ранним утром 15 октября 1997 г. с мыса Канаверал во Флориде были запущены орбитальный аппарат *Cassini* и зонд *Huygens* – самый сложный из когда-либо созданных космических роботов. Впереди их ожидало семь лет межпланетного путешествия, а ученых – первое длительное исследование системы Сатурна.

В июле 2004 г. космический аппарат *Cassini-Huygens* достигнет второй по величине планеты Солнечной системы и выйдет на орбиту вокруг нее. После того, как более 20 лет назад *Pioneer 11*, и *Voyager 1* и *Voyager 2* пролетели мимо Сатурна и передали результаты наблюдений, исследовате-

ли с нетерпением ждали новую экспедицию. Хотя Сатурн меньше Юпитера, его изучение поможет понять эволюцию всех газовых планет-гигантов. Свита Сатурна состоит из 30 маленьких ледяных спутников и одного тела размером с планету – Титана, обладающего плотной атмосферой, которая особенно интересует ученых. (Ее исследование может прояснить проблему возникновения жизни на Земле.) Кроме того, астрономы хотят выяснить, как сформировались кольца Сатурна и как мощное магнитное поле планеты воздействует на ледяные спутники и верхние слои атмосферы Титана.

Ученые надеются, что *Cassini-Huygens* повторит успех аппарата *Galileo*, который за 8 лет работы на орбите вокруг Юпитера изменил наше представление о природе планеты и ее спутников. Но есть важные различия между этими двумя экспедициями. *Galileo* сбросил зонд в атмосферу Юпитера, а *Cassini*, находясь на орбите Сатурна, пошлет зонд *Huygens* к Титану. В отличие от *Galileo*, *Cassini-Huygens* – международный проект: NASA построила орбитальный аппарат *Cassini* и управляет полетом, а Европейское космическое агентство (ESA) разработало зонд *Huygens*. ▶

Спутник *Cassini* и зонд *Huygens* – крупнейшие межпланетные аппараты из когда-либо созданных на Земле.

Замысел экспедиции

Сатурн расположен вдвое дальше от Солнца, чем от Юпитера, – на расстоянии 1,4 млрд. км. На нем наблюдаются меньше темных полос (поясов) и светлых зон, образованных течениями в атмосфере. Магнитосфера Сатурна – область, где доминирует его магнитное поле, – намного спокойнее, чем у Юпитера, создающего радиопомехи, которые легко принимаются на Земле. Атмосферу у Титана астрономы обнаружили еще в 1943 г., но, кроме этого, о нем и других спутниках Сатурна было мало известно до наступления космической эры. Любителям астрономии Сатурн всегда казался красивой и таинственной копией грозного Юпитера, парящей в далекой холодной глубине.

Первым аппаратом, долетевшим до Сатурна, был *Pioneer 11* – весьма простой зонд, пролетевший мимо Юпитера в 1974 г. и мимо Сатурна в 1979 г. Его приборы обнаружили прежде неизвестное кольцо Сатурна (кольцо *F*), дистанционно измерили состав атмосферы и параметры магнитного поля планеты. Аппараты *Voyager 1* и *2*, пролетевшие мимо Сатурна соответственно в 1980 и 1981 г., располагали более чувствительными приборами, которые обнаружили в его кольцах

темные радиальные пересекающиеся полосы, которые, возможно, образованы пылью, висящей над плоскостью колец. Измерения показали, что кольца состоят из частиц различного размера: от огромных валунов до крошечных пылинок.

Аппараты *Voyager* передали изображения поверхности многих ледяных спутников Сатурна, но самым интересным из всех оказался окутанный атмосферой Титан. *Voyager 1* подлетел на расстояние в 4 тыс. км к этому второму по величине спутнику в Солнечной системе (после Ганимеда у Юпитера). Непроницаемый оранжевый туман закрывал поверхность Титана от телекамер зонда, но другие приборы измерили температуру и давление в атмосфере и показали, что она в основном состоит из азота с небольшой примесью метана.

Оказалось, что динамика атмосферы Титана подобна земной. В обеих атмосферах доминирует азот, но на Титане метан играет такую же метеорологическую роль, какую вода играет на Земле. Он также служит основой органических химических реакций, начинающихся в верхней атмосфере Титана с разрыва ее молекул ультрафиолетовым излучением Солнца. Ученые полагают, что в этот

атмосферный цикл может быть включен и дождь из жидких углеводородов, которые могут накапливаться в озерах или даже океанах на поверхности спутника. Температура поверхности (около -179°C) слишком низка для жидкой воды, но достаточна для существования резервуаров с жидкими углеводородами. Известно, что жизнь не смогла развиваться на Титане, но анализ органических химических циклов на этом спутнике поможет разгадать тайну зарождения жизни на Земле.

Результаты экспедиции *Voyager*’ов воодушевили исследователей, и они решили создать орбитальный аппарат, который мог бы провести всестороннее исследование системы Сатурна. Но в начале 1980-х гг. финансирование планетных исследований было ограничено, поэтому руководители *NASA* и *ESA* задумались об объединении ресурсов. В 1982–1983 гг. на встрече европейских и американских ученых, посвященной совместным исследованиям Солнечной системы, в первую очередь обсуждалась экспедиция в систему Сатурна.

Удивительное путешествие

Хотя было ясно, что основой миссии станет орбитальный аппарат для исследования атмосферы Сатурна, его колец, спутников и магнитосферы, разгорелся спор о том, куда направить атмосферный зонд: на Сатурн, на Титан или на оба тела. Последний вариант был слишком дорогим. В конце концов выбрали Титан, поскольку всех волновала загадка его атмосферы. К 1985 г. в *ESA* разработали новую конструкцию спускаемого аппарата, который мог работать в плотной атмосфере Титана в условиях малой силы тяжести. Зонд назвали в честь Христиана Гюйгенса (*Christiaan Huygens*) – голландского астронома XVII в., открывшего Титан. А орбитальный аппарат (спутник), созданный в Лаборатории реактивного движения

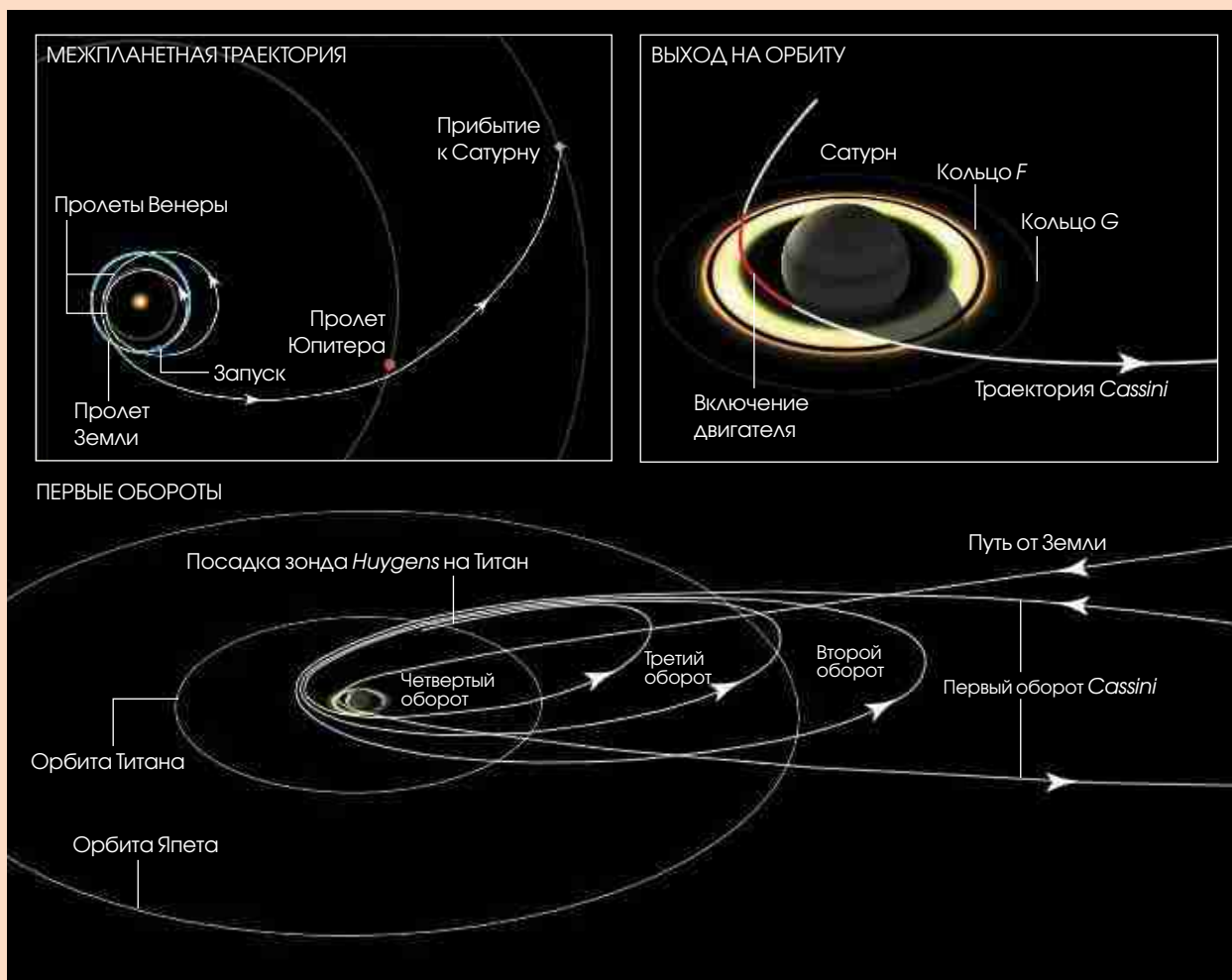
ОБЗОРЫ: ПОЛЕТ К САТУРНУ

- Запущенный в 1997 г. аппарат *Cassini-Huygens* выходит на орбиту вокруг Сатурна в июле 2004 г. и начинает четырехлетнее исследование атмосферы планеты, ее спутников, колец и магнитного поля.
- В декабре *Cassini* пошлет зонд *Huygens* к Титану, крупнейшему спутнику Сатурна. В течение трех часов зонд будет спускаться на парашюте, что позволит ученым изучить атмосферу Титана и его поверхность, которая, возможно, покрыта морями жидких углеводородов.
- Экспедиция будет исследовать процессы, формирующие атмосферу, поверхность и кольца планет и предоставит новые сведения о Солнечной системе.

ТЕРНИСТЫЙ ПУТЬ

Космический *тандем Cassini-Huygens* преодолел более 3 млрд. км на пути к Сатурну. Для увеличения скорости аппарат совершил четыре гравитационных маневра, облетев дважды Венеру, Землю и Юпитер (*верхний левый рис.*). Промчавшись 1 июля в промежутке между кольцами F и G Сатурна, *Cassini* при наибольшем сближе-

нии с планетой запустит свой двигатель на торможение (*красная линия на верхнем правом рис.*). Это замедлит аппарат и переведет его на эллиптическую орбиту (*нижний рис.*). Последующие включения двигателя скорректируют орбиту, обеспечивая встречу зонда *Huygens* с Титаном.



в Пасадине (Калифорния), получил имя в честь франко-итальянского астронома XVII столетия Жана-Доминика Кассини (Jean Dominique Cassini), открывшего четыре спутника Сатурна и основной промежуток в его кольцах – деление Кассини. Общая стоимость экспедиции – около \$3 млрд, из которых примерно 25% внесли европейцы.

Спутник *Cassini* и зонд *Huygens* – один из самых больших и тяжелых межпла-

нетных аппаратов из когда-либо построенных. На спутнике 12 научных приборов, а на зонде – 6 (*см. вставку на стр. 68*). Заправленный горючим, *Cassini-Huygens* весит около 5,5 т, а его высота составляет 6,8 м. Поскольку *Cassini* удаляется вдвое дальше, чем *Galileo*, ему потребовалась более устойчивая система связи и мощная антенна (предоставленная Космическим агентством Италии, больше топлива

для маневрирования и более высокая электрическая мощность. Как и в случае *Galileo*, для питания *Cassini* используется естественный распад радиоактивного плутония, генерирующего тепло, которое преобразуется в электричество.

Хотя *Cassini-Huygens* был запущен при помощи самой мощной американской ракеты *Titan 4B* с разгонной ступенью *Centaur*, аппарат весил ▶

ТАИНСТВЕННАЯ СИСТЕМА САТУРНА

Цель экспедиции *Cassini-Huygens* – гигантская газовая планета, окруженная массивными кольцами и мощным магнитным полем, сопровождаемая огромным спутником и множеством мелких ледяных лун.

Сатурн

Диаметр: 120536 км

Расстояние от Солнца: 1,4 млрд. км

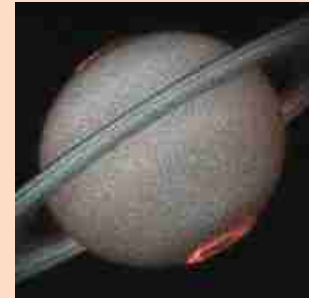
Изображение Сатурна *Cassini* получил в марте, когда был на расстоянии около 56 млн. км от планеты. Имея массу втрое меньше, чем у Юпитера, Сатурн в основном состоит из водорода и гелия с примесью метана и аммиака. Сатурн излучает много тепла. Причиной разогрева может быть трение капелек жидкого гелия, опускающихся к центру планеты сквозь более легкий жидкий водород. Если гипотеза верна, то в атмосфере Сатурна должен быть недостаток гелия. *Voyager 1* измерял содержание гелия, но полученные данные были неоднозначны. Инфракрасный спектрометр аппарата *Cassini* сможет более точно определить количество гелия и измерит поток тепла от Сатурна. Эти данные покажут, действительно ли гелий и водород разделяются в недрах планеты.



Магнитосфера

Простирается на 1,5 млн. км по направлению к Солнцу и в десятки раз дальше.

Магнитосфера Сатурна более симметрична, чем Юпитера, и генерирует намного меньше радиопомех, возможно потому, что электропроводимость недр Сатурна меньше, чем у Юпитера. Тем не менее захваченные магнитным полем планеты ионы достаточно энергичны, чтобы оказать влияние на атмосферу Титана и вызвать мощные полярные сияния над полюсами Сатурна, которое запечатлел космический телескоп «Хаббл». Исследования *Cassini* позволят лучше понять строение магнитосфер планет.



Кольца

Радиусы колец: от 67 тыс. км (внутренний край кольца D) до 483 тыс. км (внешний край кольца E).

Почему кольца Сатурна (данное фото в 1981 г. передал *Voyager 2*) выглядят гораздо ярче и массивнее, чем кольца других планет-гигантов Солнечной системы? Телекамеры и спектрометры *Cassini* более тщательно исследуют их

слишком много, чтобы послать его непосредственно к Сатурну. Следуя примеру предыдущих экспедиций в глубины Солнечной системы, *Cassini* благодаря нескольким гравитационным маневрам смог набрать необходимую скорость. Подлетая близко к планетам, аппарат получал дополнительное ускорение. С 1998 по 2000 г. *Cassini* облетел Венеру

(дважды), Землю и Юпитер, а в декабре 2000 г., проходя мимо Юпитера, исследовал его магнитосферу издалека, в то время как *Galileo* делал аналогичные измерения с более близкого расстояния. Такие одновременные наблюдения проводились впервые. Они показали, что магнитосфера Юпитера несимметрична, с неожиданным изобилием ио-

нов и электронов с одной ее стороны. *Cassini* передал прекрасные изображения Юпитера, детально запечатлевшие его бурную атмосферу.

В 2000 г. при испытании системы связи был выявлен недостаток конструкции, который не позволил бы *Cassini* получить данные от зонда *Huygens*, когда тот будет спускаться к поверхности Титана. (Затем сведения должны быть переданы на Землю.) Радиоприемник спутника не смог получить информацию от зонда во время испытаний, моделировавших доплеровское смещение частоты сигнала, которое будет иметь место при спуске. Инженеры изменили запланированную траекторию полета, чтобы, уменьшив относительную скорость

ОБ АВТОРЕ:

Джонатан Луин (Jonathan I. Lunine) – междисциплинарный специалист экспедиции *Cassini-Huygens*, профессор физики и планетологии, возглавляющий Программу теоретической астрофизики Аризонского университета. Луин изучает формирование и эволюцию планетных систем, условия обитания в космосе и органическое вещество во внешних областях Солнечной системы. Луин – автор книги «Земля: эволюция обитаемого мира» (Издательство Кембриджского университета, 1999).

структуру. Радиантенна *Cassini* пошлет сигналы сквозь кольца к Земле, что позволит изучить свойства их частиц. Ученые будут искать доказательства электромагнитного подъема частиц пыли, который впервые заметил *Voyager* (на фото – темные полосы поперек колец). Все это поможет лучше понять процесс формирования планет в газо-пылевых дисках, окружающих новорожденные звезды.



Титан

Диаметр: 5150 км

Расстояние от Сатурна: 1,2 млн. км

Титан больше Меркурия, его атмосфера более плотная, чем у Земли. Температура на поверхности достигает порядка 179°C, так что жизнь там вряд ли возможна. Но тепло, исходящее из недр спутника или от падающих на его поверхность крупных комет, может породить километровые озера жидкой воды, способной сохраняться под коркой льда сотни лет, если раст-



воренный в ней аммиак сыграет роль антифриза. В озерах из простых углеводов и нитритов могут формироваться аминокислоты, пурины, сахара и другие компоненты живого вещества. На поверхности Титана следы этих процессов могли сохраниться в виде различных органических отложений, которые могут обнаружить приборы *Cassini*. (Фото Титана получено при помощи телескопа Кек II.)

Ледяные спутники

Диаметр: от 20 км (Пан – самый маленький спутник) до 1528 км (Рея – самый большой спутник после Титана).

Расстояние от Сатурна: от 133600 км (Пан – наиболее близкий спутник) до 23 млн. км (Имир – самый дальний).

Все спутники Сатурна, за исключением Титана, намного меньше галилеевых спутников Юпитера. На рисунке справа показан очень гладкий Энцелад (фото *Voyager a 2*) со следами обширного выравнивания поверхности, что характерно для гораздо более массивных спутников. Напротив, Япет имеет неоднородную поверхность: полушарие, обращенное в сторону орбитального движения, намного темнее другого полушария спутника. *Cassini* изучит спутники вблизи с помощью телекамер, спектрометров, радара и детекторов частиц.



спутника и зонда, свести к минимуму доплеровское смещение.

