

В МИРЕ
scientific american
НАУКИ

www.sciam.com

2002

ПЕРВЫЕ ЗВЕЗДЫ ВСЕЛЕННОЙ

Биологические микрочипы
с ДНК-зондами

Креационисты
против эволюции

Новые компактные
лазеры

Операции
на бьющемся сердце

Новости
и комментарии

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

МЫ делаем ПРОГРЕСС ВОЗМОЖНЫМ



CATERPILLAR®

Москва, 127006, ул. Краснопролетарская, 2/4, строение 13
Тел. +7 (095) 755 68 11
Факс +7 (095) 785 56 86 – машины,
+7 (095) 785 56 88 – силовые установки
Internet: www.caterpillar.ru

ПИСЬМО ИЗДАТЕЛЯ

Россия - великая научная держава, и она не может быть в стороне от современной научной информации. Одним из основных источников достоверной информации во всем мире с 1845 года является журнал «Scientific American», выходящий в России под названием «В мире науки» с 1983 по 1994 год и завоевавший огромную популярность у читателей.

Рубеж XX-XXI веков - основание осмысливать опыт и строить планы на будущее, поэтому ректорат Российского нового университета принял решение о возобновлении издания в России журнала «В мире науки» - русской версии «Scientific American» - самого влиятельного и известного в мире научно-информационного журнала. В значительной степени это решение обусловлено тем, что в состав ректората входит виднейший российский и мировой ученый - Сергей Петрович Капица. Благодаря тесному и плодотворному сотрудничеству РосНОУ (учредителя журнала) и главного редактора журнала СЛ. Капицы с руководством «Scientific American» российское издание «В мире науки» будет выходить не только в нашей стране, но и в США, предоставляя возможность русской диаспоре быть в курсе последних достижений мировой науки, ее взаимоотношений с обществом, а также позволит рассмотреть на страницах журнала общественную эволюцию с позиций науки. Мы благодарны нашим американским партнерам за объективную оценку вклада России в мировое развитие.

В XXI веке нам предстоит жить в новом - информационном обществе. Обусловили эту поистине глобальную перемену два основных фактора - образование и наука, которые, в свою очередь, не могут существовать без постоянной информационной подпитки. Мы уверены в том, что журнал «В мире науки» внесет свой достойный вклад в преодоление информационной изоляции отечественной науки и образования, станет основным источником оперативной, актуальной и достоверной информации для образованного читателя и читатель сам сможет селективно составить себе представление о значимости тех или иных проблем. В то же время - это уникальная мировая трибуна, дающая возможность отечественным ученым публиковать статьи о своих достижениях.

Выпуск журнала «В мире науки» и его распространение во всем мире рассматривается как индикатор политики руководства страны в области науки и образования. Более того, сохранение русского языкового пространства в связи с увеличением в последние годы русскоязычного населения за пределами России входит в сферу ее политических и экономических интересов.

Мы надеемся, что журнал «В мире науки» понравится читателям, а наши потенциальные рекламодатели окажут нам поддержку в издании этого фундаментального журнала.



Ректор РосНОУ
В.А. Зернов

ESTABLISHED 1845

Editor in Chief: John Rennie

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

Art director: Edward Bell

Publisher: Bruce Brandfon

Chairman emeritus: John J. Hanley

Chairman: Rolf Grisebach

President and chief executive officer:
Gretchen C. Teichgraeber

Vice President and managing director:
Charles McCullagh

Vice President: Frances Newburg

© 2002 by Scientific American, Inc.

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

В МИРЕ НАУКИ

Учредитель и издатель:
Российский новый университет

Главный редактор: С. П. Калица

Заместитель главного редактора:
В. Э. Катаева

Ответственный секретарь: О. И. Стрельцова

Редакторы отделов: А. Ю. Мостинская

В. Д. Ардаматская

Корректора: Т. И. Томашевская

Научные консультанты:

Доктор биологических наук В. Е. Барский
Доктор физ.-мат наук, профессор В. А. Исаков

Доктор экономических наук, профессор М. В. Канотопов

Доктор физ.-мат наук Н. И. Липатов

Доктор физ.-мат наук В. Н. Лукаш

Кандидат педагогических наук, доцент Е. В. Лобанова

Доктор медицинских наук, профессор М. Р. Чиаурели

Над номером работали:

Н. А. Вергелис, А. В. Зернов, А. А. Кричевская

В. Ю. Новотоцкий-Власов, Л. А. Соколова

А. А. Сорокин, А. П. Худoley, О. А. Василенко

Дизайн обложки: Денис Елесин

Препресс: Андрей Климовских

Отпечатано в типографии:

ОАО ПК «Пушкинская Площадь»

Адрес редакции:

105005 Москва, ул. Радио д.22, к 409

Телефон редакции:

(095) 105-03-72, тел/факс (095) 105-03-83

© В МИРЕ НАУКИ РИОНУ, 2002

Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по печати

Свидетельство ПИ № 77-13655 от 30.09.02

Перепечатка текстов и фотографий разрешена только

с письменного согласия редакции.

При цитировании ссылка на журнал «В мире науки»

обязательна.

Содержание

4 **НОВОСТИ**

Почему женщины лучше запоминают эмоции
Откуда берется гамма-излучение
На дне Северного моря обнаружен древний кратер
Преодолевая барьеры. Диалог между цивилизациями.



6 **Биология**

Магия микрочипов
Биологические микрочипы с ДНК-зондами позволяют выявить причины болезней на молекулярном уровне и ускорить разработку необходимых лекарственных средств.



16 **Физика**

Экстремальный свет
Новые компактные лазеры способны фокусировать свою энергию на мишени размером в микрон, генерируя свет невиданной на Земле интенсивности



26 **Медицина**

Операция на бьющемся сердце
Аортокоронарное шунтирование спасает сотни тысяч жизней. Новые методики могут сделать операцию более безопасной и менее дорогой



36 **Астрономия**

Первые звезды Вселенной
Первые звезды Вселенной были во много раз ярче и массивнее Солнца. С их появлением начался процесс космической эволюции



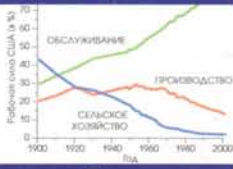
46 **Образование**

Креационисты против эволюции: 15 аргументов и 15 фактов
Аргументы противников эволюции крайне далеки от научных фактов



55 **Наука и общество**

Деиндустриализация
Почему в США продолжается спад промышленного производства



56 **Психология**

Телемания – это диагноз
Телезависимость – вымысел или реальность? Результаты исследований ученых о воздействии телевидения на человека



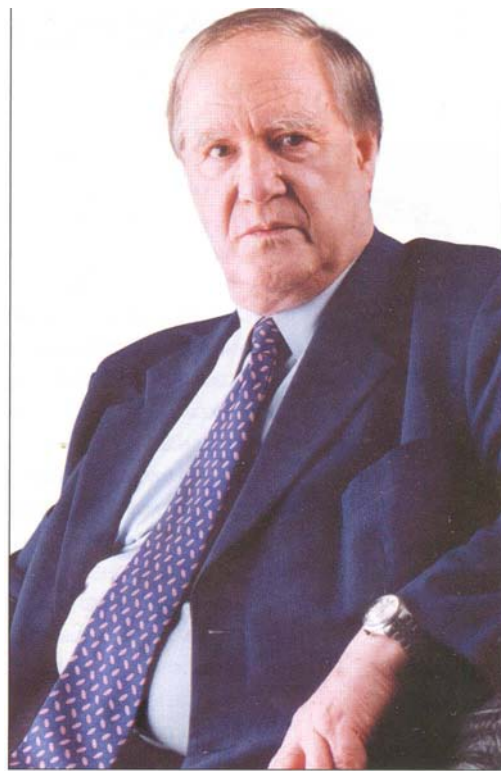
ПИСЬМО ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

С настоящим выпуском возобновляется русское издание авторитетного международного научно-информационного журнала «В мире науки» («Scientific American»), который ранее выходил с 1983 по 1993 год. В послевоенные годы «Scientific American» стал уникальным изданием, посвященным науке в современном мире. В нем не только публиковалась информация из первых рук о развитии науки и техники, статьи, популяризирующие достижения науки для заинтересованного читателя. В журнале обсуждались морально-этические проблемы в свете научных представлений, вопросы, связанные с гонкой вооружений и местом науки в современной экономике, когда наука становится частью процесса глобализации и интеллектуализации мира. Глобальные проблемы современности требуют объединения усилий народов различных стран, в том числе и в областях науки. Это - рост населения мира, ликвидация социального неравенства, голода, болезней, неграмотности, проблемы использования Мирового океана и космического пространства, при родных ресурсах и защиты окружающей среды. В этой связи международное сотрудничество и взаимопонимание ученых различных стран призвано сыграть свою роль в решении главных проблем, стоящих перед человечеством, его процветании и безопасности.

С одной стороны, говоря о значении научных открытий и изобретений, следует помнить и о возросшей ответственности ученых за будущее человечества. Вместе с этим, к сожалению, в мире все больше растет непонимание места и роли науки в современной культуре, а иррациональные и мистические представления вытесняют целостное научное мировоззрение. Поэтому вопрос о месте науки в общественном сознании, в выработке новых ценностей современного мира становится насущной задачей научного сообщества, системы образования, а также средств массовой информации.

С другой стороны, в современной науке происходят сложные процессы переосмысления ценностей внутри самой науки. Это дает основания некоторым говорить о кризисе науки, как в управлении самим домом науки, так и в осознании взаимоотношений науки с государственным сектором и капиталом. Так, поддержка науки все в большей степени зависит от капитала и меньше от правительств. При этом если горизонт планирования у капитала пока меньше, чем у государственных структур, то масштаб научных проблем, соответственно, вырос. Кризис, несомненно, настиг науку, повязанную с военно-промышленным комплексом. Напомним о том, что об опасности превращения ВПК в самодовлеющую силу еще в 1963 году президент США Эйзенхауэр предупреждал в своем прощальном напутствии стране.