Прибытие *Cassini* в систему Сатурна произойдет 11 июня 2004 г., когда аппарат минует Фебу – спутник, обращающийся по нерегулярной эллиптической орбите на расстоянии около 13 млн. км от планеты. *Cassini* пройдет на расстоянии 2 тыс. км от этого спутника размером 220 км, который, возможно, состоит из первичного вещества, более 4,5 млрд. лет назад сформировавшего твердые ядра планет-гигантов. Спустя три недели, 1 июля, *Cassini* приблизится к Сатурну с тыльной стороны плоскости колец и пролетит в широкую щель между кольцами F и G. Затем будет запущен двигатель, который в течение 97 минут выдаст тормозной импульс,

чтобы замедлить полет космического аппарата и вывести его на орбиту вокруг Сатурна. Пока двигатель будет работать, *Cassini* пролетит на ближайшем расстоянии (18 тыс. км) от Сатурна. Если все пройдет по плану, этот маневр переведет *Cassini* на эллиптическую орбиту, которая будет позже скорректирована дополнительными включениями двигателя (см. рис. на стр. 65).

Спуск к Титану

В течение шести месяцев *Cassini* дважды сблизится с Титаном. Он займется исследованием атмосферы и поверхности гигантского спутника, а также подготовится к посадке зонда. 25 декабря *Cassini* выпустит *Huygens*, который полетит к Титану, питаясь энергией от батарей.

14 января 2005 г. зонд войдет в атмосферу гиганта, простирающуюся над поверхностью на 1 тыс. км, т.е. в 10 раз больше, чем атмосфера Земли (см. главный рис. на стр. 68). При входе в атмосферу тепловой экран в форме блюдца защитит зонд от перегрева. На высоте 170 км развернется парашют, который замедлит и стабилизирует спуск. При прохождении зонда сквозь слой оранжевого тумана газовый хроматограф и масс-спектрометр (*GCMS*) будет анализировать состав атмосферы. Другой прибор соберет и выпарит твердые частицы, чтобы их можно было изучить при помощи *GCMS*. В это же время камера спуска (*Descent Imager*) и спектральный радиометр (*DISR*) сделают снимок облака метана. ▶

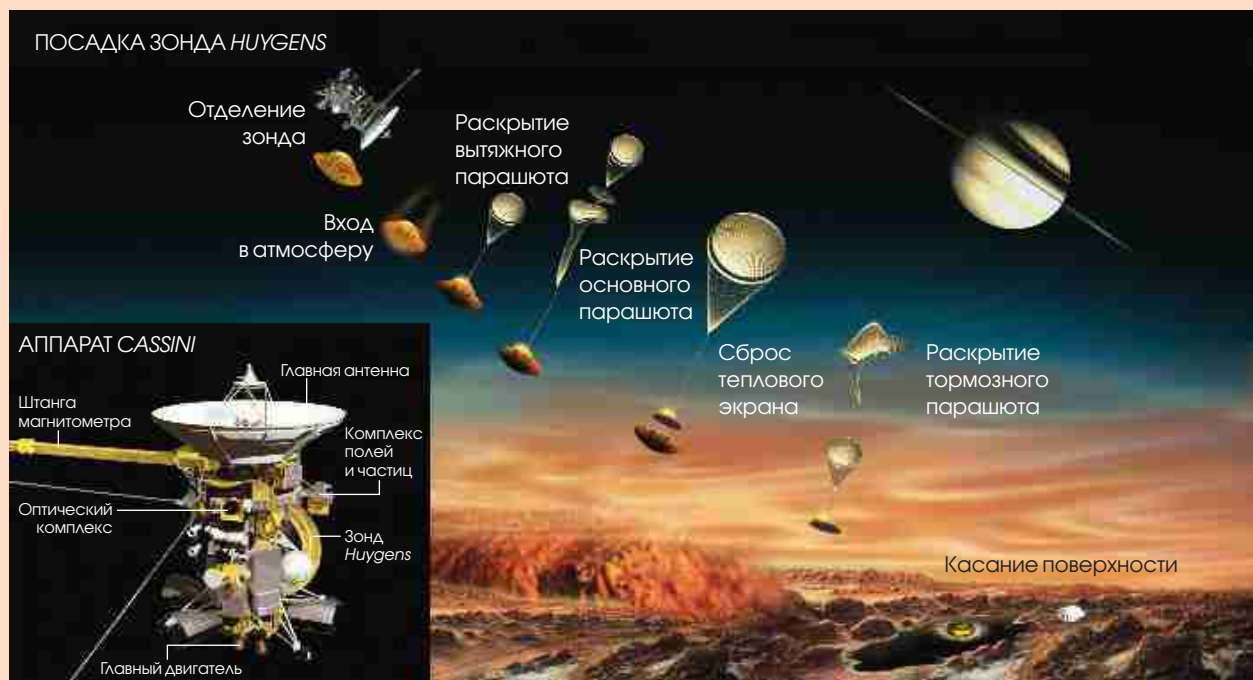
РАЗВЕДЧИК ТИТАНА

25 декабря *Cassini* спустит 320-кг зонд *Huygens*, который 14 января 2005 г. войдет в атмосферу Титана со скоростью около 20 тыс. км/час. Когда он опустится до высоты около 170 км, парашюты замедлят его спуск и будет сброшен тепловой экран, позволяя научным приборам начать исследование атмосферы и поверхности спутника. Зонд передаст эти данные на орбитальный аппарат *Cassini*, который пошлет их на Землю.

Позже *Cassini* (на вставке) будет изучать Титан. Оптический комплекс аппарата включает две телекамеры и несколько спектрометров. Комплекс полей и частиц состоит из нескольких приборов для исследования магнитосферы Сатурна – области, где доминирует его магнитное поле. Одни приборы зарегистрируют заряженные частицы, захваченные полем; другие же измерят потоки

пыли и частиц, вырванных с поверхности ледяных спутников ударами быстрых ионов. Когда *Cassini* пройдет на расстоянии около 1 тыс. км над поверхностью спутника, произведет прямой анализ верхней атмосферы Титана, а магнитометр, вынесенный на 11-метровой штанге, измерит характеристики магнитного поля Сатурна.

Четырехметровая антенна связи *Cassini* будет использована как радар: «тарелка» может посылать радиоимпульсы твердым телам и получать отраженные сигналы, указывающие форму и шероховатость поверхности. Сквозь атмосферу Титана он способен увидеть детали его поверхности. Кроме того, радар измерит микроволновое излучение Титана и температуру ее поверхности и атмосферы. Наконец, антенна связи поможет исследовать атмосферу Сатурна и Титана, посылая радиосигналы к Земле.



Когда зонд опустится до высоты около 50 км, *DISR* начнет передавать панорамные снимки ландшафта. На последних сотнях метров спуска белая лампа осветит поверхность, которая обычно выглядит грязно-красной, поскольку атмосфера поглощает синие лучи солнечного света. Это позволит *DISR* сделать спектральный анализ поверхности. Для определения силы ветра на Титане на протяжении всего спуска будет отслеживаться сдвиг частоты ра-

диосигнала зонда, а анализатор структуры атмосферы (*Huygens Atmospheric Structure Instrument – HASI*) измерит температуру, давление и электрическое поле, которое может указать на присутствие молний. Весь спуск займет от 2,5 до 3 часов.

Основная цель *Huygens*'а – исследовать атмосферу Титана, поэтому не было предпринято специальных мер, чтобы гарантировать его сохранность после приземления. Ученых

интересует природа поверхности спутника. Покрыта ли она жидкими углеводородами? Имеются ли на ней следы геологической активности или эволюции органического вещества? Или же Титан – просто ледяной спутник, покрытый кратерами? Поэтому зонд оснастили комплексом для изучения поверхности (*Surface Science Package – SSP*), который на заключительной стадии спуска при помощи звуковых волн измерит неровность

DON DIXON

Титан – самый загадочный объект Солнечной системы.

поверхности. А *HASI* делает подобные измерения, используя сигналы радара.

При столкновении с Титаном, которое должно произойти на скорости в несколько метров в секунду, акселерометры зонда передадут данные через *SSP*, чтобы определить, является ли поверхность жесткой, снежной или жидкой. Если зонд переживет посадку, то он сможет трижды по 30 минут передать данные на орбитальный аппарат *Cassini*, прежде чем тот скроется за горизонтом спутника. Если *Huygens* сядет в углеводородное озеро или океан, то *SSP* измерит температуру, плотность и другие параметры жидкости. Его датчики вычислят скорость звука внутри жидкости и, возможно, ее глубину. Тем временем *DISR* получит изображения, а *GCMS* попытается определить состав углеводородов. *Huygens* может плавать в жидких углеводородах, хотя их плотность меньше плотности воды.

Четырехлетний вояж

После спуска *Huygens*'а орбитальный аппарат *Cassini* продолжит изучение Титана в течение своего четырехлетнего тура по системе Сатурна. За это время *Cassini* 76 раз облетит вокруг Сатурна, и почти на каждом обороте он будет находиться недалеко от Титана. Каждое сближение станет изменять орбиту *Cassini*, давая ему возможность получать панорамные изображения других спутников Сатурна, его колец и магнитосферы. В отличие от *Galileo* или *Voyagera*, аппарат *Cassini* не имеет подвижных платформ для наведения своих приборов: чтобы уменьшить стоимость проекта, их жестко прикрепили к телу аппарата.

На Земле вода определяет изменения ландшафта, обмен энергией и массой между поверхностью и атмосферой; а на Титане ту же роль играет метан. Но поскольку в атмосфере Титана метан непрерывно разрушается за счет фотохимических реакций, вызван-

ных ультрафиолетовым излучением Солнца, то он должен как-то восстанавливаться с поверхности или из недр спутника, или при столкновении с кометами. Как определил *Voyager*, его количество, достаточное для формирования метановых облаков и дождя на Титане, достигает критической точки. Но его концентрации не хватает, чтобы чистый жидкий метан покрыл поверхность: капли метанового дождя до падения на поверхность должны испаряться. Если на Титане существуют моря, то они должны состоять из жидкого этана (продукта фотохимических реакций в атмосфере), смешанного с растворенным в нем метаном.

Понять, откуда появляется метан и куда деваются продукты его фотохимических реакций – одна из важнейших задач экспедиции *Cassini-Huygens*. Покрыта ли поверхность Титана морями из смеси метана и этана? Новые данные радиотелескопа в Аресибо на о. Пуэрто-Рико указывают, что дело, возможно, обстоит именно так, но подтвердить предположение смогут только *Cassini* и *Huygens*. Если морей или озер не обнаружится, то возможно, на Титане за всю его историю не было достаточно метана и этана, чтобы сформировать их. При таких обстоятельствах нынешний состав и объем атмосферы спутника, поддерживаемый парниковым эффектом метана, есть лишь счастливая случайность, связанная с недавним

падением ядра кометы или выбросом газа из недр спутника. Сейчас ученые пытаются понять, откуда на Титане появились азот и метан и почему он является единственным спутником в Солнечной системе, обладающим плотной атмосферой.

Благодаря приборам зонда мы сможем получить ответы на эти вопросы. Телекамеры, спектрометры и радар, способный видеть сквозь густой туман, будут искать углеводородные моря на поверхности Титана. Другие приборы изучат взаимодействие атмосферы Титана с заряженными частицами из магнитосферы Сатурна. Радиосигналы исследуют атмосферу спутника и покажут, как меняется ее температура при изменении широты и высоты. Эти данные вместе с изображениями, переданными орбитальным аппаратом, возможно, помогут обнаружить метановые дожди. Облака метана будут сфотографированы и измерены их температура и давление. Кроме того, вычислив долю метана, содержащего дейтерий, и отношение количества азота к благородным газам аргону и криптону, возможно, удастся определить источники метана и азота в атмосфере спутника.

После первого пролета *Cassini* вдоль Титана и посадки на него зонда *Huygens* орбитальный аппарат продолжит изучение гигантского спутника, который таит в себе множество неожиданных открытий. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- Passage to a Ringed World: The Cassini-Huygens Mission to Saturn and Titan. Edited by Linda J. Spilker. NASA, 1997.
- Titan: The Earth-like Moon. Athena Coustenis and Fred Taylor. World Scientific Publishing, 1999.
- Lifting Titan's Veil: Exploring the Giant Moon of Saturn. Ralph Lorenz and Jacqueline Mitton. Cambridge University Press, 2002.
- Mission to Saturn: Cassini and the Huygens Probe. David M. Harland. Springer-Verlag and Praxis Publishing, 2002.
- The Cassini-Huygens Mission: Overview, Objectives and Huygens Instrumentarium. Edited by Christopher T. Russell. Kluwer Academic Publishers, 2003.

россия ЧЕРЕЗ 100 ЛЕТ

Евгений Андреев и Анатолий Вишневский

В Центре демографии и экологии человека ИНП РАН (ЦДЭЧ) впервые разработан долгосрочный прогноз изменения численности и структуры населения России вплоть до 2100 г.¹ Попытка заглянуть на 100 лет вперед может показаться слишком смелой, однако она не противоречит мировой практике и не лишена оснований, ибо накопленные к настоящему времени представления о демографических процессах и тенденциях позволяют предсказывать очень многое. В конце 2003 г. Отдел населения ООН опубликовал предварительный вариант сверхдолгосрочного прогноза динамики населения мира, его регионов и отдельных стран до 2300 г.² Разумеется, в деталях представить демографическую картину планеты через 300 лет невозможно. Для этого сейчас нет реальных оснований. Смысл такого рода перспективных оценок заключается в том, чтобы получить самое общее представление о тенденциях изменения мировой, региональной и страновой демографической ситуации при определенных допущениях, касающихся базовых процессов, таких как рождаемость, смертность и миграция.

То же самое можно сказать и о прогнозе для России. Он был составлен для того, чтобы проанализировать воз-

можные траектории развития численности и возрастной структуры населения страны при различных более или менее вероятных сценариях демографического процесса. Горизонт исчислений для России ограничен 2100 г., поскольку их продление за пределы XXI в. представляется мало оправданным, для этого нет даже минимальной исходной информации. Впрочем, прогноз ЦДЭЧ отличается от данных ООН и во многих других отношениях.

Во-первых, эксперты ООН по понятным для международной организации политическим соображениям воздержались от формулирования гипотез, касающихся миграции между странами. Но прогноз ЦДЭЧ на этих вопросах, конечно, останавливается, ибо в демографическом развитии России внешняя миграция уже играет и сохранит в будущем весьма заметную роль.

Во-вторых, прогноз ЦДЭЧ – вероятностный. Если сценарии ООН задают некоторые дискретные значения уровней рождаемости и смертности, то в версиях ЦДЭЧ определяются лишь верхняя и нижняя границы возможных изменений демографических показателей (сценарные переменные). Сам же прогноз представляет собой объединенный результат серии стохастичес-

ких имитаций возможных комбинаций этих переменных. Для получения достаточно надежных результатов было выполнено 1000 таких имитаций.

Колебания рождаемости и смертности

В табл. 1 представлены максимальные и минимальные значения коэффициента суммарной рождаемости на начало, середину и конец XXI в., принятые в прогнозах ЦДЭЧ и ООН. Эксперты ООН фиксируют три дискретные траектории возможных изменений рождаемости, проходящие через указанные в таблице точки (высокий, средний и низкий сценарии), российские же специалисты указывают лишь верхнюю и нижнюю границы области потенциальных изменений.

Согласно среднему варианту прогноза ООН, к концу века рождаемость в России достигнет уровня простого замещения поколений (с учетом снижения смертности он определяется как 2,08 рождения на одну женщину), по высокому варианту рождаемость существенно превысит этот уровень, а по низкому – не достигнет его, хотя и заметно повысится по сравнению с сегодняшним показателем.

Сценарные варианты ЦДЭЧ допускают изменения коэффициента суммар-

¹ Прогноз разработан в рамках проекта «Демографическое развитие России в глобальном контексте: анализ и прогноз», поддержанного Российским Фондом фундаментальных исследований (грант № 02-06-80242).

² *World Population in 2300. Draft. Population Division of the Department of the UN Economic and Social Affairs (DESA), 9 December 2003.*

ной рождаемости в расширяющемся интервале, причем расширение возможно в основном за счет постепенного повышения верхнего предела изменений до 2,5 рождений на одну женщину, тогда как снижение нижнего предела, даже если бы оно и имело место в нынешнем десятилетии, после 2010 г. не предполагается. Принятый в качестве минимального нижнего предела уровень (0,95 ребенка на одну женщину) означает, что 30% женщин вообще бездетны, причем для 25% отказ от рождения детей стал сознательным решением (рис. 1).

Что касается продолжительности жизни, то эксперты ООН ограничились единственным сценарием: предполагается, что она будет постепенно повышаться и к концу XXI в. составит в России 80 лет для мужчин и 85 для женщин.

ЦДЭЧ рассматривает широкий диапазон возможностей и не исключает некоторого роста смертности в ближайшие годы. В худшем варианте к 2008 г. разница продолжительности жизни мужчин и женщин может достичь 15 лет. При этом мужчины живут сейчас в среднем всего 57 лет, т.е. меньше, чем в 1955 г. В дальнейшем рост смертности взрослых продолжится, но будет очень медленным, а смертность детей по-прежнему будет снижаться, поэтому в целом показатели продолжительности жизни меняться не будут. В конце XXI в. она по-прежнему будет составлять у мужчин 57 лет, у женщин – 71,5 года, а коэффициент младенческой смертности сократится до 1,7 на 1000 новорожденных. Такой весьма пессимистический вариант развития очерчивает нижний предел ожидаемой продолжительности жизни.

Ее верхний предел определяется исходя из предположения, что в ближайшие годы тенденция к увеличению продолжительности жизни, характерная для 1994–1998 гг., восстановится, а затем будет расти с той же скоростью, что в странах Европейского союза в 1970–2000 гг. (прирост на 0,23–0,24 года за 1 год). Предполагается, что темп роста у мужчин будет несколько

Таблица 1

Коэффициент суммарной рождаемости в России по прогнозным сценариям ЦДЭЧ и ООН

Сценарии	Автор сценария	2000–2005	2045–2050	2095–2100
Средний	ООН	1,14	1,85	2,08
Высокий	ЦДЭЧ	1,35	2,14	2,50
	ООН	1,17	2,35	2,35
Низкий	ЦДЭЧ	1,13	0,95	0,95
	ООН	1,11	1,35	1,85

ко выше, а у женщин – чуть ниже, чем в странах ЕС, так что к 2050 г. разрыв в продолжительности жизни между мужчинами и женщинами не будет превосходить 10 лет. В 2050–2100 гг. продолжительность жизни будет по-прежнему увеличиваться и к концу столетия составит более 87 лет у мужчин и более 95 у женщин. При благоприятном развитии ситуации коэффициент младенческой смертности сократится до 0,4 на 1000 новорожденных (рис. 2). Но это оптимистический сценарий.