Сегодня происходят сложные процессы реорганизации российской науки при ее полноценном вхождении в корпус мировой науки. Для нашего журнала, в соответствии с лицензионным соглашением, предусмотрена публикация статей наших ученых, в том числе и тех, кто рассеян в русскоязычной диаспоре. Редакция также рассматривает на реакцию и письма наших читателей, как непосредственно, так и на сайт в Интернете, для обсуждения и решения наших общих проблем. Издание журнала «В мире науки» осуществляется по инициативе и при полной финансовой поддержке Российского нового университета (РосНОУ).



Главный редактор
С.Н.Капица

Почему ЖЕНЩИНЫ лучше

запоминают ЭМОЦИИ



Ученые давно установили, что женщины запоминают события, связанные с эмоциональными потрясениями, гораздо лучше мужчин. Вот только почему? Одни исследователи утверждают: женщины переживают события своей жизни глубже и сильнее, что и приводит к лучшему их запоминанию. Другие считают, что у женщин «запоминающее устройство» вообще устроено иначе. Исследование, опубликованное Национальной академией наук США, выступает в поддержку второго варианта. Согласно ему, женщины задействуют больше различных областей мозга, когда переживают и запоминают что-то, способное вызывать сильные эмоции.

Туран Канли (Turhan Canli) из Стэнфордского университета и его коллеги пригласили для эксперимента 12 мужчин и 12 женщин. Для наблюдений за активностью мозга их подключили к аппаратуре, контролирующей маг-

нитный резонанс, и попросили оценить степень эмоционального воздействия ряда картинок – от нейтральных (пожарный кран) до крайне негативных (изуродованные трупы).

Если женщины запоминают события лучше оттого, что переживают их глубже и сильнее, эксперимент показал бы, что в принципе мозг участников обоих полов работает идентично. Но если, переживая и сохраняя в памяти волнующие события, мужчины и женщины используют разные нейронные сети, то и мозг у них работает по-разному. Подтверждение нашла именно эта версия: женская мозговая активность в ходе эксперимента отличалась от мужской. И еще женщины чаще, чем мужчины, называли картинки «волнующими».

Спустя три недели исследователи – также с помощью аппаратуры – выясняли, помнят ли участники эксперимента картинки, которые

им показывали. Значительно больше «волнующих» картинок вспомнили женщины. А наблюдение за активностью их мозга показало, что в процессе за это время задействовано гораздо больше стимулирующих областей, причем и тогда, когда мужчины тоже вспоминали «волнующие» картинки. Нейтральные же изображения и мужчины, и женщины запомнили одинаково.

«Нейронные сети, отвечающие за эмоциональное восприятие и запоминание, у женщин и мужчин различаются. То, что у женщин задействовано больше областей мозга, отвечающих за эмоции и воспоминания, на деле может быть нервным механизмом, который и делает женскую память более целковой, чем у мужчин», — отмечают ученые в своих исследованиях.

Речел МИУМЕР

Откуда берется ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕ

Фоновое гамма-излучение, самую высокоэнергетическую форму светового излучения во Вселенной, обнаружили еще три десятилетия назад. Но споры об его источнике не утихают до сих пор. Одни астрономы полагают, что оно исходит из галактик квазарного типа – блейзеров, которые подпитываются энергией от супермассивных черных дыр. Другие считают его источником галактические скопления. По их мнению, фотоны с энергией гамма-лучей генерируются в результате столкновения материи, которую с чрезвычайно высокой скоростью притягивают эти скопления, с фоновым космиче-

ским микроволновым излучением. Новые данные свидетельствуют в пользу этой версии.

Калеб Шарф (Caleb Sharf) из Колумбийского университета и Решми Мукерджи (Reshmi Mukherjee) из колледжа Барнарда проанализировали данные НАСА, фиксирующие гамма-излучение за последние девять лет. Оказалось, что уровень гамма-излучения вокруг массивных галактических скоплений выше. «Чем массивнее скопление и чем сильнее его гравитационный потенциал, тем ярче ореол гамма-лучей», — поясняет

Мукерджи. Наблюдения ученых хорошо согласуются с предсказаниями теории Леба-Ваксмана о генерации гамма-излучения. Более подробную информацию об ореолах гамма-лучей и источнике таинственного излучения ученые рассчитывают получить от разведывательных космических аппаратов. Осенью 2002 года Европейское космическое агентство планирует отправить в дальний космос аппарат «Интеграл», а в 2005 году за новой информацией стартует «Гласт» НАСА.

Новые данные подтверждают, что его основным источником могут быть галактические скопления

Сапа ГРЭХЕМ

На дне Северного моря обнаружен древний кратер

Недавно на дне Северного моря совершенно случайно был обнаружен хорошо сохранившийся кратер. Он лежит под сорокаметровой толщей воды и под слоем осадков и отложений в несколько сот метров. Его возраст - около 65 млн лет, диаметр - 20 км. Кратер назвали Силверпит.

Говоря о метеоритных кратерах, первыми обычно вспоминают Берринджер в Аризоне, Фредефорт в Южной Африке и огромную Восточную впадину на Луне. На Земле следы падений метеоритов разрушаются из-за геологической актив-

ности, что сильно затрудняет изучение условий образования кратеров. Поэтому особенно важна структура, образовавшаяся в результате удара, - она позволяет получить новую важную информацию.

Трехмерное изображение, сделанное английскими учеными, отчетливо показало, что при своих относительно небольших размерах Силверпит имеет сложную многокольцевую структуру, которую раньше наблюдали лишь у кратеров диаметром не менее 250 км. Если не обращать внимания на разницу в раз-

мерах, Силверпит больше похож на кратер Валгалла на одной из ледяных лун Юпитера, чем на какой-либо земной кратер.

Однако ученые еще окончательно не решили, возник ли кратер Силверпит в результате падения метеорита или же в ходе развития геологических процессов. «Это станет понятно, если будут обнаружены следы удара в скалах, которые его образуют» - пишет канадский геолог Джон Г. Спрей (John G. Spray).

Кейт ВОНГ

Преодолевая барьеры Диалог между цивилизациями.

Книгу «Преодолевая барьеры» многие считают одним из наиболее оригинальных и весомых интеллектуальных продуктов, появившихся под эгидой ООН в последнее время. Причина, на мой взгляд, не только в том, что удалось собрать настоящую «сборную» из незаурядных и разных мыслителей со всего света, но и в том, что тема диалога подвигла их на то, чтобы пристально взглянуть на кровотокающие проблемы и головную боль человечества.

В самом деле, инаковость (или разнообразие) - это угроза или обогащающий элемент? Каково содержание единой для всех земных цивилизаций, да и можно ли говорить об этом феномене в единственном числе? Наконец, можно ли через диалог прийти к пониманию сути и роли культур, религий и разных трактовок истории, так чтобы это помогало решать нынешние конфликты? Таковы, по моему, главные вопросы, на которые постарались дать ответ авторы.

Другое дело, что ответы не всегда удовлетворяют читателя с острым, едким умом, в чем-то выдают желаемое за действительное, а в чем-то, как мне кажется, несут отпечаток своего рода интеллектуального самоограничения. Куда важнее все же, что идеи книги намекают многообещающие подходы к тому, чтобы построить квадратуру круга.

Книга может на деле послужить поиску «глобального общего знаменателя», ибо содержит очень своевременные размышления на такие темы, как новая парадигма международных отношений, многообразие как «лекарство» от глобализации, личная ответственность руководителей и каждого из нас за настоящее и будущее. Для меня особенно привлекательной оказалась глава о примирении - как о проявлении глобальной этики, как «шаге за пределы правосудия». В самом деле, почему бы по примеру Комиссии истины и примирения в ЮАР не создавать подобные органы и в международном плане - скажем как один из элементов разрешения конфликта между Израилем и Палестиной?

Еще одно глубокое, на мой взгляд, суждение - о перспективной роли ООН не только как международной организации, но и как органа, имеющего собственное «я» и не выражающего в лице своего секретариата интересы какого-либо государства или правительства. Одним словом перед нами - труд творческий и будоражающий мысль. Хорошо бы его (может быть, в слегка сокращенном и адаптированном виде) издать для использования в школьных программах.

Александр Горелик

Директор Информационного центра ООН в Москве



Ханан Ашрави, Рут Кардозу Жак Делор, Надин Гардимер, Эль-Хасан бин Талаль, Сергей Капица, Амартян Сен, Сун Цзянь, Рихард фон Вайцеккер, Джайдоменико Пикко
Москва. Логос.
2002

МАГИЯ МИКРОЧИПОВ

Биологические микрочипы

с ДНК-зондами позволяют выявить причины болезней на молекулярном уровне

Стивен Х.
Френд
Роланд Б.
Стафтон

Биологические микрочипы с ДНК-зондами позволяют выявить причины болезней на молекулярном уровне и ускорить разработку необходимых лекарственных средств. Недалек тот день, когда лечение будет производиться по индивидуально разработанному плану.

Когда биологические микрочипы анализируют образцы ткани, появляется точечный рисунок, специфический для каждого пациента. Определенные различия в рисунках помогают врачу подобрать индивидуальный способ лечения, показанный данному больному.



Большинство людей, пораженных формой рака, называемой диффузной большой В-клеточной лимфомой, сначала хорошо реагируют на стандартную терапию. Затем в большинстве случаев рак быстро развивается, приводя к летальному исходу. В чем причина различного воздействия стандартной терапии на организм человека? Врачи долгое время считали, что существует несколько форм этой болезни, обусловленных различными молекулярными отклонениями. Но еще два года назад врачи не могли выявить больных с наиболее опасной формой рака, а значит, нуждающихся в интенсивном, порой рискованном лечении.

КРАТКИЙ ОБЗОР: БИОЛОГИЧЕСКИЕ МИКРОЧИПЫ

- Биологические микрочипы с ДНК-зондами, известные также как ДНК или геновые чипы, могут параллельно проследить десятки тысяч молекулярных реакций. Возможно создание чипов для определения специфических генов или чипов для измерения геновой активности в образцах ткани.
- Свойства чипов оказываются необычайно ценными для тех ученых, которые изучают причины возникновения рака и других тяжелых заболеваний, и для разработчиков лекарственных препаратов. Рассматриваются возможности применения микрочипов в экспресс-диагностике и при прогнозировании заболеваний.
- Белковые микрочипы - перспективный метод диагностики в биологии.
- Научная и диагностическая информация, содержащаяся на белковых и ДНК-чипах, помогает врачам проводить индивидуальное лечение.

На помощь пришел новый инструмент диагностики, известный как биологический микрочип с зондами для анализа ДНК или ДНК-чип. микрочип позволил исследователям из Национального института здоровья, Стэнфордского университета и ряда других институтов выделить и различить гены, которые по-разному проявляются в злокачественных клетках у пациентов, выживших в течение различного времени после первичного лечения. На основе анализа полученных данных возможна разработка диагностического теста, способного выявлять больных в критическом состоянии. Биологические микрочипы, впервые появившиеся на рынке в 1996 году, сейчас активно используются при разработке новых

лекарственных препаратов. Более 20 компаний занимаются продажей микрочипов и средств, обеспечивающих расшифровку и интерпретацию информации. Чипы позволяют изучать активность нормальных клеток и молекулярных aberrаций, лежащих в основе медицинских расстройств. ДНК-чипы помогают быстро и точно диагностировать заболевание и персонализировать медицинскую помощь, сведя к минимуму возможные побочные эффекты.

ДЕЙСТВУЮЩИЕ ЛИЦА И ИСПОЛНИТЕЛИ

Существует несколько разновидностей микрочипов, все они определяют состав генетического материала в образце ткани и состоят из одностранных молекул ДНК (зондов), которые связываются с подложкой по размеру - не более чем отпечаток большого пальца. Эти чипы «зарабатывают капитал» на очень удобном свойстве ДНК - спаривании комплементарных оснований.

ДНК представляет собой материал, образующий более 30 тыс. генов в клетках человека - кодовые последовательности, составляющие программы для белков. ДНК состоит из четырех строительных блоков, обычно называемых по первым буквам химических оснований: А, С, G и Т. Основание А в одной цепи ДНК будет спариваться только с Т (комплементарным А) в другой цепи и С будет спариваться только с G.

Если молекула ДНК из образца ткани связывается с зондом содержащим последовательность ATCUUC, то это означает, что данная молекула ткани содержит последовательность TAGCCG. РНК - «химическая кухня» ДНК - также следует строгому правилу спаривания оснований при связывании с ДНК. Поэтому последовательность любой цепи РНК, спаривающейся с ДНК на микрочипе, также может быть определена.

Реакции спаривания комплементарных оснований стали неотъемлемой частью многих биологических тестов. Микрочипы ДНК могут одновременно проследить десятки тысяч реакций на одном чипе, поскольку каждый вид зонда, будь то ген или более короткая кодовая последовательность, «сидит» на предназначенном для него месте в пределах сетки, расположенной в виде шахматной доски на чипе. молекулы ДНК или РНК, нанесенные

КАК РАБОТАЮТ МИКРОЧИПЫ

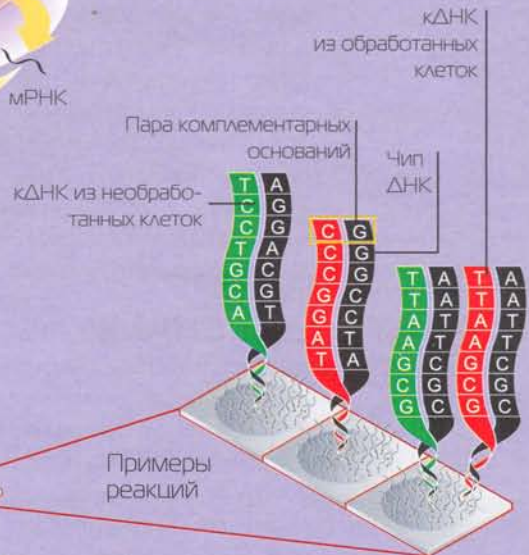
рис. 1

Чтобы быстро определить, сможет ли новый лекарственный препарат повредить печень, был проведен эксперимент. Цель эксперимента – выявить, в состоянии ли лекарственное средство изменить активность генов в клетках печени («синька» для белков), что, как известно, способствует или препятствует повреждениям? Ответ «да» – сигнал тревоги.

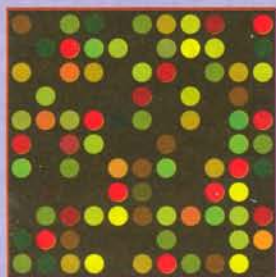


3 Транскрибируйте мРНК в более стабильную кДНК (кДНК) и добавьте флуоресцентные метки – зеленую к кДНК из необработанных клеток и красную к кДНК из обработанных клеток.

4 Нанесите меченые кДНК на чип. Связывание происходит в случае, если кДНК из образца находит комплементарную ей последовательность оснований на чипе (детали справа). Такое связывание означает, что ген, представленный в ДНК на чипе, был активен или репрессировался в образце.

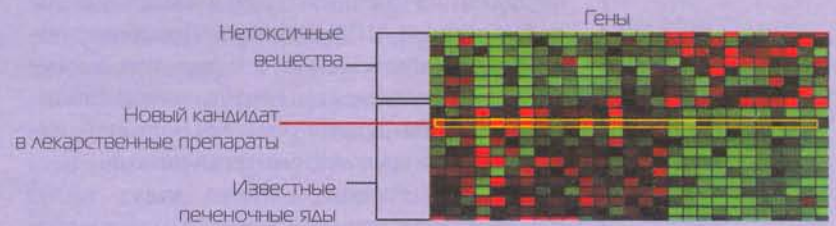


- Ген, сильно повышающий активность в обработанных клетках
- Ген, сильно снижающий активность в обработанных клетках
- Ген, который был одинаково активен в обработанных и необработанных клетках
- Ген, который был неактивен в обеих группах клеток



5 Поместите чип в сканер-анализатор. Пусть компьютер рассчитает соотношение красного и зеленого в каждой точке (для количественного определения любых изменений активности гена, индуцированных лекарством). Создайте рисунок в псевдоцветах.

Гипотетические профили генной активности в клетках, обработанных разными соединениями



6 Определите, имеются ли гены, реакция которых на лекарственный препарат свидетельствует о стимуляции или повреждении печени. Или сравните общий рисунок экспрессии, созданный сильно реагирующими генами, с рисунками, образуемыми при реакции этих генов с известными печеночными ядами (справа). Близкое сходство будет означать, что новый «кандидат», вероятно, тоже токсичен. Каждый прямоугольник на диаграмме соответствует реакции на вещество одного гена.

на матрицу, содержат флуоресцентную или иную метку и распознаются сканером. Компьютер обрабатывает исходные данные и выдает результат на монитор, где каждая ячейка микрочипа окрашена в свой индивидуальный цвет (данные представлены в псевдоцветах). ДНК-чипы используются в двух случаях. При так называемом определении генотипа ДНК на чипе сравнивается с ДНК в образце ткани для того, чтобы установить, какие гены содержатся в образце, или для расшифровки порядка кодовых букв в еще не секвенированных нитях ДНК. Кроме того, в последнее время исследователи часто используют аппаратуру не только для выявления наличия или последовательности генов, но и для определения уровня их экспрессии или активности. Об экспрессии гена можно говорить тогда, когда он транскрибируется в РНК-посредник (мРНК) и транслируется в белок молекулы РНК-посредника - это мобильные транскрипты генов, служащие матрицами для белкового синтеза.

ОХОТНИКИ ЗА ГЕНАМИ Исследователи использовали генотипный подход для сравнения генов в разных организмах (например, чтобы подобрать ключи к истории эволюции организмов) и для сравнения генов в опухолях с таковыми в нормальных тканях (для обнаружения едва уловимых различий в составе или числе генов). Чипы ДНК незаменимы в практической медицине.

Микрочипы, например, могут выявить точную причину инфекционного заболевания, при котором гриппоподобные симптомы (боли, высокая температура и затрудненное дыхание) не указывают на определенного возбудителя. На микрочип наносятся зонды и специфические гены, содержащиеся в возбудителях анализируемых болезней. В медицинских лабораториях можно выделить и пометить флуоресцентной меткой ДНК из образца инфицированной ткани (возможно, полученной из носовых ходов пациента) и обработать этой ДНК микрочип. Подобным образом разрабатываемые сейчас чипы смогут установить особые типы возбудителей сибирской язвы или других опасных болезней, находящихся в арсенале биотеррористов.

Микрочипы-детекторы генов могут также идентифицировать генетическую предрасположенность индивидуума к источнику расстройств. Большинство генетических различий

у людей, вероятно, состоит в полиморфизме точечных нуклеотидных замен (snips), в которых одна буква ДНК заменена другой. Можно сконструировать чип, который несет связанные с болезнью варианты гена, выявить snips и, таким образом, предсказать вероятность возникновения у человека таких болезней, как диабет, болезнь Альцгеймера, особые формы рака и т.д. Людям, входящим в группу риска, оказывается профилактическая помощь, в случае необходимости - своевременное хирургическое вмешательство. Найдут ли такого рода тесты массовое применение? Вопрос остается до сих пор открытым, поскольку возникает опасность дискриминации со стороны работодателей и страховщиков. Другая ценная информация, предоставляемая snips-чипами, не ставит под сомнение трудоспособность человека или возможность страхования. Комбинация генов, которой мы обладаем, оказывает влияние как на эффективность назначенных лекарственных средств, так и на возможность возникновения побочных явлений. Чипы, исходя из индивидуальной генетической предрасположенности, помогут врачу подобрать наиболее действенные и безопасные лекарственные препараты. Чипы snips, демонстрирующие генетические мутации, повышающие агрессивность опухолей, могут быть полезны для патологов при определении, являются ли кажущиеся доброкачественными опухоли злокачественными.