Внешняя миграция

Как отмечалось выше, эксперты ООН в своем долговременном прогнозе обошли вопрос о миграции молчанием. Российские ученые при пер-

спективных исчислениях населения России используют два способа учета миграции, которые определяют и два варианта предлагаемого прогноза: экстраполяционный и стабилизационный.

Первый из них основан на экстраполяции нынешних тенденций динамики чистой миграции (разницы между эмиграцией и иммиграцией) в Россию, что не предполагает существенных изменений в миграционной политике государства. В данном случае сценарии прогноза различаются деталями экстраполяции в зависимости от причин сокращения миграции в последние годы. При определении верхнего предела возможных объемов чистой миграции такое сокращение ▶

Таблица 2

Ожидаемая продолжительность жизни в России по прогнозным сценариям ЦДЭЧ и ООН

Сценарий	Автор сценария	2000–2005	2045–2050	2095–2100
Мужчины				
Единственный	ООН	60	71	80
Высокий	ЦДЭЧ	61,2	73,8	86,5
Низкий	ЦДЭЧ	58,2	57,0	57,0
Женщины				
Единственный	ЦДЭЧ	73	77	85
Высокий	ООН	61,5	83,9	94,8
Низкий	ООН	59,8	71,5	71,5

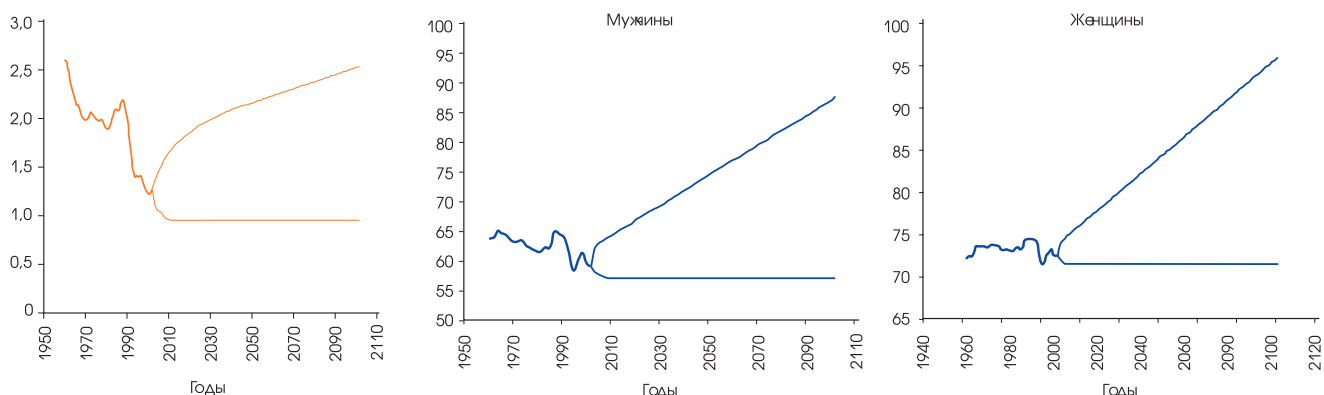


Рис. 1. Сценарии изменений коэффициента суммарной рождаемости на период до 2100 г. (левый график).

Рис. 2. Сценарии изменения ожидаемой продолжительности жизни на период до 2100 г. (графики справа).

оценивается как кратковременная флуктуация, и предполагается, что уровень, существовавший до 1998 г., восстановится. При вычислении нижнего предела, напротив, сокращение рассматривается как закономерное и необратимое, а сам предел устанавливается на крайне низком уровне. В таком случае внешняя миграция перестанет играть сколько-нибудь заметную роль в динамике численности населения России.

Экстраполяция тенденций миграции охватывает период до 2015 г., а далее допускается, что отношение количества мигрантов к общей массе населения останется неизменным. Результаты расчетов представлены на рис. 4.

Стабилизационный способ учета внешней миграции основан на пред-

положений, что в результате активной миграционной политики государства ежегодные объемы иммиграции в Россию резко повысятся. При этом уровень чистой миграции позволит полностью компенсировать убыль населения, неизбежную при экстраполяционном прогнозе, и стабилизировать его численность. При таком подходе объемы ежегодной миграции определяются непосредственно в процессе прогнозирования и не представляют собой заранее заданной дискретной величины. Объем чистой миграции, необходимый для поддержания численности населения России на уровне 144 млн. человек, представлен на рис. 5.

Как и следовало ожидать, при реализации экстраполяционных миграционных сценариев численность на-

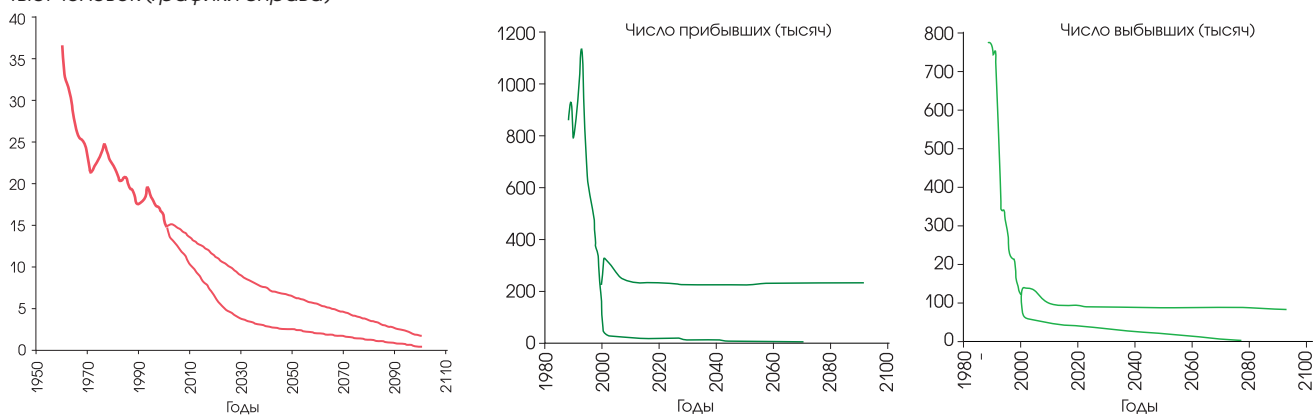
селения России будет быстро убывать. Если на начало 2001 г. она составляла 146 млн. человек, то к началу 2051 она может опуститься ниже 98 млн., а к началу 2101 г. – ниже 68 млн. человек. С повышением доверительной вероятности увеличивается и возможный разброс значений.

В соответствии с низким сценарием ООН, население России к 2101 г. сократится до 53 млн. человек, с высоким – до 116 млн., со средним – до 80 млн. (рис. 6).

Стабилизационный вариант прогноза ЦДЭЧ, предполагающий высокий уровень чистой миграции, естественно, приводит к иным результатам. Если бы он реализовался, сокращение численности населения России было бы остановлено, и на протяжении

Рис. 3. Сценарии изменения младенческой смертности на период до 2100 г. (левый график).

Рис. 4. Максимальное и минимальное количество прибывших и выбывших по экстраполяционным сценариям прогноза, тыс. человек (графики справа)



столетия она сохранялась бы неизменной.

Однако такой вариант чреват быстрым изменением состава населения России – в нем будет стремительно нарастать доля мигрантов и их потомков (рис. 7 и 8).

При стабилизационной стратегии во второй половине XXI в. мигранты и их потомки с высокой степенью вероятности составят более половины населения России.

Перспектива существенного изменения состава населения в результате миграции стоит не только перед Россией. В 2002 г. Отделом народонаселения Департамента по экономическим и социальным вопросам ООН был подготовлен доклад «Замещающая миграция: является ли она решением проблемы сокращения численности и старения населения?». Согласно приведенным в нем расчетам, приток мигрантов приведет к тому, что уже к 2050 г. их доля в населении развитых стран станет очень высокой.

Согласно нынешнему прогнозу, учитывая продолжающееся в России сокращение численности населения, для его поддержания на уровне 144 млн. требуется значительный приток эмигрантов. Поэтому если бы стабилизационный вариант прогноза реализовался, доля мигрантов и их потомков в населении нашей страны уже к 2050 г. приблизилась бы к 35%.

«Возрастная пирамида» все меньше напоминает пирамиду

На численность и демографическую судьбу поколений, составляющих нынешнее население страны, очень сильно повлияли социальные катастрофы XX в. и их последствия. Они привели к значительной деформации возрастной пирамиды населения России, которая отражает не только влияние долговременных, эволюционных изменений, обусловленных демографическим переходом, но и воздействие относительно кратковременных пертурбаций.

Демографические потрясения пришли в основном на первую половину XX в., и сегодня их влияние ▶

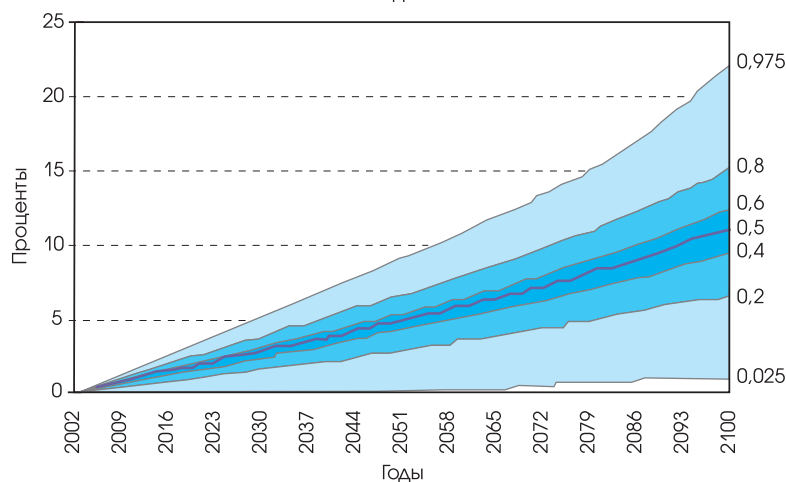
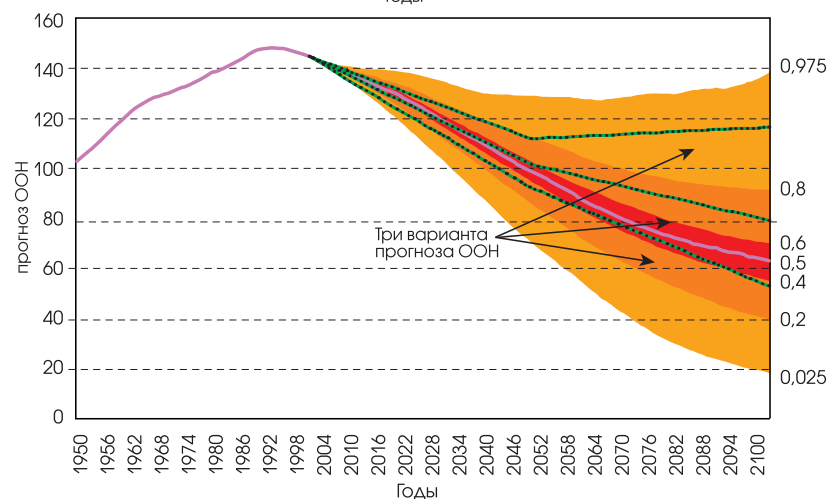
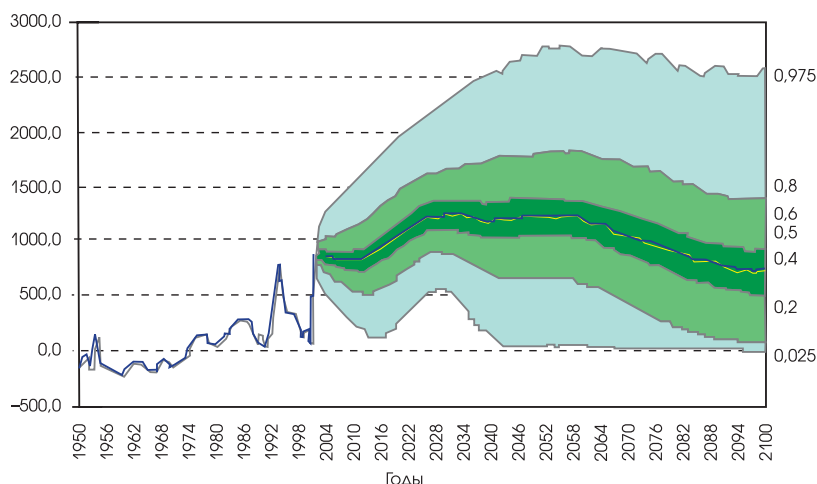
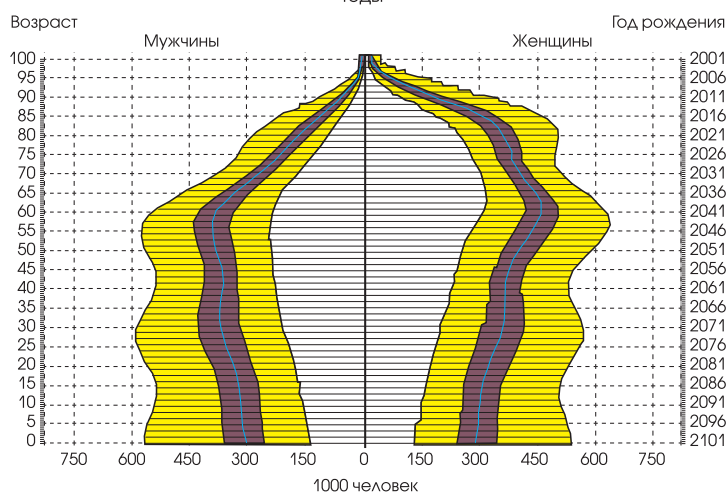
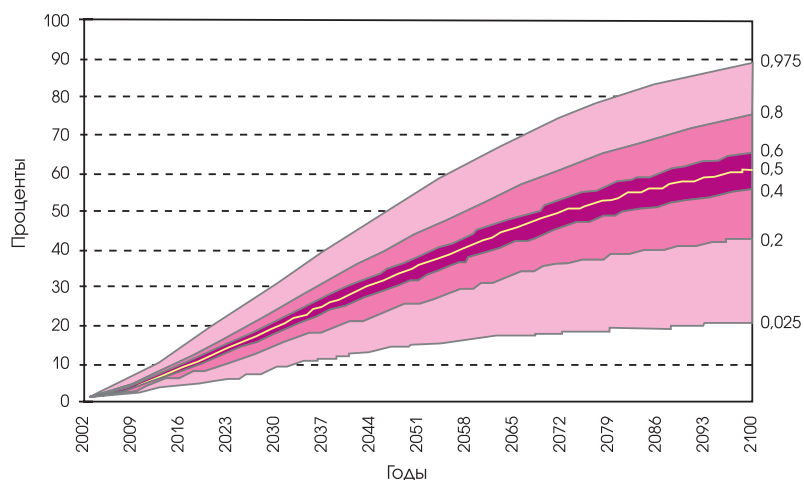


Рис. 5. Чистая ежегодная миграция в Россию: фактическая в 1950–2000 гг. и по стабилизационному прогнозу на 2000–2100 гг. при разных доверительных вероятностях, тыс. человек

Рис. 6. Численность населения России: фактическая до 2002 г. и перспективная до 2100 г. по экстраполяционному прогнозу ЦДЭЧ при разных доверительных вероятностях и по прогнозу ООН, млн. человек

Рис. 7. Доля мигрантов и их потомков в населении России по экстраполяционному варианту прогноза при разных доверительных вероятностях, в %



■ -1 ■ -2 ■ -3

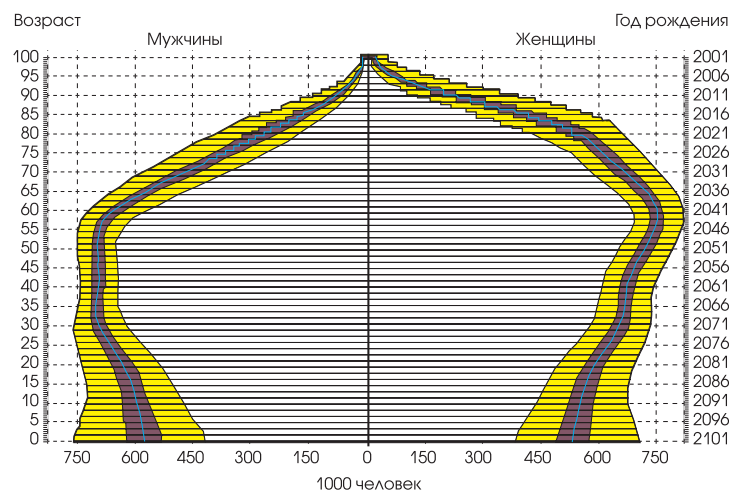


Рис. 8. Доля мигрантов и их потомков в населении России по стабилизационному варианту прогноза при разных доверительных вероятностях, в %

Рис. 9. Возрастная пирамида населения России в 2100 г. Экстраполяционный прогноз: 1 – медиана, 2 – 20-процентный и 3 – 60-процентный доверительные интервалы

Рис. 10. Возрастная пирамида населения России в 2100 г. Стабилизационный прогноз: 1 – медиана, 2 – 20-процентный и 3 – 60-процентный доверительные интервалы

ослабевает. Уже к 2050 г. диспропорции между полами и смежными возрастными группами при переходе от верхней к нижней части пирамиды будут значительно менее выраженными, чем сейчас. При отсутствии социальных или природных катаклизмов к 2100 г. контур российской возрастной пирамиды станет еще более четким. Впрочем, при реализации экстраполяционного прогноза последствия демографических катастроф XX в. будут просматриваться даже через сто лет (рис. 9). Если же осуществится стабилизационный прогноз, они станут почти незаметными (рис. 10).

Однако в любом случае примерно с 2050 г. медианы возрастного-полового распределения населения в значительной степени стабилизируются. По крайней мере, доли трех основных возрастных групп населения будут меняться весьма незначительно (рис. 11). После 2050 г. пожилые люди будут составлять по стабилизационному сценарию 31,3%, а по экстраполяционному – 34,7% населения.

Как уже отмечалось, при реализации стабилизационного сценария в составе населения резко повышается доля мигрантов и их потомков. Через полвека она приблизится к 35%, а через 100 лет превысит 60%. Причем их будет особенно много среди людей трудоспособного возраста – 39% и 61% соответственно. Но почти столь же высоко их число будет и среди детей – 38% и 59%. Среди пенсионеров к 2050 г. мигранты составят 28%, а к концу столетия – свыше 56% (рис. 12 и 13).