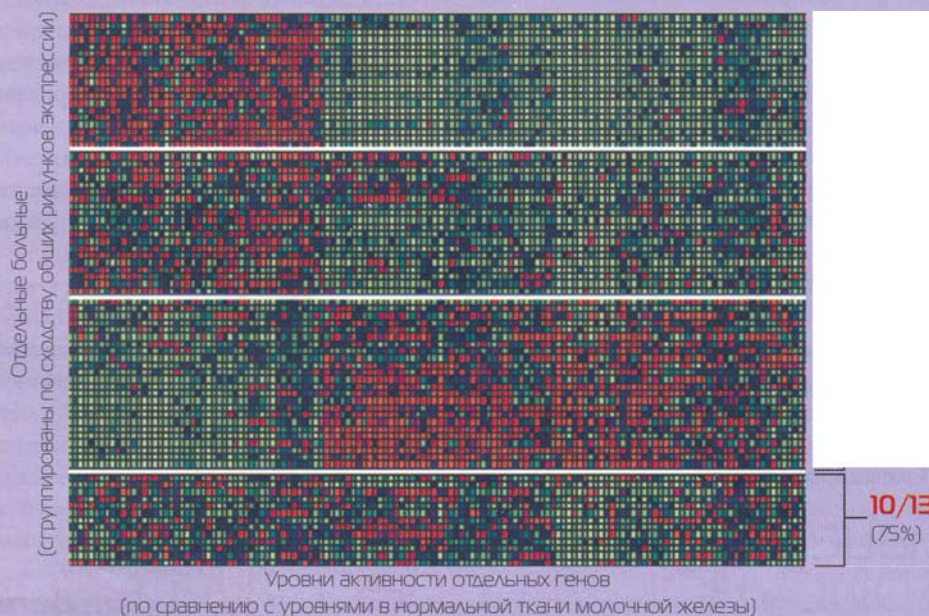
АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВЫРАЖЕНИЯ

В последнее время исследователи увлеченно изучают вопрос применения микрочипов для анализа рисунка экспрессии. В научных лабораториях создаются подобные рисунки с учетом количества различных мРНК в образце ткани. Обычно чем больше копий мРНК производит клетка, тем больше копий белка она создает. Поэтому количества различных мРНК в образце могут косвенно указывать на типы и количества присутствующих белков. Белки контролируют и выполняют многие функции в клетках и тканях нашего организма. Чипы, непосредственно измеряющие содержание белков, сейчас находятся в разработке (см. рис. 3), но их создание остается под вопросом.

Используя геном в качестве датчика для определения изменений активности различных клеточных генов, ученые могут получить детальные изображения того, как нарушаются функции

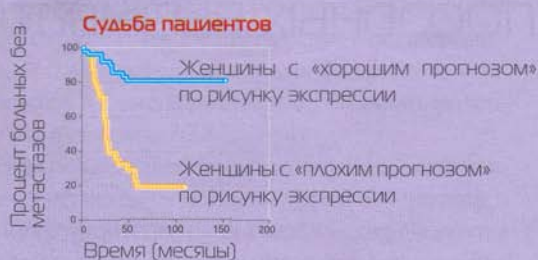
Исследования, проведенные в компании «Розетта Инфарматикс» и Нидерландском институте рака, позволяют предположить, что биологические микрочипы помогут рассортировать раковых больных с разными прогнозами. После определения уровней активности (экспрессии) генов в маленьких локализованных опухолях молочной железы у молодых женщин, находившихся под наблюдением в течение не менее пяти лет после операции, исследователи обнаружили, что рисунки экспрессии (общий характер активности в

Профили (рисунки) экспрессии



Доля больных с метастазами

10/13
(75%)



- Гены, проявляющие повышенную активность
- Гены, проявляющие пониженную активность

выборке генов в опухолях) были различны у разных пациентов (слева). Затем математический анализ показал (внизу), что у больных с профилями экспрессии, напоминающими «плохой прогноз» (средний рисунок в метастазирующих опухолях), развитие рецидивов было более вероятно, чем у больных с «хорошим прогнозом» (типичный рисунок в нераспространившихся опухолях). Если эти результаты подтвердятся, возможно, врачам удастся выделить больных, нуждающихся в более интенсивной терапии, частично на основании степени соответствия их рисунка экспрессии стандартным рисункам для хорошего или плохого прогноза.

клеток под действием лекарственных препаратов или возникшей болезни. Иногда наблюдения за общей картиной генной активности в образце могут оказаться более полезными, чем изучение того, какие именно гены ответственны за реакцию на определенные воздействия. В подобных случаях такая схема служит в качестве стенографического «автографа», отражающего молекулярное состояние образца при некоторых специфических условиях.

Анализ рисунка экспрессии генов бесценен во многих случаях для молекулярных и клеточных биологов. Идентификация белков после воздействия на клетки различных факторов дает возможность увидеть, как ткань компенсирует разрушения и какие происходят нарушения при развитии болезни.

Ученые используют экспрессионные микрочипы для изучения функций генов, открытых путем секвенирования почти всей ДНК в ядре человеческой клетки. Некоторые методы,

не использующие микрочипы, могут выявить воздействие, производимое вновь открытыми генами (или, точнее, белками, кодируемыми этими генами). Но эти подходы не всегда дают точный и быстрый результат. Экспрессионные микрочипы помогают заполнить пустоты, даже в отсутствие предварительных ключей к разгадке роли гена в организме, и оказываются незаменимыми и в криминалистике при применении так называемой «вины по косвенному совпадению» (guilt-by-association).

В основе этого метода лежит постулат, что ни один из генов не «работает» изолированно от других. Если гены в разных тканях «включаются и выключаются» на какое-либо воздействие, например лекарство, инфекцию или индуцированную генную мутацию, то можно предположить, что гены, действуя согласованно, вызывают ответную реакцию. В этом случае

предположения о том, что работа первоначально мистических генов группой напоминает работу уже известных генов, вполне обоснованны.

РАЗРАБОТКА ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Исследователи лекарственных препаратов также используют преимущества метода «вины по косвенному совпадению» для обнаружения белков, чья активность, связанная с болезнями, ранее была неизвестна. Эти белки уже найдены и начата разработка новых лекарственных средств.

Например, Питер С. Линсли (Peter S. Linsley), наш коллега из компании «Розетта Инфармастикс» хотел определить «свежие мишени» для лекарств, способных справиться с воспалительным заболеванием, при котором пора-

новить, может ли данное соединение отрицательно воздействовать на сердце, нужно составить каталог рисунков экспрессии генов сердечных клеток, подвергшихся действию лекарственных средств или других химических соединений. Воздействуя на сердечные клетки препаратом, предназначенным для данного исследования, ученые дают задание компьютеру сравнить образующийся «автограф» со многими другими, которые уже имеются в каталоге. «Автограф», совпадающий с веществами, чья способность разрушать сердечные клетки уже известна, «поднимает красный флаг».

Каталог рисунков экспрессии помогает выявлять лекарственные препараты с определенным побочным действием. Например, почему ингибиторы протеаз, спасающие жизни БИЧ-инфицированным (этот вирус вызывает СПИД), могут поднимать уровень холестерина и триглицеридов в крови, вызывать перераспределение жиро-

Ученые-фармацевты используют рисунок экспрессии генов для выявления лекарств, способных вызывать побочные эффекты

женная иммунная система оказывает разрушающее воздействие на отдельные части тела. Поэтому он интересовался, какие гены в лейкоцитах иммунной системы повышают или снижают выработку белков параллельно с интерлейкином-2 (IL-2), который тесно связан с воспалительными процессами.

Питер получил ответ, сравнивая рисунки экспрессии для лейкоцитов, подвергшихся действию различных химических веществ и затем проанализированных при помощи усложненной программы для сопоставления с образцом для точного определения набора генов, последовательно «включающихся или выключающихся» при активации гена IL-2. Этот набор содержит ген, функция которого в организме не была определена другими методами. Приблизительно в то же время ученые из института Пастера в Париже другими методами подтвердили, что этот ген действует на пути IL-2. Эти открытия позволяют предположить, что белок, кодируемый этим геном, мог бы служить хорошей мишенью для противовоспалительных лекарств.

Ученые-фармацевты используют рисунок экспрессии генов для выявления лекарств, способных вызывать побочные эффекты. Чтобы уста-

вых отложений в организме и устойчивость к инсулину в сотрудничестве с Роджером Г. Ульрихом (Roger G. Ulrich) из лаборатории фирмы «Абботт» мы провели необходимые исследования с учетом того, что печень способствует образованию и разрушению липидов (группы, включающей холестерин и триглицериды) и липид-содержащих белков. Необходимо было выяснить, какие побочные действия на печень может оказывать один из ингибиторов - протеаз ритонавир. На микрочипе, содержащем зонды к примерно 25 тыс. крысиных генов, мы получили рисунки экспрессии в ткани крысиной печени, обработанной набором соединений, которые могут быть токсичны для печени. Затем мы сгруппировали соединения по сходству «автографов» экспрессии - примерно 2400 генов, сильно реагирующих на эти вещества. Потом мы ввели ритонавир в крысиную печень и сравнили образующиеся рисунки экспрессии с ранее полученными мы узнали, что ритонавир приводит к активации генов, которые обычно успокаиваются в ответ на соединение, снижающее содержание липидов. Ритонавир также уменьшает

количество белков, которые в нормальных условиях собираются в протеосомы, структуры, разрушающие ненужные белки, включая и липид-содержащие. Эти открытия позволяют предположить, что ритонавир повышает уровень липидов в печени, а затем и в крови, частично за счет повышения синтеза липидов в печени и подавления разрушения липид-содержащих белков. Дальнейшее изучение деталей взаимодействия ритонавира с механизмами образования липидов и протеосом поможет снизить вероятность побочных эффектов.

СХЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ Расширение арсенала лекарственных средств и увеличение количества препаратов без побочных эффектов - результат молекулярного профилирования, который достигается благодаря использованию ДНК-чипов. Но многие врачи надеются на большее: применение микрочипов в диагностике поможет разделить больных со сходными симптомами на отдельные группы, которые будут получать лечение по индивидуальному плану. Как показало изучение лимфомы, упомянутое в начале статьи, онкологам срочно необходим метод выявления больных, нуждающихся в немедленном, максимально интенсивном лечении.

Исследования рака молочной железы нашей группой в компании «Розетта» в сотрудничестве с Нидерландским институтом рака в Амстердаме показывают, как могут помочь экспрессионные микрочипы (см. рис.2.). Мы планировали создать тест, способный определить, кому из больных на ранней стадии развития рака молочной железы (при отсутствии данных о раке в лимфатических узлах) необходима систематическая лекарственная терапия для предотвращения распространения опухоли (метастазов) после хирургического вмешательства. Современная наука рекомендует проводить интенсивное лечение 90% женщин, большинство из которых могут избежать развития отдаленных метастазов даже без такой терапии.

К сожалению, стандартные методы могут выявить женщин из группы риска.

Мы начали с создания рисунков экспрессии для опухолей у 100 женщин в возрасте до 55 лет, за которыми велось клиническое наблюдение более 5 лет после операции. Они работали с микрочипом, представляющим 25 тыс. генов человека. В конце мы обнаружили, что один специфический «автограф», оставляемый примерно 70 генами, указывал на скорое появление метастазов. Кроме того, противоположный рисунок четко указывал на хороший прогноз. Ясно, что некоторые опухоли запрограммированы на метастазирование еще до того, как они достигли размера чуть меньше копейки, в то время как другие, имеющие больший размер, запрограммированы на нераспространение.

Необходимо провести дополнительные исследования, которые подтвердили бы полученный результат, прежде чем рисунок экспрессии станет рутинной частью обследования при раке молочной железы. Вероятно, в течение двух лет многие медицинские центры начнут использовать рисунок экспрессии как ориентир при лечении не только рака молочной железы, но и других форм рака. Совершенствование диагностических средств необходимо для лечения других болезней. Рисунок экспрессии помогает дифференцировать больных астмой, диабетом, ожирением, интуитивно в специальном лечении, на подгруппы.

К 2020 году медицинские структуры могли бы по возможности сохранить в тайне модели характерных молекулярных состояний своих пациентов. Эти виртуальные модели можно будет постоянно модернизировать при помощи микрочипов и других анализов, получаемых как при посещении врача, так и по мере появления научных открытий в области биологии клетки. Вероятно, некоторым эта идея понравится, и они предпочтут отказаться от возможного снижения цен, а соответственно - и от лучшего медицинского обслуживания, в обмен на гарантию анонимности.

1--

ОБ АВТОРАХ

Стивен Х. Френд (Stephen H. Friend) и Роланд Б. Стафтон (Roland B. Stoughton) вместе работают в компании «Розетта Инфарматикс» в Кирклэнде, штат Вашингтон. Фирма была создана в 1996 году для разработки методов молекулярного копирования, включая компьютеры и технологию микрочипов ДНК. Френд - бывший президент «Розетты», ныне вице-президент компании «Мерк», которая два года назад купила «Розетта Инфарматикс». Стафтон - доктор физических наук, старший вице-президент по информатике в «Розетте».

БЕЛКОВЫЕ МИКРОЧИПЫ

НОВАЯ ВЕРСИЯ

Подобно ДНК-чипам, микрочипы с белковыми зондами могут определять содержание белков в тканях. Они способны выявить взаимодействия между белками среди тысяч молеку-

Подобные свойства белковых микрочипов представляют наибольший интерес для биологов. Однако обывателю они будут интересны по иной причине: врач, не выходя из кабинета, сможет быстро диагностировать самые сложных заболевания.

Белковые микрочипы, в отличие от ДНК-чипов, анализируют образцы плазмы крови, которую легко получать. Большинство болезней, от инфекционных до заболеваний сердца или почек, оставляют «следы» в крови в виде секретированных или просочившихся белков. Стандартные диагностические тесты одновременно определяют только один или несколько белков, в то время как микрочипы - множество или все белки, сигнализирующие о проблемах со здоровьем.

Изготовление белковых микрочипов напоминает производство ДНК-чипов. От сотен до тысяч различных белков наносят (в миллионах копий) на специфические точки сетки на пластине тонкой подложки. Связывание белков из образца плазмы с белками на микрочипе раскрывает природу и количество белков в анализируемом образце.

Типы белков, нанесенных на микрочип, могут меняться в зависимости от поставленной задачи. Но в микрочипах, лучше всего подго-

товленных к коммерческому распространению, используются молекулы иммунной системы - антитела, каждое из которых распознает и связывает один специфический белок, или, точнее, специфический сегмент белка. Некоторые из этих чипов работают по принципу сэндвича: белки, распознанные чипом, попадают между двумя различными антителами, одно из которых схватывает белок, а другое при соединяет флуоресцентную метку к захваченной молекуле.

Чтобы эффективно использовать микрочипы на основе антител в диагностике, придется преодолеть, по крайней мере, две основные преграды. Одна - это нехватка техники для массового производства антител, прочно связывающихся с одной «мишенью». Эта проблема уже решается. Вторая преграда серьезнее. Медицина пока открыла только десятки из возможных тысяч белков, способных сигнализировать о развитии болезни. Производители чипов не знают, какие белки нужно искать. Сейчас возможно определять только ограниченное число маркеров болезни в образце ткани. К счастью, множество исследователей буквально охотятся за новыми белками-маркерами болезней. Когда достижения в производстве антител и обнаружении белков соединятся, появится новое поколение белковых микрочипов, способных преобразить и медицинскую науку и клиническую практику.

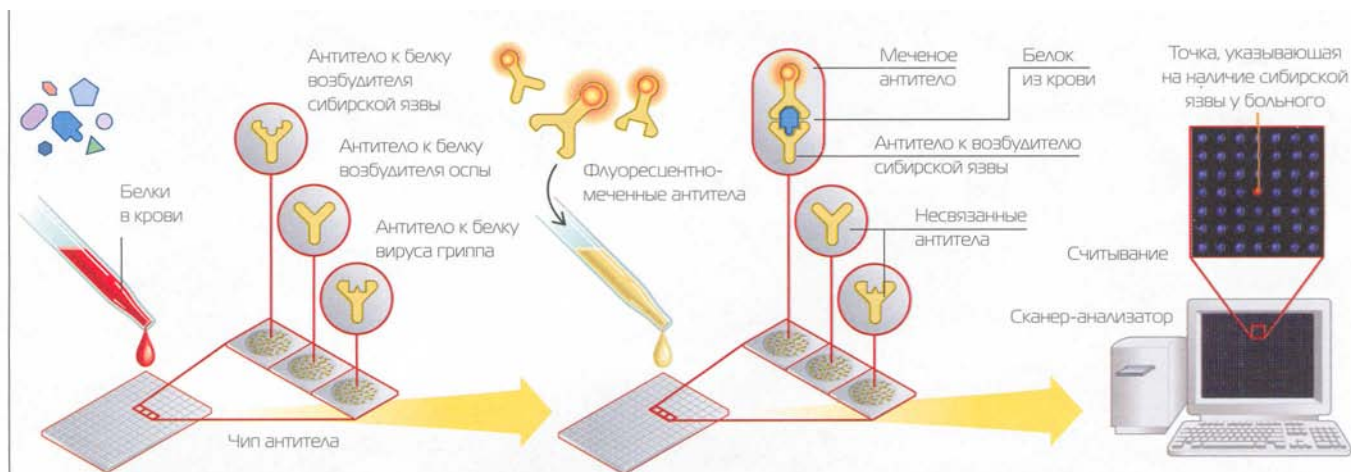
ОБАВТОРАХ

Н. Лей Андерсон и Гунарс Валкерс (N Leigh Anderson and Gunars Valkirs) исследуют возможности белковых микрочипов. Андерсон - главный научный сотрудник крупной биологической корпорации в Джормантауне, Валкерс - главный технолог сайта биодиагностики в Сан-Диего.

БЕЛКОВЫЙ МИКРОЧИП В ДЕЙСТВИИ

рис. 3

Недалек тот день, когда врачи будут применять метод «сэндвича» для идентификации возбудителей инфекционных заболеваний. Являются ли они обычными возбудителем гриппа или его новой смертоносной разновидностью? Повинны ли в болезни туберкулезная палочка, возбудители сибирской язвы, оспы, лихорадки, распространяемые биотеррористами? Исследования, представленные ниже, дадут ответы на поставленные вопросы.



1 Нанесите кровь больного на чип, содержащий различные специфические антитела, зафиксированные в разных ячейках. Каждая ячейка содержит множество молекул индивидуальных антител, способных связываться с белком, специфическим для одного возбудителя.

2 Нанесите антитела с флуоресцентной меткой, способные соединяться с другим участком белковой молекулы, распознаваемой антителами на чипе. Если белок из крови связывается с чипом, одно из этих флуоресцентных антител свяжется с этим белком, поместив его в «сэндвич».

3 Поместите чип в сканер-анализатор, чтобы установить, какой возбудитель содержится в организме больного. В данном случае мы обнаружили штамм сибирской язвы

В России научные исследования с биочипами проводятся институтом молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта РАН. В лаборатории Андрея Дарьевича Мирзабекова, академика РАН, директора института с 1984 года, впервые в мире были изготовлены биологические микрочипы и оборудование для их анализа.

А. Д. Мирзабеков, автор фундаментальных открытий в структуре хроматина и нуклеосом – базовых единиц наследственного материала клетки, базовых патентов на использование биологических микрочипов, разработал теоретические основы применения биочипов для медицинской диагностики и анализа генома.

Институт молекулярной биологии один из первых приступил к разработке, использованию и изготовлению биологических микрочипов с зондами для анализа нуклеотидной последовательности фрагментов ДНК. Первая работа по микрочипам была опубликована в 1989 году. Принципиальное отличие биочипов, разработанных в ИМБ, в том, что иммобилизация зондов произво-

дится не на поверхности стекла или пластика, а протекает в трехмерном объеме гелевых капель объемом в доли нанолитра.

Сейчас в институте разработана простая и эффективная технология производства различных типов биочипов для анализа ДНК, белков и некоторых других соединений; налажено производство анализаторов биочипов ДНК, модифицированных флуоресцентных микроскопов, соединенных с ПЗС-камерой. Выпускается прибор для исследовательских работ и анализатор для широкого использования в медико-диагностических лабораториях и клиниках.

Российские биочипы уже находят свое применение для идентификации форм возбудителей туберкулеза, резистентных к антибиотикам, и позволяет проводить анализ буквально за считанные часы.

В следующем номере журнала «В мире науки» мы продолжим рассказ о новых методиках и исследованиях в области молекулярной биологии.

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЙ СВЕТ

Луч света, сопоставимый по мгновенной мощности с тысячей гидроэлектростанций, сфокусированный в пятно размером с клеточное ядро, способен за одну фемтосекунду разогнать электроны до скорости света

Джерард
А. Мороу

Дональд
Умштандер

Компактный лазер испускает импульсы тераваттной мощности с частотой 10 раз в секунду, пробивая тонкую ткань на переднем плане. Чтобы подстроиться к используемому диапазону интенсивностей, фотография выполнена с тройной экспозицией

PHOTOGRAPHY: WILLIAM PELLETIER, Inc.

Мечта об усилении света стара как мир. Согласно легенде, в 212 году до н. э. Архимед сжег осаждающую Сиракузы римскую эскадру, сфокусировав солнечные лучи с помощью гигантского зеркала. Хотя эта история не более чем миф, неоспоримым историческим фактом стало изобретение греком диоклом около 200 года до н. э. первого оптического фокусирующего устройства - параболического зеркала. Спустя два тысячелетия сочетание законов зеркального отражения света и принципов квантовой механики привело к созданию многофункционального высокоинтенсивного источника света - лазера.

КРАТКИЙ ОБЗОР: ЭКСТРЕМАЛЬНЫЙ СВЕТ

Метод лазерного усиления, разработанный в середине 80-х годов, положил начало новому поколению компактных лазеров, испускающих очень короткие импульсы чрезвычайно интенсивного света.

Столь высокоинтенсивный свет иначе взаимодействует с веществом, непосредственно разгоняя электроны до почти световой скорости в течение фемтосекунд. Такие лазеры могут ускорять частицы в 10000 раз быстрее традиционных ускорителей.

Потенциальные области применения включают в себя создание рентгеновских изображений высокого разрешения в медицине, недорогую и высокоточную рентгенотерапию, ядерный синтез, а также проведение исследований во многих направлениях физики.

Яркий пример мощного лазера - установка «Нова», (Nova), функционировавшая с 1985 по 1999 год в Национальной лаборатории им. Лоуренса в Ливерморе. Получивший имя от сильной вспышки, сопровождающей коллапс сверхзвезды, лазер «Нова», был одним из самых мощных лазеров в мире. Общая длина 10 каналов усиления «Новы», достигала 100 М; зеркала, изготовленные из стеклянных блоков весом около 200 кг каждый, фокусировали лучи лазера на мишени в различных экспериментах, например по термоядерному синтезу. Чтобы избежать перегрева установки, ее использование было ограничено несколькими сеансами в день. Понятно, что для достижения сверхвысокой мощности требовалось сосредоточить значительное количество энергии. Мощность излучения лазера определяется скоростью выделенной энергии, поэтому иной подход к достижению сверхвысокой мощности заключается в излучении небольшого количества энергии за чрезвычайно короткое время. По нынешним стандартам обычный импульс «Новы», был довольно длинным - три наносекунды

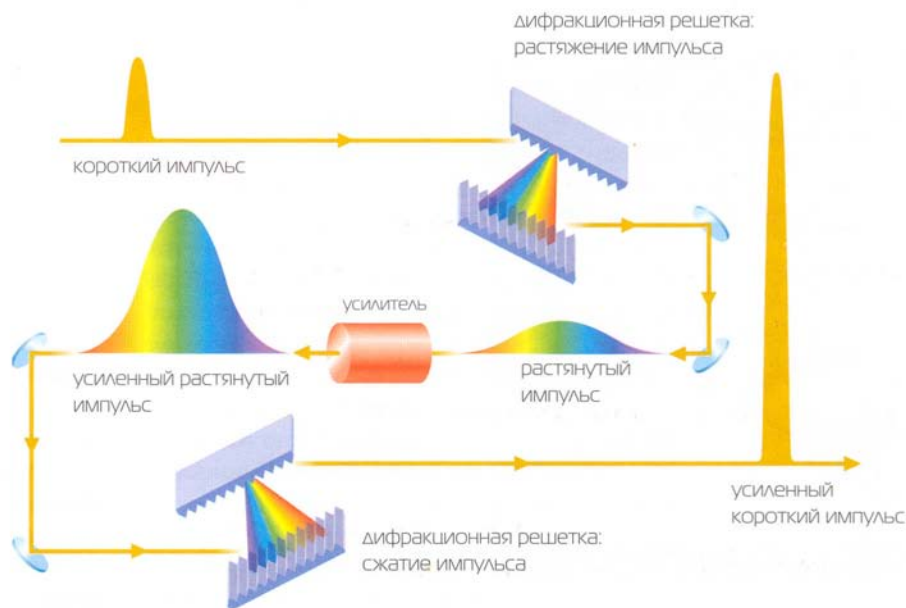
(3×10^{-9}), при этом в каждом импульсе генерировались килоджоули энергии. При использовании импульсов длительностью в одну десятитысячную от импульса генерации «Новы», сходная мощность излучения может быть достигнута в лазере, который можно разместить на столе (см. статью Джона-Марка Хопкинса (John-Mark Hopkins) и Уилсона Си бета (Wilson Sibbett) «Ultrasoft-Pulse Lasers: Big Payoffs in a Flash», в сентябрьском номере «Scientific American» за 2000 год). Например, сверхмощный лазер, генерирующий импульсы с энергией, равной всего одному джоулю, но с длительностью в 100 фемтосекунд (10^{-13} сек), уже достигает мощности излучения в десять триллионов ватт (10^{13} Вт, или 10 ТВт), что превосходит мощность всех электростанций мира вместе взятых.

Эти компактные лазеры способны испускать сотни миллионов импульсов в день и фокусировать свою энергию на мишени размером в микрон, генерируя свет невиданной на Земле интенсивности. Столь большая концентрация мощности порождает самые сильные электрические поля из когда-нибудь созданных, с напряженностью в пределах триллионов В/см. Такое интенсивное лазерное излучение при взаимодействии с веществом воссоздает экстремальные физические условия, существующие только в ядрах звезд или вблизи черных дыр, для которых характерны высочайшая температура - до 10^{10} К, сильнейшие магнитные поля - до 10^9 Гс и огромное ускорение частиц, превышающее ускорение свободного падения в 10^{25} раз.

При стоимости в один миллион долларов вместо нескольких сотен миллионов эти лазеры помогают вернуть большую науку в университетские лаборатории и в страны с ограниченным ассигнованием на науку. За последние несколько лет были построены десятки таких систем, предназначенных для исследований в различных областях физики, включая ядерную физику, астрофизику, физику высоких энергий и общую теорию относительности. Новое поколение лазеров уже нашло массу различных применений. Они используются для создания рентгеновских лазерных установок, компактных ускорителей частиц, а также в сфере высококачественной медицинской рентгенографии. Существуют большие перспективы их использования для лучевой терапии и для выработки термоядерной энергии.

УСИЛЕНИЕ ЧИРПИРОВАННЫХ ИМПУЛЬСОВ

Ключевым для компактных лазеров сверхвысокой интенсивности является метод, названный усилением чирпированных импульсов. Изначально короткий лазерный импульс чирпируется (растягивается) примерно в 104 раз с помощью, например, двух дифракционных решеток. Растянутый импульс имеет низкую интенсивность, что позволяет усилить его небольшим лазерным усилителем. Вторая пара решеток заново сжимает импульс увеличивая его пиковую интенсивность в 104 раз больше той, которую мог бы выдержать усилитель.



В ЧЕМ СЛОЖНОСТЬ?

В 1965 году, через 5 лет после изобретения лазера, в результате ряда технологических скачков мощность настольных лазеров достигла одного гигаватта (10^9 Вт). На протяжении последующих 20 лет максимальная мощность настольных лазерных систем не увеличивалась. Единственным способом увеличения мощности излучения было увеличение геометрических размеров установки. Попытки превысить существовавшие ограничения интенсивности излучения привели бы к нежелательным нелинейным эффектам в оптических элементах лазера, которые ухудшат качественные характеристики светового пучка и могут повредить элементы установки. Проблема оптического разрушения была решена только в 1985 году, когда возник метод усиления чирпированного импульса (chirped pulse amplification, CPA), разработанный группой ученых под руководством одного из авторов этой статьи (Морю). Этот метод позволил увеличить мощность настольных лазеров на несколько порядков, то есть в $10^3 - 10^5$ раз. Чирпирование сигнала или волны означает растяжение их во времени. В рамках технологии CPA на первом этапе генератором колебаний испускается короткий импульс, который затем растягивается по длительности в тысячи и даже в сотни тысяч раз (см. рис.). При этом во столько же раз снижается интенсивность импульса. Поэтому к растянутому импульсу можно при менять традиционные методы усиления. В конечной фазе процесса простое устройство, такое как пара дифракционных решеток в вакууме, вторично сжимает импульс до его исходной длитель-

ности, увеличивая его мощность до значения, в 10^3-10^5 раз превышающего предельную мощность усилителя. Продемонстрируем работу метода CPA на примере, сгенерировав импульс длительностью 100 фемтосекунд с энергией 0,2 нДж. Растянем его в десять тысяч раз до наносекунды (что снизит мощность импульса с двух киловатт до 0,2 Вт) и затем усилим на десять порядков, до двух джоулей и двух гигаватт. Повторное сжатие импульса до 100 фемтосекунд увеличит его мощность до 20 тераватт. Без этого подхода усиление импульса мощностью в два киловатта с помощью настольного усилителя уничтожило бы усилитель, и во избежание этого нам пришлось бы увеличить площадь поперечного сечения луча в десять тысяч раз. Таким образом, CPA позволяет при менять стандартные лазерные усилители, оставаясь ниже порога нелинейных эффектов.