Численность потенциальных работников

Сегодня в России к людям трудоспособного возраста относятся прежде всего мужчины от 16 до 60 и женщины от 16 до 55 лет. Несмотря на некоторые колебания, их численность на протяжении последних 50 лет постоянно росла. Этот процесс продолжается до сих пор, но скоро прекратится. Экстраполяционный прогноз предсказывает, что уже с 2006–2007 гг. начнется быстрое сокращение числа

трудоспособных россиян. К 2050 г. их будет на 45% меньше, чем было в 2000-м, и на 20% меньше, чем в 1950-м. К 2100 г. останется около 35% от того числа трудоспособных граждан, которое было в 2000 г.

Но если бы удалось реализовать стабилизационный вариант, положение было бы иным (рис. 14).

Сокращение численности трудоспособного населения было бы намного меньшим, хотя полностью избежать его невозможно, что связано с меняющимся возрастным составом населения. Процесс продолжался бы только до середины века, к этому времени число трудоспособных уменьшилось бы менее чем на 15% от уровня 2000 г. и достигло бы примерно показателей 1971 г., после чего наступила бы стабилизация.

Сокращение численности трудоспособных граждан и постепенное старение населения неизбежно приведет к росту демографической нагрузки на работающих (рис. 15).

Экстраполяционный прогноз предсказывает, что за 100 лет нагрузка на работающих вырастет на 103%, а согласно стабилизационному варианту, ее рост составит 77%. Разница, конечно, заметная, но едва ли ее можно считать принципиальной. Речь в данном случае шла о возрастании количества пенсионеров. Примерно так же обстоит дело и с общей демографической нагрузкой, учитывающей пожилых людей и детей в совокупности. Ее рост будет не столь драматичным (рис. 16). Наивысших показателей она достигала в 1964–1965 гг. и составляла 818 иждивенцев на 1000 трудоспособных. По сравнению с этим уровнем к 2100 г. рост нагрузки составит 23% при экстраполяционном прогнозе и всего 13% при стабилизационном.

По сравнению же с 2000 г. нагрузка увеличится на 51% по экстраполяционному и на 38% – по стабилизационному прогнозу. Но разница между итоговыми значениями по двум вариантам прогноза не слишком велика: общая демографическая нагрузка по стабилизационному варианту в 2100 г. всего на 9% ниже, чем по экстраполяционному. ▶

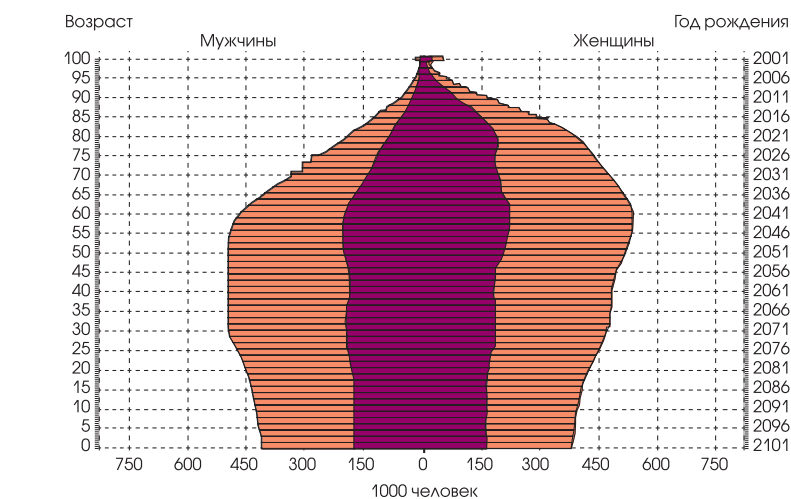
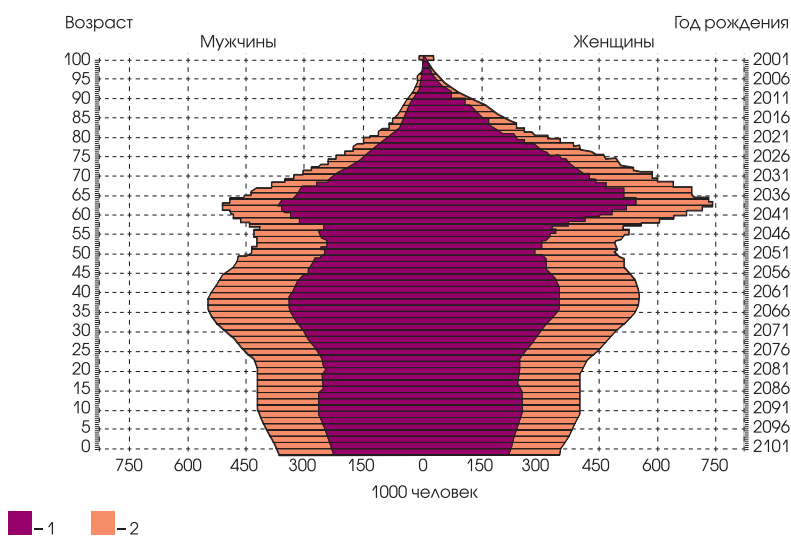
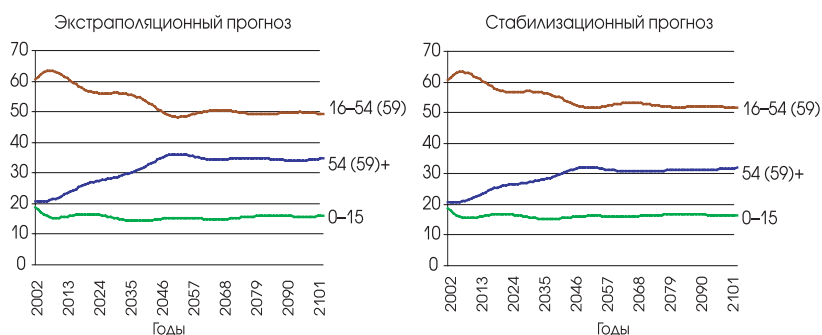


Рис. 11. Доля трех крупных возрастных групп в населении России, 2002–2100 гг., медианные значения прогноза, в %

Рис. 12. Мигранты и их потомки в 2050 г. Медианные значения стабилизационного прогноза: 1 – жители России 2000 года и их потомки; 2 – мигранты и их потомки

Рис. 13. Мигранты и их потомки в 2100 г. Медианные значения стабилизационного прогноза: 1 – жители России 2000 года и их потомки; 2 – мигранты и их потомки

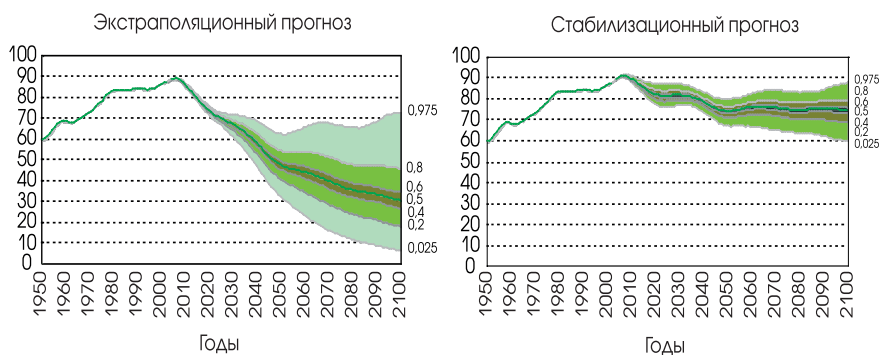


Рис. 14. Численность населения в трудоспособном возрасте: фактическая до 2002 г. и по экстраполяционному и стабилизационному вариантам прогноза при разных доверительных вероятностях, млн. человек

Кто станет охранять наши границы?

Маловероятно, что до 2100 г. в России сохранится армия, основанная на всеобщей воинской повинности и массовом призыве. Тем не менее вопрос о том, как будет меняться численность молодых мужчин призывного возраста, представляется весьма важным. Уже сейчас страна испытывает трудности с комплектованием армии, хотя на данном этапе абсолютная численность призывников растет и приближается к максимальным значениям за весь послевоенный период. Однако после 2006 г. процесс прекратится и сменится быстрым сокращением. При сохранении нынешних демографических тенденций через 10 лет призывной контингент сокра-

тится примерно вдвое по сравнению с 2005–2006 гг. По экстраполяционному прогнозу, Россию ожидает его дальнейшее непрерывное и очень существенное сокращение. Уже к середине века потенциальных новобранцев станет меньше, чем в 1961–1964 г., когда в призывной возраст вступили немногочисленные мальчики, родившиеся в разгар войны. По сравнению с 2003 г. их численность сократится на 60%. К 2100 г. в России будет всего 681 тыс. молодых мужчин в возрасте 18–19 лет – меньше трети от их числа в 2000 г.

Стабилизационный прогноз указывает на совершенно иные перспективы. Быстрого сокращения числа молодых мужчин после 2006 г. избежать нельзя, ибо оно – следствие падения

рождаемости в 1990-е гг. и в определенной мере – эхо более отдаленных катаклизмов. Но реализация стабилизационной стратегии могла бы впоследствии привести к удержанию численности мужчин призывного возраста на довольно высоком уровне. Если говорить о медианных значениях показателя, то в 2050 г. эта численность по стабилизационному варианту на 57% выше, чем по экстраполяционному, а в 2100 г. – в 2,4 раза выше (рис. 17).

Кто родит новых россиян?

Очевидно, что демографическое будущее страны связано с числом потенциальных матерей – женщин в репродуктивном возрасте (от 15 до 49 лет). На протяжении последних 50 лет их число в России, несмотря на некоторые колебания, в основном росло и сейчас велико как никогда. Но в самые последние годы рост прекратился, а во второй половине нынешнего десятилетия начнется сокращение числа женщин, способных иметь детей, причем по экстраполяционному прогнозу развития демографической ситуации спад будет катастрофически быстрым. К 2050 г. число потенциальных матерей в России может сократиться практически вдвое, а к 2100-му – втрое.

Реализация стабилизационного варианта позволила бы повлиять на эту динамику, резко замедлить сокращение (к 2050 г. оно составило бы не 50%,

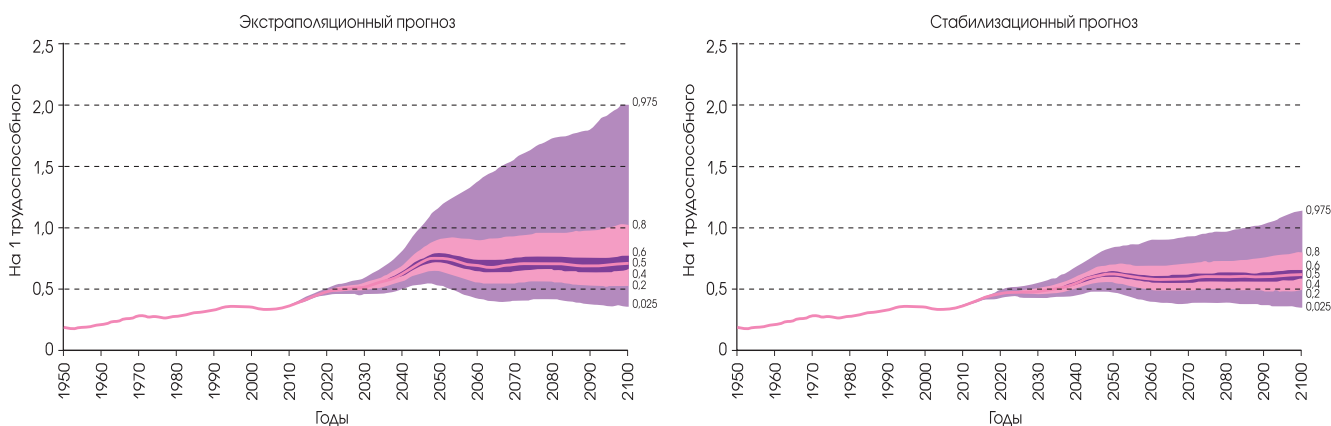


Рис. 15. Число пожилых на 1 трудоспособного: фактическое до 2002 г. и по экстраполяционному и стабилизационному вариантам прогноза при разных доверительных вероятностях

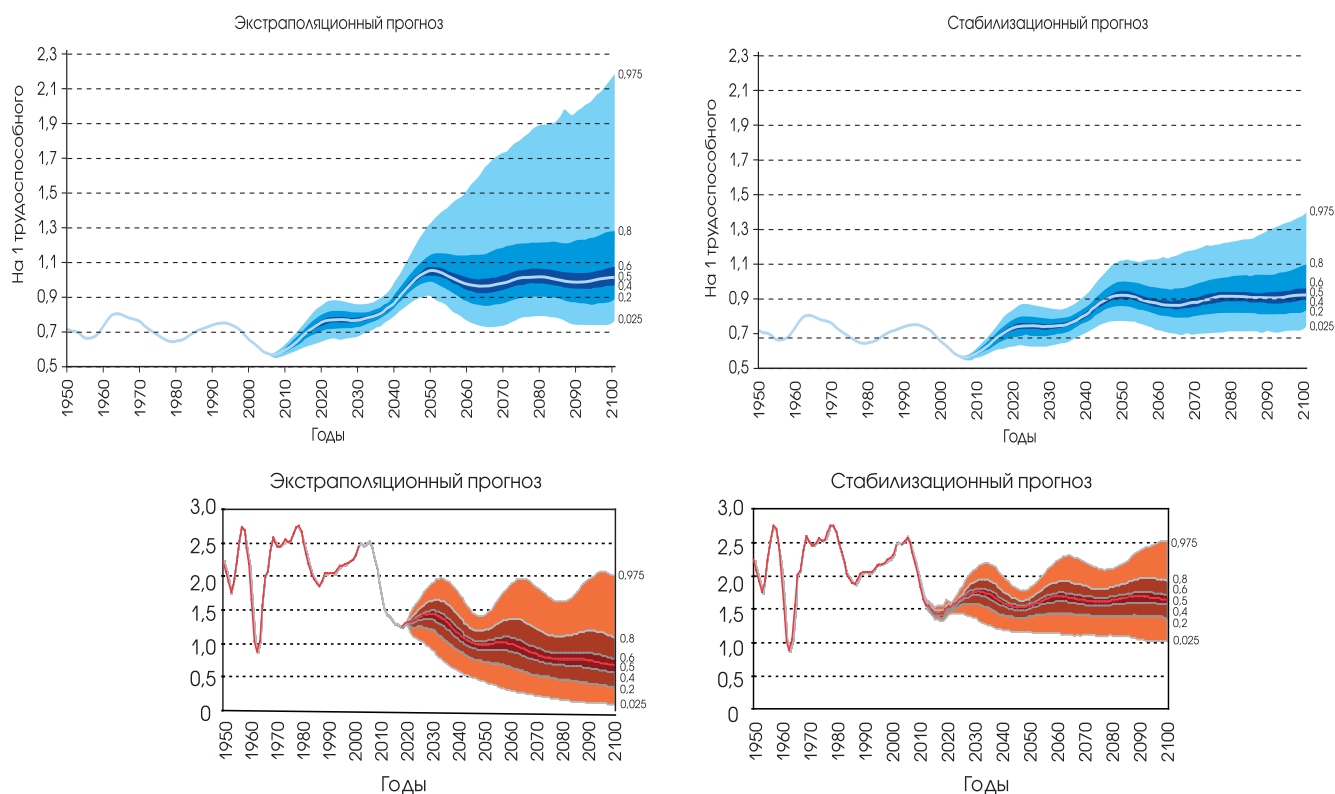


Рис. 16. Общая демографическая нагрузка на 1 трудоспособного (детьми и пожилыми): фактическая до 2002 г. и по экстраполяционному и стабилизационному вариантам прогноза при разных доверительных вероятностях

Рис. 17. Численность призывных контингентов (мужчины в возрасте 18–19 лет): фактическая до 2002 г. и по экстраполяционному и стабилизационному вариантам прогноза при разных доверительных вероятностях, в тыс.

а всего 20%) и стабилизировать число потенциальных матерей, так что к концу столетия их могло бы быть в 2,5 раза больше, чем по экстраполяционному прогнозу (рис. 18).

Таким образом, демографическая судьба России через 100 лет в полной мере зависит от той долгосрочной политики, которую примет (или не примет) руководство нашего государства. Наша страна – неотъемлемая часть мира, и процессы, происходящие в ней, соотносятся с глобальной системой развития цивилизации. Согласно прогнозам ученых, человечество стоит на пороге демографической революции, результатом которой неизбежно станет увеличение продолжительности жизни и в то же время сокращение рождаемости, что приведет к росту демографической нагрузки на трудоспособное население. Соответственно, возникнет необходимость радикальной перестройки

и повышения эффективности работы системы здравоохранения и социального обеспечения. Более того, чтобы избежать жестокого кризиса, потребуются принципиальный рост качества жизни, которое невозможно без развития экономики, культуры, науки и образования. Причем решения по данным вопросам должны прини-

маться не в далеком будущем, а уже сегодня. После демографической революции ожидаются существенные изменения исторических маршрутов нашей цивилизации. Дальнейшие судьбы России зависят от того, какие решения принимаются сегодня руководством страны, в том числе от его демографической политики. ■

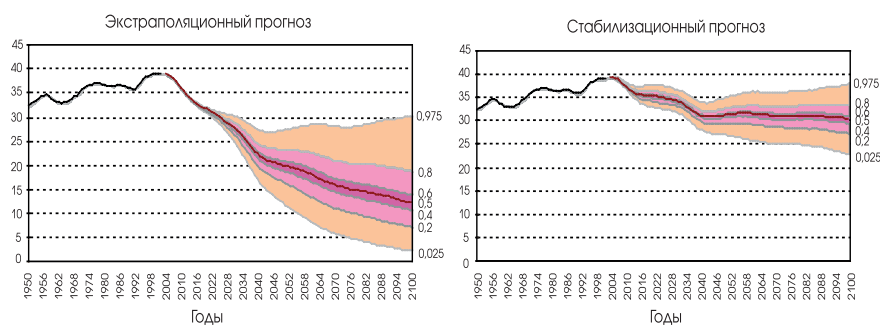


Рис. 18. Число женщин репродуктивных возрастов (15–49 лет): фактическое до 2002 г. и по экстраполяционному и стабилизационному вариантам прогноза при разных доверительных вероятностях, в млн.