Практическое применение метода CPA оказалось достаточно сложным. Традиционные устройства, предназначенные для удлинения или сжатия импульсов, обычно осуществляют эти операции в квазилинейном режиме, и когда характеристики излучателя и компрессора подобраны неточно, получить желаемый результат невозможно. В течение последних лет ученым удалось добиться дополнительного увеличения интенсивности светового пучка в результате развития коррекционной оптики, позволяющей фокусировать лазерные лучи в точке гораздо меньшего размера. Благодаря этому, а также благодаря дальнейшему усовершенствованию техники

сжатия импульса, удается добиться максимальной интенсивности для данного значения световой энергии.

Достигнутое в 90-х годах увеличение мгновенной мощности и интенсивности сделало доступным для исследования совершенно новый режим взаимодействия света с веществом, известный как релятивистская оптика. В этом режиме электроны ускоряются до скоростей, близких к скорости света. До появления СРА получение такого взаимодействия было возможно только путем применения очень больших и дорогостоящих лазерных систем.

РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ОПТИКА

Оптику можно определить как изучение взаимодействия энергии со светом. Это определение, возможно, не совпадает с привычным. Тем не менее именно оптические свойства вещества определяются взаимодействием его электронов со светом.

Свет - это электромагнитная волна очень высокой частоты. В такой волне электрическое и маг-

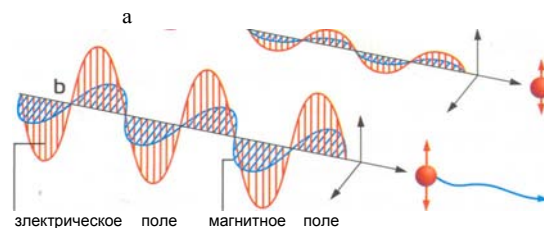
нитное поля перпендикулярны друг другу и направлению распространения самой волны. Если электрон встречается со световой волной умеренной мощности, электрическое поле волны действует на него с некоторой силой и заставляет колебаться. Электрон колеблется параллельно электрическому полю с частотой световой волны, но не обязательно в фазе с ней. В зависимости от того, как электрон связан с атомами вещества, его колебания могут опережать или отставать от колебаний световой волны. Амплитуды и фазы колебаний электрона определяют характер распространения света в веществе, то есть оптические свойства вещества.

В классической оптике амплитуды достаточно малы, поэтому скорость колебаний электронов всегда пренебрежимо мала по сравнению со скоростью света. Однако с приходом лазеров, интенсивность излучения которых выше 10^{18} Вт/см², скорость колебаний электронов приближается к скорости света, и релятивистские эффекты коренным образом меняют реакцию электронов на световое излучение.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ВЕЩЕСТВОМ

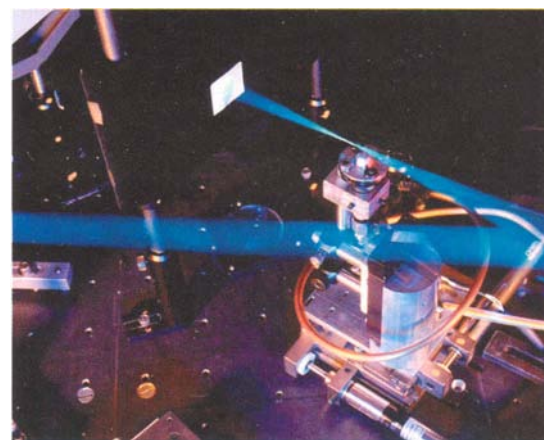
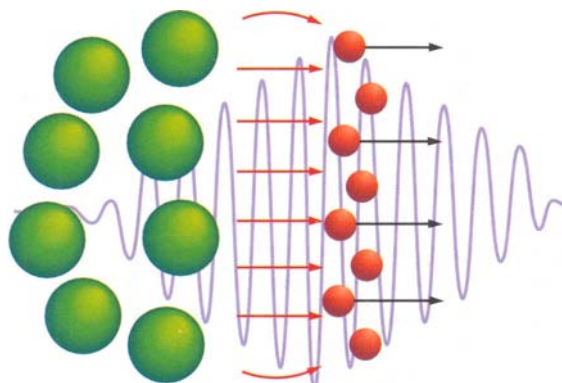
Релятивистская оптика

В случае света обычной интенсивности (а), электрическое поле светового излучения (красные волны) вызывает колебания электронов с относительно малой скоростью. При чрезвычайно высокой интенсивности света (б) электроны движутся со скоростью порядка скорости света, и магнитное поле светового излучения (голубые волны) передает им значительный импульс.



Ускорение в кильватерном поле

Попадающий в плазму свет высокой интенсивности (см. рис. ниже) разгоняет электроны до очень больших скоростей, оставляя позади тяжелые положительные ионы (зеленые) и создавая между этими разделенными зарядами мощное электрическое поле (красные линии). Это разделение зарядов и связанное с ним электрическое поле следует в кильватере светового импульса и может ускорять другие заряженные частицы до очень больших энергий.



Лазерный импульс сверхвысокой интенсивности [добавлен голубым цветом], сфокусированный с помощью параболического зеркала на струю гелия, ускоряет электроны из газа до 60 МэВ на отрезке в один Миллиметр. Флуоресцентный экран [наверху слева] регистрирует пучок высокоэнергетичных электронов.

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЙ СВЕТ

Во-первых, большая скорость увеличивает массу электрона, что сказывается на амплитуде и фазе его колебаний. Что более важно, в такой ситуации значительную роль начинает играть магнитное поле световой волны. Оно действует только на движущийся электрический заряд. В рамках классической оптики сила магнитного поля считается пренебрежимо малой, но при приближении скорости колебаний электрона к скорости света магнитное поле сообщает электронам огромный импульс в направлении светового пучка. Этот эффект играет основную роль в релятивистской оптике.

Взаимодействием света с атомными ядрами в обычных условиях также можно пренебречь, так как масса протонов почти в 2000 раз больше массы электронов, и протоны, следовательно, колеблются гораздо слабее. Но при достаточно большой интенсивности светового излучения оно ускоряет до релятивистских скоростей и протоны. Данный вид взаимодействия можно назвать ядерной оптикой из-за вызываемых им ядерных реакций, таких как, например, реакции синтеза.

«От 0 до 60» (МэВ) НА МИЛЛИМЕТРЕ

Наиболее очевидным результатом использования релятивистской силы сверхинтенсивного лазерного луча является ускорение частиц. Существует множество областей применения ускоренных заряженных частиц - от телевизионных трубок и ускорителей для лечения рака до исследований в области физики высоких энергий. В основе всех ускорителей лежит принцип взаимодействия частиц, таких как электроны или протоны, с электрическим либо магнитным полем. Несмотря на то, что световые волны в рамках классической оптики могут индуцировать сильные электрические поля, эти поля сами по себе не могут эффективно ускорить частицы из-за того, что электрическое поле перпендикулярно направлению распространения волны. Зато при попадании сверхинтенсивного светового импульса в плазму (газ, состоящий из электронов и положительно заряженных ионов) он разгоняет электроны до скоростей, близких к световым, как и было описано выше.

Но это еще не все. Положительно заряженные ионы плазмы, которые тяжелее электронов в тысячи раз, остаются позади. Это разделение положительных и отрицательных зарядов порождает значительное электрическое поле, которое может использоваться для ускорения других частиц. Область сильного электрического поля движется в плазме в виде волны, следующей за световым импульсом. Подобно дельфинам, набирающим

Компактные лазеры сверхвысокой интенсивности возвращают большую науку в обычные университетские лаборатории



скорость при движении в фазе с волной в кильватере корабля, заряженные частицы ускоряются в кильватерных полях лазерного импульса. Такой лазерный ускоритель был впервые предложен в 1979 году учеными Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе Тошики Таджимой (Toshiki Tajima) и Джоном М.Доусоном (John M. Dawson).

Процесс превращения осциллирующего электрического поля светового импульса в кильватерное поле, всегда направленное в одну сторону, называется прямым по аналогии с выпрямителями в электронике, преобразующими переменный ток в постоянный. В традиционных ускорителях, таких как трехкилометровая установка, находящаяся в Стэнфордском центре линейных ускорителей (SLAC), для выпрямления радиоволн с целью регулярного «подталкивания» заряженных частиц вдоль пучка используются металлические резонаторы. (Радиоволны имеют такую же электромагнитную ПРИРОДУ, как и световое излучение, только имеют гораздо более низкую частоту и большую длину волны.) Длину стэнфордского ускорителя пришлось сделать равной 3 км для соотнесения частицам нужного количества энергии, так как ускоряющее поле в каждом резонаторе ограничено. Это поле можно увеличить путем использования радиоволн с меньшей длиной волны и большей интенсивностью, но оба этих параметра ограничены характеристиками резонатора: размер резонатора ограничивает длину волны, а высокая интенсивность излучения приводит к электронному пробое (искрению) стенок металлической камеры. Лазерные ускорители на кильватерных волнах - безрезонаторные устройства и не имеют этого ограничения. Применяя импульсы сверхвысокой интенсивности,

можно ускорять частицы напрямую, подобно лазерной генерации релятивистских электронов, не заключая плазму в резонатор.