ПАМЯТКА ИЗБИРАТЕЛЮ

Выборы в России – это всегда нечто большее, чем просто голосование за очередного кандидата (будь то партия или политик) на тот или иной государственный пост. Недаром до недавнего времени любые выборы у нас сопровождалось расхожим журналистским эпитетом «эпохальные». В нашей стране нет вековых традиций демократии, как, скажем, в Великобритании. В эпоху реформ россиянам пришлось в спешном порядке самостоятельно постигать азы демократии, учиться по-новому жить, думать, работать и, разумеется, выбирать руководителей, т.е. осваивать искусство проведения свободных, легитимных выборов. На этом пути избирателей и избираемых подстерегали всевозможные опасности и препятствия – коррупция, «черный PR», подтасовка данных и т.д.

Между тем честные выборы – важная и необходимая составляющая любого демократического общества.

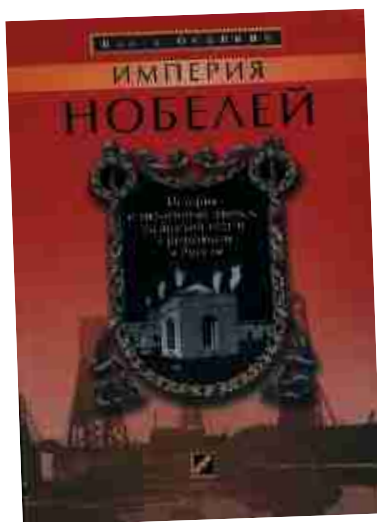
Каковы нормативно-правовые, социально-экономические, политические и этические аспекты избирательной кампании? Какую роль в ней играют СМИ? Каковы механизмы предвыборных технологий, в том числе «грязных»? На эти вопросы пытается ответить М.Ю. Куржиямский в своей книге. На примере опыта нашей Северной столицы он анализирует важнейшие для страны электоральные процессы, поскольку именно они играют роль первичных выборов, отражающих общероссийские тенденции.

Книга предназначена политологам, политтехнологам, специалистам по организации избирательных кампаний, журналистам. ■



Куржиямский М.Ю. **Выборы в законодательное собрание Санкт-Петербурга. Политические «праймериз» общероссийского избирательного цикла 2003–2004 гг.** – М.: Алгоритм, 2003.

КЕМ БЫЛ НОБЕЛЬ?



Осбринк Б. **Империя Нобелей: история о знаменитых шведах, бакинской нефти и революции в России.** / Пер. со швед. Т. Доброницкой. – М.: Текст, 2003. – 287 с.

Образ Нобеля давно стал мифологическим, большинство уже не воспринимает его как реального представителя своего времени. Однако история Нобелей и их промышленной империи сохранилась в памяти тех, кто работал на нобелевских предприятиях, сохранил личные вещи и некоторые документы. На основании малодоступных архивных данных и личных свидетельств современников Б. Осбринк восстанавливает подробности семидесятилетней деятельности компании, совмещающая документальную точность с увлекательностью.

История династии могла бы стать основой приключенческого или детективного сериала, ее становление совпало с эпохой войн и революций, сопровождалось романтическими эпизодами и борьбой за высокие технологии XIX столетия. Избранная автором форма биографии позволила ярко и динамично представить весь

процесс создания империи, которая была поистине необъятна: нефтяные промыслы, заводы, верфи, суда, нефтехранилища, разбросанные по городам России, дома в Москве и Петербурге.

Перед нами последовательно проходят члены знаменитого семейства, каждый из которых обладал яркой индивидуальностью и упорно стремился к достижению своей цели. Так, основатель династии, шведский эмигрант Иммануэль Нобель, «безумный изобретатель», придумал не только фугасную мину, но и гроб с вентиляцией и сигнализацией для несчастных, заснувших летаргическим сном. Четыре его сына успешно развивали военные технологии в России, а Альфред Нобель изобрел динамит и учредил премию, носящую его имя.

Книга написана занимательно, изобилует многочисленными подробностями и снабжена комментариями и фотографиями. ■

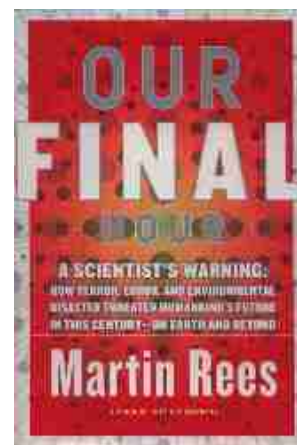
О ЧЕМ ПРЕДУПРЕЖДАЛ УЧЕНЫЙ?

Автор книги – известный английский ученый, член Королевского общества и Королевского астрономического общества Мартин Рис – считается крупнейшим специалистом по галактической астрономии. В своей последней книге он подводит итог собственным размышлениям над судьбами человечества в третьем тысячелетии.

Книга задумана как своеобразная параллель известной лекции «Открытие будущего», прочитанной Г. Уэллсом в 1902 г. Но в отличие от знаменитого фантаста, смотревшего в прошлое, взгляд Риса устремлен в будущее. Вместе с тем его прогнозы построены на четкой научной основе, он обобщает результаты как собственных наблюдений, так и открытий других исследователей. Ученый беспристрастно оценивает последствия деятельности человека на Земле и в окружающем ее космическом пространстве. Рис доказывает, что на рубеже третьего тысячелетия человечество переживает едва ли не самый сложный период в своей истории, ему грозят многочисленные опасности, вызванные непредсказуемым развитием современной науки и общества. На всем протяжении

своего существования люди были вынуждены бороться за свою жизнь, что, по мнению Риса, привело к постепенному изменению их психологии и, в частности, к возникновению в XX в. терроризма. Исследователь считает, что созданные человеком технологии способны сегодня не только разрушить собственную планету, но и вызвать катастрофу вселенского масштаба. Рис не отрицает необходимости и закономерности научно-технического прогресса, однако, по его мнению, вероятность того, что человечество благополучно доживет до конца XXV в., составляет лишь 50%. Главный его вывод заключается в том, что не политики, а именно ученые способны защитить Землю от тех угроз, которые несет в себе современная цивилизация. По мнению Риса, главная опасность заключается в бесконтрольном развитии отдельных технологий, а потому необходима жесткая борьба с теми, кто готов применить достижения прогресса против человечества.

Люди должны понять, что сегодня они стоят перед самым главным выбором за всю историю своего существования. Наука открывает перед нами



Rees Martin. *Our Final Hour. A scientist's warning: how terror, error, and environmental disaster threaten humankind's future in this century – on earth and beyond.* – New York, 2003. p. 228.

Рис Мартин. *Наш последний час. Предостережение ученого: как терроризм, ошибки и разрушения окружающей среды угрожают будущему человечества, Земле и окружающему ее космосу.* – Нью-Йорк, 2003. – 228 с.

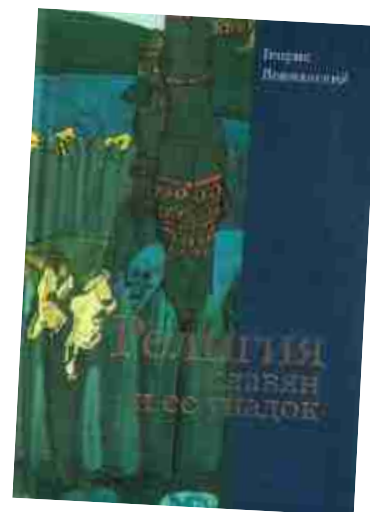
огромные возможности, но только от нас зависит, будет ли будущее бесконечным или Земля снова станет «безвидной и пустой», как на заре времен. ■

СЛАВЯНЕ: ОТ ЯЗЫЧЕСТВА К ХРИСТИАНСТВУ

Труд известного польского историка профессора Генрика Ловмянского добавляет новые страницы к истории изучения славянского язычества. Благодаря исключительной широте охвата проблемы ему удалось не только представить картину эволюции язычества у славянских народов Европы, но и показать процесс его взаимодействия с христианством. Сопоставляя данные из различных регионов, Ловмянский прослеживает процесс постепенной смены языческих верований христианскими и закономерность появления такого феномена, как

народное православие, в котором универсальные христианские элементы неразрывно соединились с типично славянскими. Автор органично вpleтает в повествование свидетельства исторических источников, описания археологических находок, собранные в разных странах этнографические материалы, результаты современных лингвистических исследований. ■

Ловмянский Г. *Религия славян и ее упадок (VI–XII вв.).* / Пер. с польск. – СПб.: Академический проект, 2003. – 512 с.



ПАНОРАМА СОВРЕМЕННОЙ РУССКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ



Проза новой России. В 4-х томах. – М.: Вагриус, 2003.

Впервые перед читателем не просто антология, а целая серия книг, отражающая все разнообразие современной прозы. Четырехтомник «Проза новой России», выпущенный издательством

«Вагриус» по заказу Министерства культуры, представляет не только тех авторов, которые уже зарекомендовали себя в литературе «переходного периода», но и молодых писателей, чье творчество отражает новые тенденции, определяющие культурный контекст XXI века.

Составитель антологии критик и литературовед Е. Шубина считает, что на страницах книги должны встретиться писатели разных поколений: и те, кто завоевал признание еще в 60–80-е гг., и те, чья писательская судьба складывалась в годы перестройки, и те, кто лишь начинает свой путь в литературе.

Как заметил в предисловии к первому тому М. Швыдкой, количество людей, считающих себя литераторами, в 90-е гг. XX в. в России увеличилось на порядок. Тем сложнее оказалась задача составителя. Грамотная система отбора позволила назвать имена, дающие целостное представление о литературном процессе «переходного периода» и его направлениях. Среди 59 имен, представленных в антологии, читатель

встретит представителей и «жесткого реализма», и «женской прозы», и постмодернистов и т.д. Сосуществование в рамках одного издания В. Аксенова, тяготеющего к игровому началу, Б. Васильева, увлекшегося в последние годы историческим жанром, откровенно эпатажного Н. Кононова, философа и моралиста А. Солженицына и склонных к метафорическим упражнениям А. Королева и П. Крусанова может показаться нарочитым и надуманным. Однако каждое из их произведений отражает свое время, сложное, неординарное, наполненное новыми проблемами и темами. Рожденные в предыдущие десятилетия литературные герои не просто продолжают свое существование на страницах новых книг, но и постепенно возвращаются к традициям милосердия, сострадания, веры в Бога.

Составителю антологии удалось не только выявить ярких и своеобразных авторов, но и наметить перспективу для изучения современного литературного процесса. ■

СИНЕРГЕТИКА ДЛЯ ВСЕХ

Синергетика, или теория самоорганизации, стала сегодня одной из наиболее популярных и активно развивающихся научных парадигм. Термин «синергетика» переводится с греческого как «совместное действие». Прежде всего это означает сотрудничество специалистов из разных областей при решении конкретных новых проблем, что выводит результаты работы на принципиально новый уровень. Книга Д.С. Чернавского на обширном материале показывает возможности синергетического (междисциплинарного) подхода. Она написана прекрасным литературным языком и читается как увлекательное произведение, хотя охватывает такие сложные сферы че-

ловеческих знаний, как устойчивость динамических систем, информационные процессы в биологии и медицине, экономике и других областях деятельности. В начале работы автор дает очень четкие определения терминов, которые использует далее, что позволяет избежать неоднозначного толкования при прочтении.

Появление подобной книги тем более ценно и своевременно, что слово «синергетика» стало в последнее время модным и, к сожалению, нередко используется просто как некий рекламный слоган.

В силу своей многогранности книга может быть интересна и школьникам, и студентам, и зрелым ученым. ■



Чернавский Д.С. Синергетика и информация. Динамическая теория информации. / Сер.: Синергетика. От прошлого к будущему. – М.: УРСС, 2004. – 287с.

АЛХИМИЯ **памяти**

По материалам беседы с доктором педагогических наук,
директором школы эйдетики И.Ю. Матюгиным

«Память – это единственный рай, из которого нет изгнания».



Одно из самых удивительных свойств человеческого разума – память. Эта уникальная способность связана с мышлением, сознанием, восприятием окружающего мира. Как ее сохранить? Можно ли развивать память? Какое место она занимает в жизни человека и педагогическом процессе? Каковы механизмы запоминания? Об этом и многом другом узнали зрители программы «Очевидное-невероятное» из беседы профессора Сергея Петровича Капицы с доктором педагогических наук, профессором Игорем Юрьевичем Матюгиным, воз-

главляющим школу эйдетики, которая занимается вопросами современной педагогики. А также о том, что осталось за кадром.

Считается, что механизмы памяти изучены достаточно хорошо. Но когда речь заходит о ее развитии, неизменно возникает вопрос: какой вид памяти развивать – логическую, образную или эйдетическую? На этот счет у ученых нет единого мнения, поскольку каждый тип памяти обладает своими специфическими особенностями, соотносящимися с теми задачами, которые стоят перед человеком на данном этапе.

Виды памяти

Существуют разные способы классификации памяти. Выделяют наследственную (филогенетическую, определяющую строение каждого организма в соответствии с эволюцией вида) и индивидуальную. Последняя свойственна каждому отдельному индивидууму и формируется на протяжении всей жизни. Собственно, о ней и пойдет речь.

В зависимости от уровня управления мнемическими процессами выделяют память произвольную и произвольную. Первая активизируется, когда человек осознанно стремится запомнить и воспроизвести тот или иной материал. Произвольная же память включается автоматически и фиксирует то, что в данный момент не является объектом внимания и целью деятельности.

С памятью иногда происходят довольно странные вещи. В медицинской практике известны случаи, когда люди, побывавшие на краю гибели, рассказывали, что перед их мысленным взором пронеслась вся жизнь. Классический пример, который приводится практически во всех учебниках: немолодой испанец лежал с очень высокой температурой и неожиданно заговорил на очень редком диалекте, которого знать не мог. Позже выяснилось, что младенчество он провел

в той области страны, где говорили именно на этом языке. Не меньшую загадку представляют собой большие эпилепсии: когда им вживляли электроды, они неожиданно очень ярко вспоминали свое детство.

Раньше считалось, что человек помнит только самое важное – логически обработанную информацию, но оказалось, что в памяти может всплыть и произвольно запечатлевшаяся информация, образы и события, которые не воспринимались как нечто важное и не являлись целью деятельности. При определенных усилиях или стечениях обстоятельств можно вспомнить самые неожиданные вещи: утраченные с течением лет детские впечатления, запахи, голоса, чувство вины, обиды и т.д. Очень известный литературный пример: вкус пирожного «Мадлен» вызывает у героя М. Пруста целый каскад воспоминаний детства.

По продолжительности закрепления и сохранения информации процессы памяти подразделяются на три категории: сенсорную (обеспечивающую сохранение большого объема информации, поступающей от органов чувств в течение 1–4 секунд), кратковременную (обслуживающую оперативные процессы запечатления, удержания и преобразования данных, поступающих от органов чувств и длящуюся несколько минут) и долговременную (длительное сохранение информации).

Кратковременная память работает без какой бы то ни было сознательной установки на запоминание. Человек одновременно, не считая, может охватить взором до семи предметов. Психологи, в том числе и Дж. Миллер, доказали, что объем кратковременной памяти человека составляет 7 ± 2 элемента и определяется по числу единиц информации, которое мы в состоянии точно воспроизвести спустя несколько десятков секунд после однократного ее предъявления.

Долговременная память (ДП) обеспечивает продолжительное сохранение знаний, умений и навыков и содержит огромный объем информации, которая может понадобиться

человеку на протяжении его жизни. Экспериментальные данные показывают, что в ДП одновременно задействованы несколько форм организации знаний. Ее нередко сравнивают с книгохранилищем огромной библиотеки, где доступ к фолиантам открывает правильно выбранный код каталога. Считается, что объем долговременной памяти практически не ограничен.

С точки зрения модальности (в зависимости от того, какие органы чувств воспринимают сигналы, поступающие из внешней и внутренней среды организма) выделяют различные виды памяти: зрительную, слуховую, тактильную (ощущения от прикосновения), двигательную (или моторную), обонятельную, вкусовую и др.

Двигательная память проявляется в запоминании и воспроизведении движений и их последовательности. Она лежит в основе многих профессиональных навыков, которые постепенно становятся автоматическими, т.е. осуществляются без привлечения внимания и сознания. Люди с развитой двигательной памятью лучше усваивают материал не на слух или при чтении, а при переписывании текста. Это один из способов выработки грамотности.

Однако эти типы памяти в чистом виде встречаются редко. Обычно наблюдаются смешанные варианты – зрительно-двигательный, двигательно-слуховой и зрительно-слуховой. Большинству людей свойственен зрительный тип восприятия предметов и словесно-двигательный при запоминании текстового материала.

Существует также эмоциональная память, сохраняющая ощущения, чувства, эмоциональную окраску событий и определяющая способность пережить их вновь. Она формируется очень быстро, порой с первого раза, и не требует многократного повторения.

Образная память, наоборот, не оформлена в слова и состоит из представлений, образов (зрительных, слуховых, осязательных, обонятельных, вкусовых). Она, как правило, хорошо развита у детей и людей творческих профессий. Ее разновидностью счита-

ется эйдетическая память, правильное использование которой лежит в основе хорошего запоминания.

Эйдетическая память

Человеческая память включает процессы запоминания, сохранения, узнавания или воспроизведения информации, она связывает прошлое и настоящее человека, формирует его личность, причем существенное влияние имеют факторы и мотивации личного характера.

В 30-е гг. эйдетическую память в России исследовали Л.С. Выгодский, А.Р. Лурия. Они ввели термин «эйдетизм» (от греч. *eidos* – образ) – разновидность образной памяти, способность воспроизводить яркие картины предметов и явлений по прекращении их непосредственного воздействия на органы чувств. По мнению ученых, такая система восприятия событий, людей, объектов и любых данных (слов, цифр и т.д.) неизмеримо расширяет возможности человека.

Эйдетик не вспоминает, а как бы продолжает видеть то, что уже исчезло из поля зрения. Картины, возникающие перед его мысленным взором, столь отчетливы, что он может переводить взгляд с одной детали на другую. Он может продолжать видеть предъявленные ему ряды слов, знаков, цифр или превращать диктуемые ему данные в зрительные образы. То же касается и музыки, которую человек как бы продолжает слышать.

Нередко цифры или звуки порождают ассоциации со светом, цветом, вкусом или прикосновением (синестезия). Такой особенностью обладал композитор А. Скрябин, у которого наблюдалось комплексное восприятие дополнительной информации, обеспечивающее точность запоминания. *(О синестезии можно прочитать в статье В. Рамачандрана и Э. Хаббарда «Звучащие краски и вкусные прикосновения», «В мире науки», №8, 2003 г.)*

Многие техники, направленные на развитие памяти, опираются на приемы запоминания, свойственные людям с эйдетической памятью. ▶

Феноменальная память

Известный математик и кибернетик Д. Нейман подсчитал, что человеческий мозг может вместить примерно 10^{20} единиц информации. То есть каждый из нас в состоянии запомнить все сведения, содержащиеся в миллионах томов книг. История знает немало людей, обладающих феноменальной памятью. Великий русский полководец А. В. Суворов, как утверждают современники, помнил всех своих солдат в лицо. Академик А. Ф. Иоффе по памяти пользовался таблицей логарифмов. В истории музыки известен уникальный случай. Однажды четырнадцатилетний Моцарт на службе в соборе святого Петра в Риме слушал большое произведение для двух хоров «Мизерере», партитура которого хранилась в секрете. Он запомнил его, а дома записал музыку, не сделав ни единой ошибки. Подобная память была у С. В. Рахманинова, Д. Д. Шостаковича.

Нередко феноменальная память возникает как компенсаторная функция. У людей, лишившихся какой-либо способности – говорить, слышать или видеть, преобладает тот вид памяти, который помогает частично восполнить утрату.

У хороших специалистов обычно развита профессиональная память. Многие врачи, особенно терапевты, помнят пациентов в лицо, а стоматологи узнают их только после того, как больной откроет рот. Уникальной обонятельной и вкусовой памятью обладают дегустаторы, слуховой – музыканты, певцы и композиторы (например, Иосиф Кобзон в Сургуте за 15 минут до выхода на сцену выучил гимн нефтяников и блестяще его исполнил), двигательной – спортсмены, зрительной – художники, режиссеры и шахматисты, которые могут играть «вслепую» со множеством партнеров.

Интеллект и память

Возможно, память, как основа интеллекта, наравне с мышлением и воображением играет немаловажную роль в процессе познания внешнего мира. Однако уровень интеллекта не зависит



от памяти. Проводившиеся эксперименты показывают, что и ограниченные, и умные люди могут обладать как хорошей, так и плохой памятью.

В фильме Барри Левинсона «Человек дождя» герой Дастина Хоффмана Рейменд, страдающий аутизмом, читал телефонный справочник и запоминал все цифры. Точно так же он удерживал в памяти комбинации карт, когда играл в казино. Джордж Ноэл Гордон Байрон знал все свои произведения наизусть, а Чарли Чаплин не мог запомнить даже фамилии своего секретаря, с которым проработал семь лет. Американские ученые добились того, что обезьяна выучила и использовала около 300 слов, в то время как Эллочка-людоедка из «12 стульев» знала 30, а применяла на практике всего 17.

Ученые установили, что многие животные обладают удивительной памятью. Некоторые исследователи утверждают, что слоны, например, помнят не только людей, с которыми они встречались, но и все обиды, которые им нанесли. Общеизвестно, что звери часто очень восприимчивы и преданны. Но это уже скорее вопрос из области зоопсихологии, хотя он тоже связан со способностью запоминать события, запахи и т. д.

Многие люди тоже весьма успешно пользуются обонятельной памятью. Известно, что актриса МХАТа Ольга Книппер-Чехова перед тем, как выйти на сцену в роли Раневской в спектакле

«Вишневый сад», всегда душилась одними и теми же духами, которые вызывали у нее определенные ассоциации. Таким образом, она использовала запахи как обонятельные подсказки. Чтобы легче запомнить текст и мизансцены, каждый актер находит свои индивидуальные приемы, основанные на восприятии света, музыки, запахов, но чаще всего на зрительных образах. Альберт Филозов неоднократно рассказывал, что учить роли ему помогают воспоминания о пространственном расположении текста на странице. Клара Лучко настолько вживалась в роль, что ярко представляла все, что происходит на сцене, расположение декораций, что позволяло ей запоминать текст и воспроизводить те чувства, которые должна испытывать ее героиня.

Белый лист

Школьникам и студентам на экзамене часто кажется, что они ничего не помнят, но стоит им бросить беглый взгляд в собственноручно написанный конспект или шпаргалку, как в памяти восстанавливается весь материал. Личные записи, кстати, весьма любопытное явление – в них используется определенная система условных знаков, сокращений, подчеркиваний, пиктограмм, рисунков, схем, цветных обозначений, характерная только для данного индивида, которая помогает ему вспомнить материал и рождает соответствующий образ.

Состояние «ступора», когда человеку во время экзаменов или в стрессовой ситуации кажется, что он не в состоянии ничего вспомнить, сродни тому, что актеры и режиссеры называют белым листом. Артист, выйдя на сцену, на какую-то долю секунды не может вспомнить, в каком спектакле он играет и какой должен произносить текст. Затем свет, музыка, реплика партнера, расположение декораций или что-то иное рождает ассоциацию, и все встает на свои места. Иногда довольно какого-то звука, лица, предмета, чтобы вспомнить.

В основе сознания и психики лежат очень сложные процессы. Наш мозг

Многие животные, например кошки, очень хорошо все запоминают, но не могут об этом рассказать. Люди же такой способностью обладают.

сопротивляется избытку информации и включает защитные механизмы вытеснения лишнего. Ученые считают, что ненужные сведения удаляются под влиянием различных жизненных ситуаций, эмоций и т.д.

Страх не вспомнить, стресс, волнение, тревога, рассеянность, невозможность сконцентрировать внимание, сознательное или подсознательное нежелание помнить неприятные моменты, трагические события и т.д. – все это способствует забвению.

Этот феномен исследовал еще Фрейд, который считал, что нет произвольных обмолвок или случайно забытых событий. Если, допустим, человек не помнит доклад, который должен вскоре читать, то это не случайно: либо он не хочет выступать перед данной аудиторией, либо ему тема не по душе, но признаться в этом он не может или не хочет.

Функции памяти подлежат восстановлению. Допустим, человек получил травму и ничего не помнит, но если нет серьезных повреждений важных областей мозга, амнезия может быть преодолена.

Повторение – мать или мачеха

Память играет очень важную роль не только в жизни человека, но и в педагогике. Считается, что повторение – мать учения, но на самом деле мачеха. В школе основным способом заучивания материала служит зубрежка, что не всегда способствует развитию памяти. Чрезмерная нагрузка не тренирует память, а ослабляет. Перенапряжение памяти особенно опасно для детей. Многие психологи и педагоги не одобряют механического заучивания длинных стихотворений, дат, имен, математических формул. Однако то, что память нуждается в тренировке, – бесспорно.

И без повторения в процессе обучения все же не обойтись. Ученые выявили, что информация лучше всего воспринимается, если к ней возвращаться через определенные промежутки времени. Первый составляет 15–20 минут, что связано с особенностями кратковременной памяти. Если материал будет повторен не сразу, а через какое-то время, он будет восприниматься как новый. Через два часа у человека включается другая, долговременная память, которая как бы проверяет, как хранятся полученные сведения и как их извлечь. Вернуться к выученному лучше всего через восемь часов и через сутки.

Противники зубрежки в школе утверждают, что важно понимать и представлять то, о чем идет речь, а не бессмысленно заучивать набор данных.

Педагогическая память показывает, что многие школьники просто не в состоянии одинаково успешно усваивать программу по всем предметам. Особые трудности возникают при заучивании множества формул и дат. Люди, не владеющие специальными приемами обучения, могут быстро запомнить от пяти до девяти цифр, слов, понятий, формул и иных блоков информации, что соответствует объему кратковременной памяти. Но этого обычно бывает недостаточно, и приходится тратить дополнительные усилия и время.

Прежде чем дать ученику самостоятельно выполнить задание по физике или математике, учитель обычно рассказывает, каким образом решаются подобные задачи. Но никому не приходится в голову объяснить, как надо учить стихотворение. Предполагается, что ребенок умеет это с детства. Казалось бы, если человек регулярно учит наизусть стихи, с каждым днем память должна улучшаться, но, как показали эксперименты, этого не происходит. Каждый

раз на запоминание одного и того же объема требуется примерно одинаковое количество времени. Но если ребенок сам придумывает какие-то ассоциативные приемы, то материал усваивается быстрее и память действительно улучшается. Поэтому если на уроке учитель говорит: «представь и запомни», то это уже помощь, подсказка.

Педагогам следует апеллировать к фантазии детей, использовать наглядные пособия, предлагать учащимся закрыть глаза и мысленно увидеть то, о чем идет речь, чтобы развивалось не только логическое, но и образное мышление.

Школьники легко усваивают информацию, если она новая, эмоционально насыщенная и полезная. Если же она не отвечает этим требованиям, приходится использовать специальные приемы запоминания.

Мнемотехника

Человеческая память необъятна. Но как использовать природные резервы, как мобилизовать внутренние ресурсы?

Многие ученые рекомендуют использовать мнемотехнику и эйдотехнику, которые были хорошо известны еще древним грекам, но сейчас практически не используются, хотя могли бы значительно облегчить учебный процесс.

Существуют определенные методы рационального запоминания и воссоздания материала. Одни люди лучше воспринимают увиденное или прочитанное (зрительный тип), другие – услышанное (слуховой тип), третьи – записанное или произнесенное вслух (двигательный тип). Совершенствуя память, лучше тренировать не те виды памяти, которые и так развиты, а любые другие.

Каждый человек в течение жизни вырабатывает собственную систему ▶

запоминания. Многие методы и приемы мнемотехники (от греч. *mnete* – память и *techne* – искусство, мастерство – система специальных приемов, облегчающих запоминание) прочно вошли в нашу жизнь. Так, условные обозначения на мониторе компьютера подскажут даже ребенку, не умеющему читать, как запустить игру. Водители автотранспорта не способны на большой скорости воспринимать текстовые сообщения, а дорожные знаки предупреждают их об опасности, напоминают о необходимости соблюдения определенной скорости и т.д., то есть в доступной в данной ситуации форме предоставляют необходимую информацию.

Обычный алфавит, по которому ребенок заучивает соответствие звуков определенным символам, – такой же мнемотехнический прием, как и азбука Морзе, кодирующая буквы в комбинации точек и тире.

Часто, чтобы запомнить новые сведения, мы связываем их с хорошо знакомой информацией или ищем закономерности. У всех людей примерно одинаковый ассоциативный ряд. Возможно, это связано с тем, что и дома, и в детском саду, и в школе нас прямо или косвенно учат одному и тому же.

К мнемотехнике относятся известные школьные поговорки, помогающие запомнить определенные правила: «Уж замуж невтерпёж», «Пифагоровы штаны во все стороны равны», «Биссектриса – это такая крыса, которая бегаёт по углам и делит угол пополам» и т.д. Бытовые методы запоминания, например, завязывание узелков, также облегчают обучение.

В процессе познания окружающего мира и получения знаний очень важную роль играет аналитическое мышление. Могут использоваться достаточно формальные, но эффективные приемы, позволяющие связать новые данные с уже имеющимися за счет установления строго логических связей.

Для людей, не способных к эффективному зрительному восприятию, существует так называемая педагоги-



ческая мнемотехника, которая основана на естественном запоминании при интенсивном «переживании» изучаемого материала. Наиболее распространенные методы – многократное чтение текста, повторение вслух (откровенная зубрежка), составление конспектов, перерисовка иллюстраций. Педагогам рекомендуется организовывать учебный процесс в виде игры, использовать вспомогательный (дидактический) материал и т.д. Такие приемы хорошо знакомы всем нам со школы.

Поиграем в ассоциации

Многие методы развития памяти строятся на ассоциациях, т.е. на соотношении известных данных с тем, что следует запомнить. Наиболее распространенный способ – организация ассоциативного поля вокруг запоминаемых понятий, т.е. их привязка к неким пространственным системам, например, к комнате.

Ярким примером классической мнемотехники является метод римского оратора Цицерона – выделение объектов в хорошо знакомом помещении или на улице и использование их в качестве «вешалок» для запоминаемых сведений. До сих пор актуален метод великого римлянина, основанный на преобразовании информации в зрительные образы, которые делятся на две большие группы:

вспомогательные – для фиксации последовательности – и кодирующие запоминаемую информацию. В Средние века, когда книги были очень дороги и студентам приходилось поглощать огромный объем информации, они придумывали воображаемые «города» химии, математики, биологии, философии и др. и мысленно ходили по ним. Таким методом пользовался и репортер С.В. Шершевский, которого психолог А.Р. Лурия наблюдал на протяжении 30 лет.

Психологами установлено, что ассоциативный ряд, а значит, и восстановление в памяти образов прошлого, зависит от того, что волнует человека в данный момент. На этом строится ассоциативный эксперимент, позволяющий исследовать личность человека. В рассказе Карела Чапека «Эксперимент профессора Роусса» такой прием помог разоблачить убийцу: профессор произносил слова, а подозреваемый должен был назвать первую пришедшую в голову ассоциацию. В результате по ряду соответствий удалось установить, когда, где и как было совершено убийство и где зарыт труп. Писатель Даниил Хармс говорил, что его телефон легко запомнить: 32–08 – 32 зуба и 8 пальцев.

Когда вино пьют негры

Тем, у кого лучше развита слуховая память, целесообразно пользоваться методом звуковых ассоциаций. Классический пример – слово «винегрет», которое пишут по сто раз и все равно продолжают делать ошибки. Слуховая ассоциация «вино пьют негры» позволяет запомнить коварную букву «и» с первого раза. Хлорноватистую кислоту (препарат, использующийся для дезинфекции) можно «разложить» на два слова – хлорка и вата и т.д.

Преподаватели иностранных языков обычно опираются не только на природную способность учеников к языкам, но и на механизмы звуковых ассоциаций, когда к незнакомому слову подбирается русское созвучие.

Если учитель говорит: «представь и запомни», то это уже помощь, подсказка.

Одно время был широко распространен метод однокоренных слов, который сейчас практически не используется. Раньше, когда учащиеся в обязательном порядке изучали в гимназии латынь, то, зная латинский корень, они могли понять значение похожего слова в трех-четыре языка. Классический пример – слово морковь. По латыни – *carota*, по-английски – *carrot*, по-французски – *carotte*, у нас – *каротин*. Кроме того, известно, что человеку, знающему один язык, каждый следующий дается легче и быстрее.

Точка, точка, запятая...

Людам с хорошо развитой зрительной памятью, так называемым визуалам, можно посоветовать рисовать картинки, так как 80% информации они получают благодаря зрению. Чтобы запомнить, например, даты, формулы и цифры, можно нарисовать дерево, схему или физиономию. Допустим, надо запомнить телефон 625-19-28. Пусть 6 изображает глаз с длинными загнутыми ресницами, 2 – бровь и нос, 5 – рот, перевернутая 1 – острый подбородок и т.д. – вот и «вышла рожица кривая».

Допустим, надо запомнить слово «собака». В первом слоге слышится «а», но пишется «о». Можно нарисовать спящего, свернувшегося калачиком пса, который похож на букву «о». Естественно, ученик с первого раза запомнит, как пишется данное слово, особенно если четко представить очаровательного зверя.

Почувствуй себя египтянином

В наши дни популярным методом тренировки памяти стало кодирование текста определенными значками – пиктограммы. Эти прародители письменности были обнаружены на монументах Древнего Египта, в том числе на пирамидах. Их и сейчас можно эф-

фективно использовать для запоминания, особенно школьникам и студентам, которым приходится пропускать через себя огромные потоки информации и много писать. Кодирование помогает усваивать больше данных. Учащиеся могут применять условные обозначения, поскольку схемы и сокращения зрительно воспринимаются и запоминаются лучше, чем слова.

Рецепт от Марка Твена

Забавный метод сохранения информации изобрел Марк Твен. Сначала он читал свои лекции по бумажкам, но вскоре понял, что первый закон риторики – контакт с аудиторией. Тогда он стал выделять в тексте главные блоки и мысли, а первую букву ключевого слова рисовать... на ногтях. Например, если речь идет о природной памяти, то следует нарисовать букву П, а развивая мысль о том, как интеллект связан с памятью – И, если говорить о школе – изобразим Ш, о эйдетической памяти – Э и т.д. Такой подход позволяет организовать мышление, а пальцы превратить в шпаргалку. Единственный минус, на который жаловался Марк Твен, состоял в том, что слушатели начинали шуметь и наблюдать за его манипуляциями с руками.

Под музыку

Текст легко запоминается под музыку. Этот прием широко используется в рекламе, в богослужении.

Нередко школьники и студенты любят заниматься под музыку. Не стоит им это запрещать, так как мелодия (равно как и посторонние дела, например, рисование на полях, покачивание ногой под столом и т.д.) не отвлекает, а помогает усваивать материал. В романе братьев Вайнеров «Визит к минотавр» один из героев запомнил телефон, наигрывая его на пианино, а в фильме «Я вас любил...» ученик зубрил отрывок из «Евгения Онегина», на-

певая его на мотив известной песенки: «Мой дядя самых-самых честных-честных правил...».

В объятиях Морфея

Способность запоминать во сне является одним из резервных механизмов памяти. Спящий человек слышит то, что происходит вокруг, но не осознает этого, поэтому он может не только воспринимать, но и запоминать информацию, а после пробуждения воспроизводить ее без искажений.

Обучение во сне (гипнопедия) практиковалось еще в Древней Индии. В современном мире первая известная попытка была предпринята в 20-х гг. XX в. американцами: офицеры морской школы учили во сне телеграфный код. Затем английские исследователи провели эксперимент, в ходе которого пытались обучить таким образом матросов азбуке Морзе. Одна группа занималась только днем, а другая – и днем и ночью. Оказалось, что вторая группа усвоила материал гораздо быстрее.

В популярном фильме Алексея Коренева «Большая перемена» герой Евгения Леонова во сне учил историю, а когда отвечал на уроке, не только рассказал о социально-экономическом устройстве Германии, но и дал сводку погоды на следующий день, которую слышал по радио.

Гипнопедию применяет и Г. Китайгородская, используя разработанный болгарским ученым Г. Лазановым метод погружения в языковую среду.

Волшебный 25-й кадр

Однако не следует путать метод погружения с принципом 25-го кадра, когда информация попадает в подсознание, минуя сознание, что повышает способность запоминать в сотни раз. Кинопленка движется со скоростью 24 кадра в секунду, и каждый кадр мы видим осознанно. Но если вмонтировать дополнительный кадр, содержа-

Для концентрации внимания и развития памяти необходимо «освободить место» в голове.

щий определенную информацию, то глаз его не воспримет, а подсознание зафиксирует. Феномен воздействия 25-го кадра мало изучен. Неизвестно, сколько информации можно вложить в подкорку – один образ или целую картину, одно слово или несколько тысяч – и как это в дальнейшем отразится на сознании и памяти человека.

Практичные американцы пытались использовать этот прием в рекламе. В одном из кинотеатров Нью-Йорка шел художественный фильм, где в киноленту между кадрами были вмонтированы титры «Пейте кока-колу» и «Ешьте поп-корн». Они мелькали каждые пять секунд незаметно для зрителей. Но после сеанса они раскупали воздушную кукурузу и колу в два раза активнее, чем те, кто смотрел фильм без «подвоха». Сегодня использование в рекламе этого приема запрещено, однако в процессе обучения допускается.

С конца 50-х годов ЦРУ и КГБ обучали своих агентов иностранным языкам именно по методике 25-го кадра, что позволяло за несколько часов выучить то, на что в обычном режиме уходят годы. На этом базируется и система изучения иностранных языков по методу *Intell*.

Мыслить, чтобы не стареть

Как тренировать память? Как сохранить ее в преклонном возрасте?

В Америке несколько лет назад после массовой борьбы с курением началось повальное увлечение развитием памяти: люди скупали все, что так или иначе касалось этого вопроса, будь то музыкальные кассеты, диски, книги, фильмы, игры... В Германии была разработана специальная программа «Творческое долголетие», основанная на том, что тренировка памяти замедляет старение организма и способствует сохранению функций головного мозга.

Сейчас в развитых странах остро стоит проблема старения. Благодаря современной медицине люди стали жить дольше, но теперь перед обществом встала новая задача – улучшение качества жизни пожилых людей.

Старики часто жалуются на забывчивость, однако с физиологической точки зрения с возрастом память ухудшается только на 10%. Как правило, она начинает подводить пенсионеров, которым не хватает рабочей атмосферы, ощущения своей незаменимости, смены впечатлений, привычного круга общения. Когда больше нет необходимости удерживать в голове огромное количество домашних и рабочих дел, человек фактически теряет мотивацию для запоминания. Активность мозга снижается, ухудшается память, ослабляется внимание, концентрация и другие функции мозга, утрачивается способность организовывать мыслительный процесс, быстро переключать внимание и т.д. Считается, что у детей память лучше, чем у взрослых, именно потому, что они могут быстрее сконцентрировать или переключить внимание, кроме того, у них хорошо развит естественный эйдетический феномен, образная память.

На Западе и в США люди, выйдя на пенсию, начинают активно путешествовать. Таким образом они вносят разнообразие в свою жизнь, получают новые впечатления, они подвижны и активны, открывают для себя новые горизонты, познают мир, чувствуют себя полноценными людьми – словом, их жизнь продолжается. В России, к сожалению, пенсионеры остро ощущают, что жизнь их закончена, они выброшены из привычного мира и изолированы от общества.

Новые положительные впечатления очень важны для поддержания памяти «в рабочем состоянии». Как говорят психологи, к пенсии надо готовиться заранее, придумать себе какое-то за-

нятие, которое избавит от ощущения пустоты.

Раньше были широко распространены семейные игры (лото, шарады), основанные на запоминании слов, быстрой реакции и богатой фантазии. В них участвовали и взрослые, и дети, что способствовало не только тренировке памяти, но и общению. Многие дедушки и бабушки сегодня как бы учатся вместе с внуками, водят их в школу и помогают делать домашние задания. Хотя психологи считают, что чрезмерная опека вредит детям, близкий контакт с родными полезен и пожилым, и детям – семья как бы замыкается через поколение, сохраняя традиции.

К памяти надо относиться как к золоту – его надо уметь сохранить и преумножить.

Тренировка памяти

Предотвратить наступление умственного упадка и стать надежным способом восстановления функций мозга после повреждения может «зарядка для мозга» (см. журнал «В мире науки», №12, 2003 г., статья М. Холлоуэй «Зарядка для ума»). Например, А.Р. Лурия, известный русский психолог, рекомендовал перед сном вспоминать прожитый день, располагая события в обратном порядке, подобно тому, как режиссер прокручивает киноленту при монтаже фильма. Такая техника сложна, но эффективна для развития и восстановления памяти и способствует тренировке зрительного восприятия.

Известный актер, режиссер и театральный педагог Михаил Чехов предлагал своим ученикам следующее упражнение: артист читает текст и старается его запомнить, а остальные отвлекают его вопросами, на которые надо отвечать и снова возвращаться к тексту, не теряя нити повествования.

Тени минувшего

Один из методов тренировки памяти можно условно назвать «знаки прошлого». Таким приемом пользовался Пикассо. У него была особая комната, где хранились «останки» вещей: разбитые фужеры, старые платки, сломанные расчески. Он брал в руки предмет, силился вспомнить то, что было связано с ним, – и в памяти всплывали лица, события, мысли, разговоры. Он как бы погружался в приятную атмосферу воспоминаний. Говорят, так можно снять стресс. Кроме того, как сказал немецкий писатель Жан Поль, «память – это единственный рай, из которого нет изгнания».

Авраам Линкольн, прежде чем стать президентом, был адвокатом. И чтобы лучше запомнить речи, которые на-

меревался произносить в суде, пользовался приемом, который можно определить как двойное запоминание: он читал текст вслух, т.е. видел и слышал одновременно.

Бабушкин комод

Эффективным способом тренировки памяти оказывается метод, называемый «бабушкин комод». Однажды внучка попросила бабушку помочь ей решить задачку, а старушка вместо этого неожиданно предложила разобрать комод: ненужные вещи выбросить, нужные положить поближе, а те, которыми пользуются редко, – подальше. Пока девочка сортировала содержимое ящиков, к ней неожиданно пришло решение задачки. Смысл метафоры таков: для концентрации

внимания и развития памяти необходимо «освободить место» в голове. Взрослый человек обычно держит в уме одновременно пять-шесть неотложных дел: что купить, кому позвонить, обиды, какие-то размышления, недоделанная работа и т.д. Это мешает сконцентрироваться на запоминании. Если все вопросы рассортировать, то все встанет на места. Так, 50% из них можно отбросить, так как их решение от нас не зависит. Не стоит откладывать в долгий ящик те проблемы, с которыми мы можем быстро разобраться, но из страха, нежелания, стыда и т.д. затягиваем решение. А то, что остается и требует неоправданных затрат сил и времени, можно отложить до лучших времен. ■



НА КАНАЛЕ ТВЦ ПО ПОНЕДЕЛЬНИКАМ В 00:30

программа С.П. Капицы

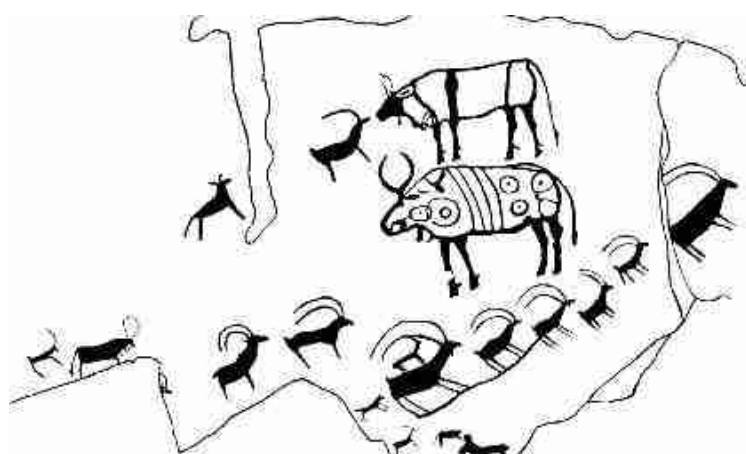
**ОЧЕВИДНОЕ –
НЕВЕРОЯТНОЕ**

...О сколько нам открытий чудных
Готовит просвещенья дух,
И опыт, сын ошибок трудных,
И гений, парадоксов друг,
И случай, бог изобретатель...

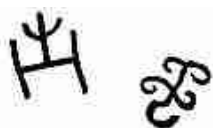
А Пушкин

ИСЧЕЗАЮЩИЕ ПИСЬМЕНА

Дмитрий Мисюров



Бижиктиг-Хая, по М.А. Дэвлет



Малый Баянкол, по М.А. Дэвлет



Малый Баянкол, верхний Енисей, по А.В. Адрианову

С 10 по 15 августа 2004 г. Сибирская ассоциация исследователей первобытного искусства (САИПИ) совместно с Институтом археологии РАН при поддержке Министерства культуры и массовых коммуникаций РФ, проведет полевой семинар, посвященный 150-летию выдающегося исследователя наскального искусства А.В. Адрианова (1854–1920). Мероприятие пройдет в Сибири, в тех местах, где на рубеже XIX–XX вв. ученый организовал поиск бесценных памятников древности, разработал новые методы их исследований. Участники посетят места наиболее значимых находок на Среднем Енисее: Боярские писаницы*, Оглахты, Тепсей, Бычиху, Шалаболино, Потрошиловскую писаницу и др. Тема семинара «Документирование и мониторинг памятников наскального искусства: история, проблемы, перспективы» продиктована угрожающим состоянием сохранности этих бесценных памятников культуры.

«Большинство сибирских изображений относятся к петроглифам, термин «наскальная живопись» здесь ошибочен», – уточняет председатель оргкомитета семинара, ученый секретарь Института археологии РАН Екатерина Дэвлет. Петроглифы представляют собой уникальные произведения искусства и интересный объект научных исследований, поэтому их осмотр и оценка степени сохранности, обмен опытом по документированию наскального искусства специалистами из разных регионов,

ДЭВЛЕТ Е. ДЭВЛЕТ М. ДУХОВНАЯ КУЛЬТУРА ДРЕВНИХ НАРОДОВ СЕВЕРНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ. МИР ПЕТРОГЛИФОВ. НЬЮ-ЙОРК: МЕНЛЕН-ПРЕСС. 2000. – 504 с.

* Писаница – традиционное слово для сибирских памятников, обозначающее и росписи выполненные краской и петроглифы – выбитые гравированные изображения.

знакомство с методиками мониторинга, обсуждение возникающих при этом проблем и определение перспектив дальнейших исследований имеют первостепенное значение.

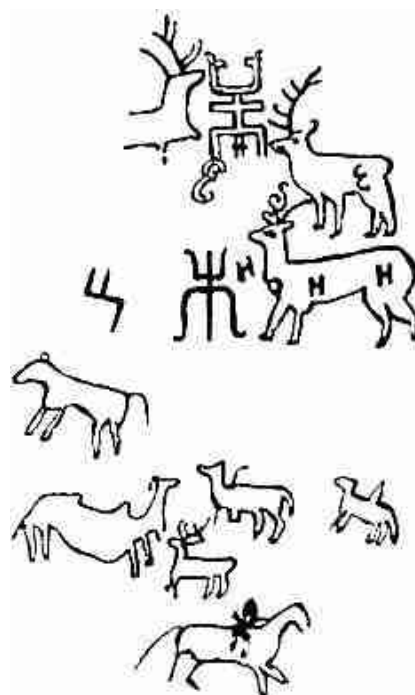
В те времена, когда работал А.В. Адрианов, местные жители считали писаницы священными и берегли их. Но уже тогда они разрушались, в том числе под воздействием антропогенных факторов. Сохранение древнего искусства считается сейчас одним из самых важных направлений в археологии. От эффективного решения данной проблемы зависят перспективы развития науки о древнем искусстве. Решать ее должны не только органы охраны памятников, музеи и т.п., но и сами исследователи, изучающие наскальное искусство.

В Сибири подобных памятников сотни, большинство из них относятся к 4 тыс. до н.э., хотя можно найти изображения, относящиеся к эпохе средневековья. Но работа с ними представляет определенные сложности. Среди них можно выделить, во-первых, колоссальные территории таких богатых наскальными рисунками регионов, как Хакасия, Алтай, Тыва. Поэтому любая поездка на объект требует больших средств. Во-вторых, в этих районах ведутся крупные хозяйственные и промышленные работы, угрожающие сохранности древних памятников. Наибольшую опасность представляют последствия сооружения искусственных водохранилищ при строительстве ГЭС. К зонам наибольшего риска относятся берега Красноярского и Саяно-Шушенского водохранилищ на Енисее. Начиная с 1960-х гг. отечественные исследователи на протяжении многих лет изучали памятники, которые при строительстве Красноярской ГЭС подверглись затоплению водами искусственного водохранилища. В настоящее время в его южной части вода ежегодно опускается до естественного уровня, что позволяет обследовать прибрежные скалы и выявить, как затопление повлияло на сохранность наскальных рисунков. Результаты исследования не только дадут представление об интен-

сивности повреждений, но и помогут разработать научную методику последующих охранных мероприятий.

К сожалению, памятники нередко подвергаются порче и разрушению не столько по злому умыслу, сколько по недомыслию. Уродующие скалы с изображениями «автографы» туристов – яркий тому пример.

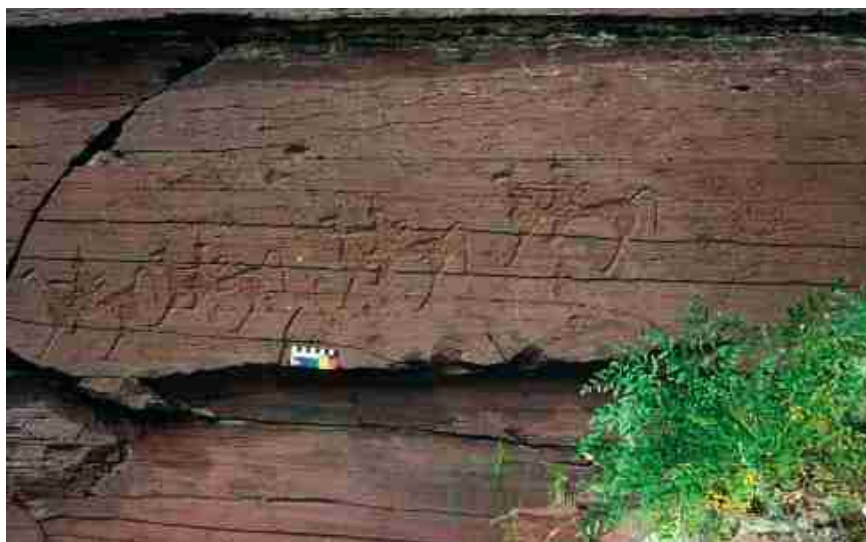
Задачи, стоящие перед наукой и обществом, невозможно решать в рамках одного региона или страны. Многие программы и исследования приобретают международный масштаб. Это касается, например, таких проблем, как кислотные дожди, вред, который выбросы предприятий наносят даже тем скальным выходам, которые удалены от промышленных центров и т.д. Екатерина Дэвлет утверждает, что экологическая ситуация, особенности охранного и земельного законодательства, возможности организаций, ответственных за сохранение памятников истории и культуры, система социальных ценностей и приоритетов далеки от того, чтобы создать благоприятные условия для сохранности наскальных изображений. За последние десятилетия даже те из них, что еще недавно казались малоуязвимыми, были серьезно повреждены. Все это заставляет ученых искать различные возможности сохранения уцелевших памятников наскального искусства как части мирового историко-культурного наследия. ■



Малый Байанкол, по А.В. Адрианову

Редакция благодарит ученого секретаря Института археологии РАН, доктора исторических наук Е.Г. Дэвлет.

Потрошиловская писаница



ГЛАЗНАЯ ЛАЗЕРНАЯ Хирургия

Марк Фишетти

С тех пор, как в 1955 г. Администрация по контролю за продуктами питания и лекарствами (*FDA*) официально одобрила применение эксимер-лазерной хирургии в офтальмологии, популярность этого метода значительно возросла. В 2003 г. более 1,5 млн. человек, страдавших близорукостью, дальнозоркостью и астигматизмом, сделали операцию, избавившую их от необходимости носить очки или контактные линзы. Существует несколько разновидностей лазерной коррекции зрения. Среди них лидирует интрасромальный кератомилез (ЛАСИК) (*laser-assisted in situ keratomileusis*), когда посредством испарения определенных участков ткани происходит коррекция формы роговицы и изображения на сетчатке. До 8% пациентов обращаются с незначительными нарушениями зрения, в том числе из-за ослабления ночного зрения, и такими дефектами зрительного восприятия, как блики или ореолы. Их можно устранить за несколько месяцев или прибегнуть к процедуре, занимающей считанные секунды. Менее 1% пациентов обращаются с серьезными повреждениями, связанными с инфекцией или рубцами.

Пациенты, перенесшие операцию, находятся под наблюдением не более 10 лет. «У большей части прооперированных зрение восстановилось полностью, однако у некоторых из них через 5–8 лет оно снова стало ухудшаться, – рассказывает Дуглас Кох (*Douglas Koch*), профессор офтальмологии из Медицинского колледжа Бэйлора. – Незначительные ухудшения обычно вызваны естественными изменениями, происходящими в глазном яблоке. В большинстве случаев лазерная коррекция может быть проведена повторно. Однако из-за хирургического вмешательства поверхностные слои роговицы утончаются, и если их толщина снизилась до 250 мкм, роговица может деформироваться».

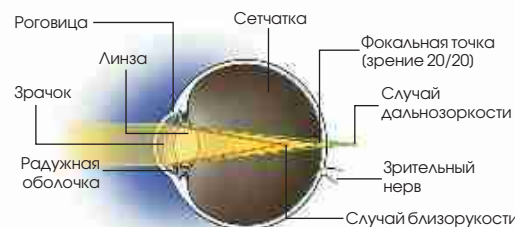
Обычно стоимость операции достигает \$1000 за один глаз. Однако провайдеры, появившиеся на рынке медицинских услуг, предлагают сегодня скидки до \$499. В Ассоциации офтальмологов же считают, что в данном случае пациент не застрахован от обмана или плохого обслуживания (рекомендации *FDA* приведены на сайте www.fda.gov/cdrh/lasik).

Традиционная фоторефракционная кератэктомия (ФРК) или ее модификация – лазерный эпителиальный кератомилез, или ЛАСЕК (*laser epithelial keratomileusis*), позволяют избежать отдельных побочных эффектов ЛАСИК (например, синдром сухого глаза), достаточно болезненных и требующих продолжительного времени для восстановления.

Применение технологии *WaveFront* позволило усовершенствовать метод ЛАСИК, более точно, применительно к каждому конкретному случаю, формируя поверхности фотоабляции. Таким образом достигается существенное улучшение зрения, однако цена процедуры для одного глаза возрастает на \$400 и более. ■



ОПЕРАЦИЯ ПО МЕТОДУ ЛАСИК начинается с того, что в глаз капают анестезирующие капли, лишая его чувствительности. Затем хирург наносит на роговицу метки (1). Вакуумное кольцо прижимает глаз и фиксирует его таким образом, чтобы можно было производить точные разрезы при помощи автоматического ножа (2), который срезает с поверхности роговицы тонкий слой ткани толщиной 0,15 мм и диаметром около 8 мм. Его отгибают, обнажая строму роговицы. Лазер за 60 секунд или менее испаряет слой клеток стромы до заданной глубины (3), тем самым изменяя форму роговицы. Лазер производит фотоабляцию на глубину 0,25 микрон посредством ультрафиолетовых световых импульсов с длиной волны 193 нм. Затем лоскут ткани возвращается на место (4).



ЗРЕНИЕ НОРМАЛЬНОЙ ОСТРОТЫ достигается в том случае, если роговица фокусирует лучи света на сетчатке. При повышенной кривизне роговицы или удлиненных глазных яблоках возникает миопия (близорукость). Расходящиеся лучи света, которые исходят от объектов, расположенных близко, проецируются на сетчатке, а параллельные лучи, поступающие от удаленных предметов, фокусируются, не доходя сетчатки. Клетки, испаряющиеся в центральной части роговицы, ее выравнивают. Гиперметропия (дальнозоркость) возникает при недостаточной кривизне роговицы или укороченных глазных яблоках. Параллельные лучи света фокусируются как бы за сетчаткой, а расходящиеся, поступающие от ближайших объектов, – еще дальше от сетчатки. В этом случае за счет испарения части клеток роговица получает необходимую кривизну.

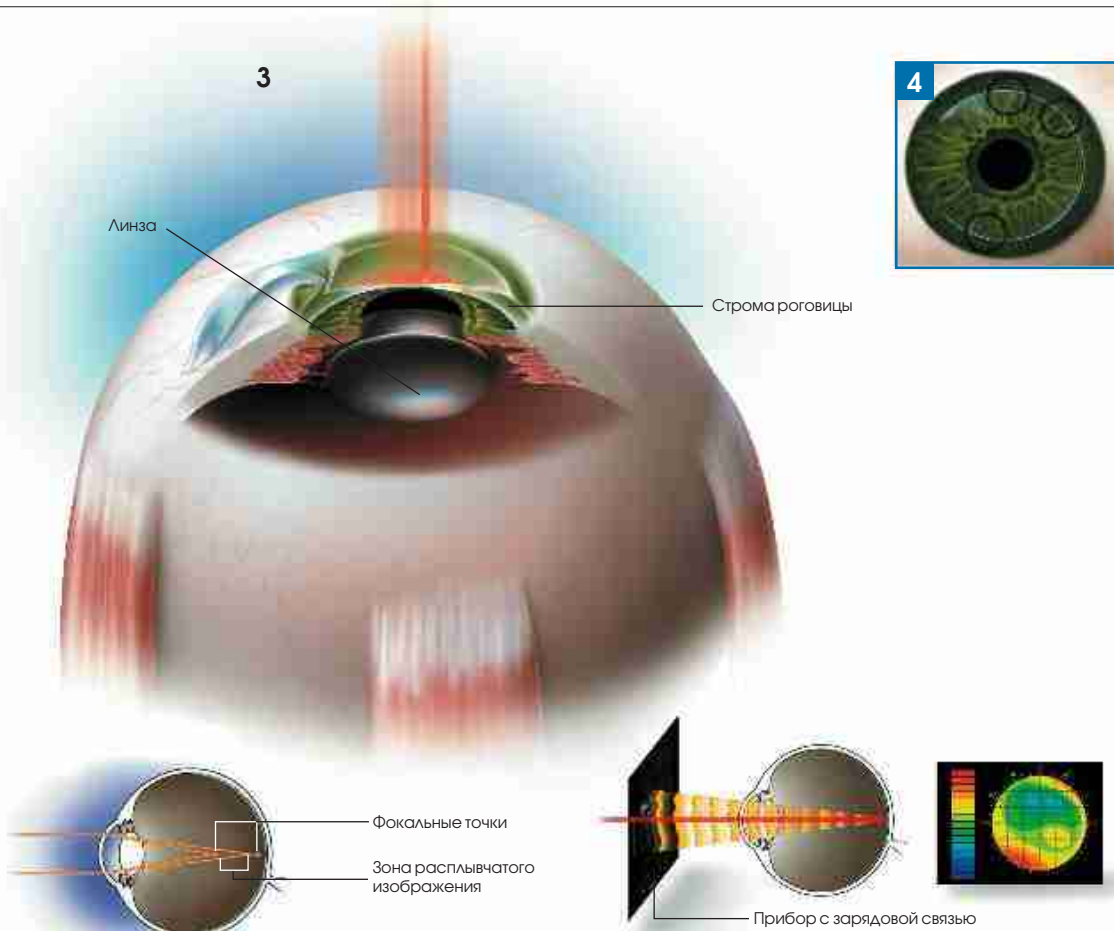
CONNIE FUNKHOUSER/BALEK Precision Graphics

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ?

ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД. Долгие годы окулисты помогали пациентам корректировать зрение при помощи довольно субъективного метода. Пациенту предлагали прочесть буквы, размещенные на таблице, и врач, исходя из полученных данных, выписывал очки. Для более объективной диагностики используется технология *WaveFront*: специальные лазерные датчики, подобные тем, что используются для ЛАСИК, позволяют обследовать множество точек на глазном яблоке, что помогает врачу сделать более точное заключение.

СУПЕРЗРЕНИЕ. Хорошее зрение условно обозначают как 20/20. Это означает, что человек различает возникающие в поле зрения предметы на расстоянии 6,1 м (20 футов).

(Запись 20/40 означает: испытуемый, чтобы хорошо видеть объекты, различимые нормальным глазом за 12,2 м, должен находиться в 6,1 м от них.) Плотность светочувствительных клеток сетчатки, называемых колбочками, такова, что при устранении всех дефектов роговицы она способна обеспечить остроту зрения 20/8. «Лазерные датчики *WaveFront* обнаруживают дефекты, о которых мы и не подозреваем, – говорит Дэниел Дарри (Daniel Durrie), начальник отделения рефракционной хирургии клиники Дарри-Вижн в Оверленд-Парк, штат Канзас, – и позволяют производить более точную коррекцию. Если в результате хирургического вмешательства не возникнут непредвиденные осложнения (например, нарушение цветовосприятия), то суперзрение может стать реальностью». ■



АСТИГМАТИЗМ (расплывчатое зрительное изображение) возникает при неодинаковой кривизне поверхности роговицы, вследствие чего световые лучи не фокусируются на сетчатке. При выравнивании поверхности роговицы свет преломляется единообразно.

При операции методом ЛАСИК, основанном на технологии *WaveFront*, на сетчатку направляют лазерный луч, и прибор с зарядовой связью улавливает отраженные лучи. В результате появляется компьютерная карта искажений хода световых лучей (подобных голубой зоне на рис. справа), вызванных дефектами преломляющих поверхностей размером до 0,05 микрон. Направленный лазерный луч испаряет ткани в конкретных точках стромы, добываясь коррекции каждого дефекта в отдельности. В соответствии с обычной практикой ЛАСИК хирург производит обмеры роговицы традиционным способом, и лазер удаляет стандартный симметричный фрагмент, производя тем самым менее точную коррекцию зрения.

МИНИ-ШАШКИ

Дэннис Шаша

Представьте себе доску 3×3 клетки, на которой расставлены шашки. Правила игры просты: одна шашка может перепрыгивать через другую в горизонтальном, вертикальном или диагональном направлении, если за ней есть свободная клетка. Шашка, через которую совершен прыжок, удаляется с доски как в обычных шашках.

Если играет один человек, то его задача – оставить на доске всего одну шашку. Рассмотрим положение, показанное на рис. А. Как удалить с доски все шашки, кроме одной? Решение показано на рис. В, С и D.

Для начала попытайтесь ответить на два вопроса: каково должно быть минимальное количество пустых клеток в начале игры, чтобы гарантировать возможность победы, и как они должны быть расположены? Попробуйте решить эту же задачу для доски 4×4 клетки.

Играть можно и вдвоем. Сначала на каждую клетку доски ставится одна

шашка. Затем первый игрок снимает шашку с любой клетки. Второй игрок делает прыжок какой-нибудь шашкой и при желании продолжает прыгать ею, если у него появляется такая возможность. Затем точно так же ходит его партнер и т.д. Игра продолжается до тех пор, пока один из игроков не победит, сделав прыжок, после которого на доске останется всего одна шашка. Если после прыжков соперника игрок не может прыгнуть ни одной шашкой, то он должен передвинуть одну из них на центральную клетку. Если и этого сделать нельзя, то он обязан передвинуть любую нецентральную шашку на свободную соседнюю клетку.

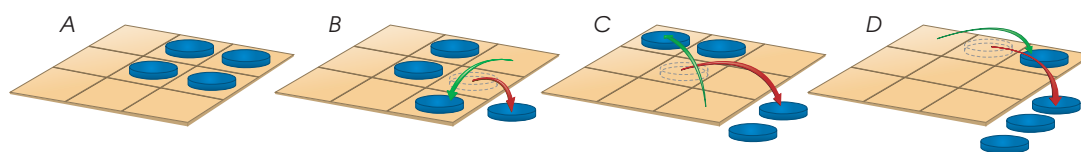
Первые три возможных хода такой игры показаны на рис. E, F и G. Как вы думаете, кто выиграет, если оба игрока будут использовать оптимальные стратегии? (Ответ смотрите в следующем номере.) ■

ОТВЕТ НА ГОЛОВОЛОМКУ ИЗ ПРЕДЫДУЩЕГО НОМЕРА:

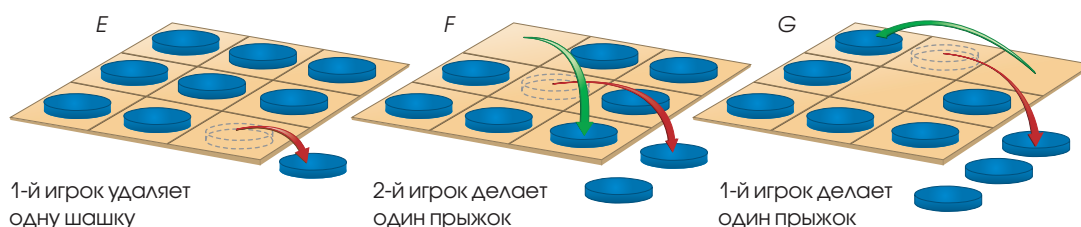
1. У Васи был король, а у всех остальных – более мелкие карты.
2. У Пети и Васи были короли, а у Кати меньшая карта.
3. У Кати был король.
4. Поскольку на втором круге Катя сказала: «Я проиграла», – значит, у Васи была дама, а у двух других игроков – карты помладше. Поэтому Петя признался: «Я проиграл», а Вася заявил: «Я выиграл».
5. У Васи была шестерка, у Кати – пятерка, а у Пети – четверка или пятерка.

Подробное решение ищите на сайте www.sciam.com

Эта рубрика публикуется в журнале последний раз. Тем не менее новые головоломки по-прежнему будут публиковаться на сайте www.sciam.com



ВЕРСИЯ
ДЛЯ ОДНОГО
ИГРОКА



ВЕРСИЯ
ДЛЯ ДВУХ
ИГРОКОВ

Опасны ли солнечные лучи для здоровья?

Лето – пора отпусков. Многие стремятся на юг, к солнцу и морю. Но не опасны ли горячие солнечные лучи для нашего здоровья? Отвечает **кандидат медицинских наук Наталья Теплюк**.

На этот счет существуют диаметрально противоположные точки зрения. Многие считают, что бронзовый загар и солнечные ожоги могут спровоцировать рак кожи, в том числе развитие злокачественной меланомы. Она приводит к смерти чаще, чем другие формы онкологических заболеваний кожи, но встречается реже (примерно в 4% всех диагностируемых случаев рака кожи) и, как правило, поражает только светлокотких людей. Обычно меланома возникает на месте невусов, т.е. обычных родинок. Травмы, солнечные ожоги и чрезмерные дозы УФ-излучения могут привести к усиленному делению клеток, и родинка может начать трансформироваться. Врачи называют их меланоопасными. Людям, склонным к подобным нарушениям, принятие солнечных ванн не рекомендуется.

У людей, страдающих пигментной ксеродермой, при которой пребывание на солнце приводит к нарушению функции меланоцитов, риск развития плоскоклеточного и базальноклеточного рака кожи выше, чем у всех остальных. Подобные заболевания, а также катаракта и старение кожи связаны с кумулятивным воздействием УФ-излучения и легко лечатся.

Длительное воздействие ультрафиолета приводит к резкому снижению в крови уровня фолиевой кислоты, одного из витаминов группы В, ответственного за репродуктивный процесс. Поэтому женщинам в первые недели беременности не рекомендуется загорать, т.к. это увеличивает риск врожденных дефектов нервной трубки у детей, например, несмыкание дуг позвоночника.

Сторонники солнечных ванн считают, что они положительно влияют на наше психическое здоровье. Субъективное ощущение комфорта очень важно для человека.

Солнечные лучи играют важную роль при лечении ряда кожных заболеваний: ультрафиолет полезен людям, страдающим псориазом, который встречается у 2% европейцев. В прошлом веке загар рассматривался как эффективное средство борьбы с туберкулезом кожи.

Хотя УФ-излучение (в частности УФВ) часто негативно влияет на здоровье человека, именно оно способствует репродукции витамина Д₃, который отвечает за всасывание кальция в кишечнике, что обеспечивает нормальное развитие скелета, уменьшает риск развития рахита, укрепляет систему кровообращения, иммунную и нервную системы.

Таким образом, очевидно, что солнечные лучи могут как позитивно, так и негативно влиять на человеческий организм.

У всех людей разный тип кожи, поэтому продолжительность безопасного пребывания на пляже зависит от количества коричневого пигмента



меланина, предохраняющего от УФ-лучей и нейтрализующего вредные химические вещества, называемые свободными радикалами.

Например, полчаса на солнце не повредят слуглому человеку, а светлокотких, особенно рыжеволосый, голубоглазый или альбинос, за то же время может получить покраснение кожи и даже ожог. Людям, у которых мало пигмента меланина, длительное пребывание на солнце противопоказано. Однако вне зависимости от цвета кожи лучше не находиться на солнце с 10 часов утра до 17 вечера. Количество солнечных ванн не должно превышать 50 в год, а время инсоляции – полтора–двух часов в день. Купание в открытом водоеме следует приравнять к пребыванию на солнце, т.к. даже на глубине 0,5 м под водой кожа поглощает 60% излучения. Не следует забывать, что одежда полностью не защищает нас от УФ-излучения (хлопок, например, пропускает 6% лучей, а мокрая ткань – до 20%), поэтому полуденную жару лучше переждать в тени. Грудным детям, беременным женщинам и людям с большим количеством родинок лучше избегать воздействия прямых лучей. В любом случае нельзя допускать покраснения кожи и солнечных ожогов, т.к. они могут спровоцировать разного рода заболевания.

Солнце может принести как пользу, так и вред. Для человека ультрафиолетовые лучи солнца – и благо, и зло. Они стимулируют образование витамина Д₃, но разрушают фолиевую кислоту и могут вызывать рак. Как быть? Соблюдая несложные правила, о которых говорилось выше, можно не только укрепить здоровье и получить удовольствие, но и снизить риск опасных заболеваний. В любом случае, прежде чем отправиться на юг, стоит заглянуть к врачу. ■



Читайте в следующем выпуске журнала:

Нанотехнология и двойная спираль

Уроки волков

Ядерные взрывы на орбите

Стволовые клетки: сомнения и надежды

Оформить подписку на журнал «В мире науки» можно:

- по каталогам «Пресса России», подписной индекс 45724; «Роспечать», подписной индекс 81736; периодических изданий для библиотек, подписной индекс Б392; изданий органов НТИ, подписной индекс 69970;
- подписка на **Украине** по каталогу подписных изданий агентства KSS, подписной индекс 10729
- через редакцию (**только по России**), перечислив деньги через Сбербанк или по почте, отправив копию квитанции (**с указанием Ф.И.О., точного адреса и индекса подписчика**) в РосНОУ по почте, по факсу: (095) 105-03-72; 727-35-30 или по e-mail: distr@sciam.ru. Стоимость подписки на полугодие – 390 руб., на год – 780 руб.

Подписаться можно со следующего номера, в квитанции обязательно указать номер, с которого пойдет подписка.

Бланк подписки можно взять в любом номере журнала; получить в редакции или на сайте www.sciam.ru; высылаем по факсу или по e-mail.

Где купить журнал (текущие номера):

- в передвижных киосках «Метрополитеновец» около станций метро;
- в киоске «Деловые люди», 1-я Тверская-Ямская ул., 1;
- в киосках МГУ, МГИМО, РУДН, МИРЭА;
- в киосках г. Зеленограда;
- в Новосибирске, АРПИ «Сибирь», тел. (3832) 20-36-26;
- в Нижнем Новгороде, тел. (8312) 65-74-29;
- в Киеве, KSS, тел. (044) 464-02-20.

Все номера журналов можно купить в редакции журнала по адресу: ул. Радио, дом 22

	<p>ЗАО «В мире науки» Расчетный счет 40702810100120000141 в ОАО «Внешторгбанк» г. Москва БИК 044525187 Корреспондентский счет 30101810700000000187 ИНН 7709536556; КПП 770901001</p> <hr/> <p>Фамилия, И.О., адрес плательщика</p> <hr/> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Вид платежа</th> <th>Дата</th> <th>Сумма</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Подписка на журнал «В мире науки»</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <hr/> <p>Плательщик</p>	Вид платежа	Дата	Сумма	Подписка на журнал «В мире науки»		
Вид платежа	Дата	Сумма					
Подписка на журнал «В мире науки»							
	<p>ЗАО «В мире науки» Расчетный счет 40702810100120000141 в ОАО «Внешторгбанк» г. Москва БИК 044525187 Корреспондентский счет 30101810700000000187 ИНН 7709536556; КПП 770901001</p> <hr/> <p>Фамилия, И.О., адрес плательщика</p> <hr/> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Вид платежа</th> <th>Дата</th> <th>Сумма</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Подписка на журнал «В мире науки»</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <hr/> <p>Плательщик</p>	Вид платежа	Дата	Сумма	Подписка на журнал «В мире науки»		
Вид платежа	Дата	Сумма					
Подписка на журнал «В мире науки»							