В последние годы на лазерных ускорителях электронов и протонов получены пучки с энергией более 50 млн электрон-вольт (МэВ), что сравнимо с энергией, вырабатываемой секцией обычного ускорителя длиной в несколько метров. Такой режим ускорения можно получить с помощью лазерной системы на длине всего в один миллиметр. Большое мгновенное ускорение имеет свои преимущества. Например, один из авторов этой статьи (Умштандер) продемонстрировал электронные пучки в несколько миллионов электрон-вольт, чья «яркость» (по существу, концентрация частиц в пучке) превышает яркость пучков традиционных ускорителей. Это в основном объясняется тем, что у зарядов в пределах одного импульса меньше времени для рассеяния под воздействием их собственного электростатического поля. Кроме того, исследователи показали, что недорогие лазерные ускорители применимы в тех областях, где сейчас используются традиционные ускорители. Например, их можно задействовать для создания нестабильных радиоизотопов, применяющихся в медицинской диагностике, а также для генерации нейтронных и позитронных пучков с целью изучения свойств различных веществ.

Лазерные системы создают пучки, характеризующиеся достаточно широким спектром энергий частиц, что нежелательно для некоторых областей применения. К тому же традиционные системы, как правило, состоят из многих ускоряющих компонентов, таких как трехкилометровый ускоритель SLAC и семикилометровое главное кольцо Те-

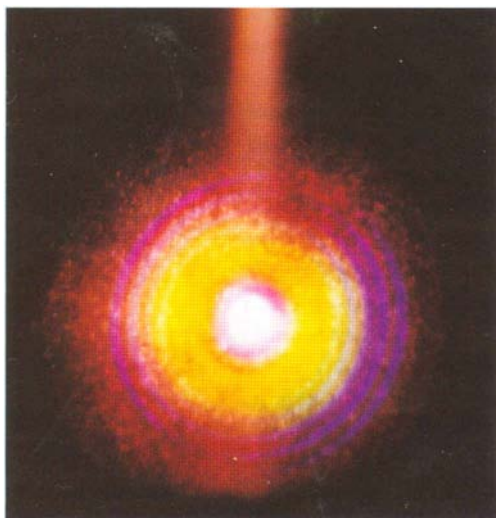
ватрона в лаборатории им. Ферми. Современные исследования в области ускорительных лазерных систем направлены на снижение разброса энергии в пучке и разработку многоступенчатых систем, что позволит повысить энергию пучка. Изучается возможность использования волноводов для увеличения протяженности участка, в котором кильватерное поле ускоряет частицы.

ПЕРЕДНИЙ КРАЙ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИИ

Однако мы не думаем, что в исследовательских центрах физики высоких энергий лазерные ускорители заменят традиционные, такие как Теватрон. Они скорее станут инструментом совершенствования и модификации систем, существующих в настоящее время. Технические параметры лазерных ускорителей позволят при меньших для новых приложений и в новых типах экспериментов. Одним из таких приложений может стать ускорение неустойчивых частиц.

На сегодняшний день Теватрон находится на переднем крае физики высоких энергий, обеспечивая Столкновения протонов с энергией порядка нескольких тераэлектрон-вольт (10^{12} эВ). Его наследник, Большой адронный коллайдер в ЦЕРНе (LHC), также будет использовать протоны. Однако такие столкновения очень сложны и запуганны, так как протоны сами по себе являются образованиями из сильновзаимодействующих частиц - кварков и глюонов. Строение электронов и позитронов проще, чем протонов, следовательно, их столкновения «чище» и допускают более детальное и точное изучение. Зато процесс ускорения этих частиц сопряжен с трудностями, обусловленными потерей легковесными электронами и позитронами слишком большой части энергии. Иначе называемое синхротронное излучение при движении в магнитном поле кольцевого ускорителя.

Одним из решений этой проблемы может стать ускорение мюонов, которые тяжелее электронов в 200 раз и благодаря этому теряют при прохождении через синхротрон в миллиарды раз меньше энергии. К сожалению, мюоны - это неустойчивые частицы и распадаются в среднем через две микросекунды. Лазеры с высокой плотностью потока излучения могут быть использованы для ускорения мюонов до околосветовых скоростей за время, которое короче времени их существования. В этой ситуации на помощь приходит релятивистский эффект замедления времени, продлевая время жизни мюонов пропорционально приобретенной ими энергии и увеличивая тем самым



Небольшие лазеры сверхвысокой интенсивности могли бы работать подобно свечам зажигания, поджигая реакцию термоядерного синтеза на электростанциях будущего.

время работы традиционного ускорителя. Эффективность лазерных ускорителей была бы еще выше для таких частиц, как пионы, время жизни которых равно в среднем 26 наносекундам.

Другим типом экспериментов в физике элементарных частиц, доступным благодаря сверхмощным лазерам, является гамма-гамма коллайдер. Гамма-лучи - это обладающие чрезвычайно большой энергией фотоны, или что равнозначно, световое излучение невероятно высокой частоты, превышающее верхний предел частотного спектра рентгеновского излучения. В результате столкновения лазерного луча высокой мощности и высокоэнергетичного электронного пучка возникает узкий пучок гамма-лучей. По существу, лазерные фотоны отскакивают от электронов за счет комптоновского рассеяния. Энергия гамма-лучей зависит в основном от энергии электронного пучка.

Взаимодействие двух таких гамма-лучей при столкновении значительно проще, чем соударения типа электрон-позитрон или мюон-антимюон. Этот процесс обратен аннигиляции, сопровождающей взаимодействие материи и антиматерии, когда частицы при столкновении превращаются во вспышку излучения. Пары частица-античастица, наоборот, рождаются в столкновениях фотонов. Однако только в случае сверхмощных лазеров в каждом импульсе содержится достаточно фотонов, чтобы вызвать значительное число гамма-гамма соударений. В 1997 году исследователи из Рочестерского университета, Принстонского университета и Университета Теннесси продемонстрировали вариант такой системы и произвели электрон-позитронные пары при столкновении гамма-лучей и лазерных фотонов. Сегодня на всех линейных коллайдерах запланированы гамма-гамма эксперименты, которые дополнят исследования обычных электрон-позитронных столкновений.

ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ РАКА

Лазерные ускорители заряженных частиц, создающие такие сильнопроникающие излучения, как рентгеновские лучи и пучки частиц, могут также использоваться для диагностики и лечения раковых заболеваний. Действительно, на протяжении века рентгеновское излучение используется в области диагностики. В рентгеновской трубке электроны ускоряются в электрическом поле между анодом и катодом. При столкновении с анодом электроны тормозятся, что и вызывает рентгеновское излучение. Разрешение получаемого изображения ограничено размером источника рентгеновского излучения, которым в данном случае является анод диаметром порядка 100 мик-

Рентгенограмма тела крысы демонстрирует высокую степень разрешения, достигаемую при применении рентгеновских лучей, генерируемых микроскопическим участком плазмы, находящейся в фокусе компактного лазера сверхвысокой интенсивности



рон. Минимальный размер опухоли, выявляемой такой системой, - примерно миллиметр. Лазер со сверхвысокой плотностью потока излучения способен генерировать рентгеновские лучи путем простой сфокусировки на соответствующую металлическую мишень. Лазерный пучок ускоряет находящиеся вблизи поверхности металла электроны до больших значений энергии. Проходя через толщу металла, электроны замедляются, создавая мощное рентгеновское излучение. Фокусировка лазерного луча в пятно диаметром в несколько микрон приводит к появлению очень маленького источника рентгеновского излучения, обеспечивая выявление даже самых миниатюрных образований раковых клеток, что позволяет начинать лечение на гораздо более ранней стадии развития болезни. В принципе, при таком способе диагностики можно получить рентгеновское изображение с разрешением в один микрон, т.е. чуть больше длины волны лазера. Группы исследователей из Стэнфордского университета, шведского Лундского университета и Национального института научных исследований в Квебеке уже продемонстрировали такие рентгеновские системы. В радиационной терапии точность (локальность) - ключевой параметр. Цель воздействия: увеличить дозу излучения, направленного на опухоль, до максимальной, сведя к минимуму опасность вредного воздействия на окружающую ткань. Возможность вкладывать точно заданные порции энергии в малые и четко обозначенные области приобретает критическое значение при лечении новообразований в таких чувствительных органах, как головной или спинной мозг. Протоны и ионы

углерода, в отличие от электронов и фотонов, подвержены минимальному боковому рассеянию. Соответственно, пучок остается узким. Эти частицы равномерно и очень медленно теряют энергию вдоль траектории движения и выделяют основную часть своей энергии только в конце пробега. Поэтому более тяжелые по сравнению с электронами и фотонами ионы *могут* обеспечить требуемую точность доставки энергии, необходимой для лечения глубоко расположенных опухолей.

Сейчас в ряде стран проводятся клинические испытания по использованию протонных и углеродных пучков. Одним из основных препятствий повсеместному внедрению терапии на базе пучков частиц является высокая стоимость традиционных ускорителей. Например, постройка Медицинского ускорителя тяжелых ионов, расположенного в Японии, обходится в \$300 млн. Он может обслуживать всего 200 пациентов в год, что представляет лишь малую долю от числа тех, кому могла бы помочь эта форма раковой терапии. В настоящее время лазерные ускорители способны производить ионные пучки с энергией меньше необходимой в 5 раз и слишком большим ее разбросом. Но если решение этих двух проблем будет найдено, то ионная радиотерапия рака станет менее дорогим и более доступным для пациентов средством лечения.

Мгновенная мощность сверхинтенсивного лазера соразмерима с общей мощностью всех электростанций на Земле. В будущем это соотношение может измениться, если лазеры такого типа станут главными элементами термоядерных электростанций, которые будут удовлетворять часть энергетических потребностей человечества. Управляемый термоядерный синтез как источник энергии был целью ученых на протяжении десятилетий, и эта цель все еще далека: В последние годы все большую поддержку среди ученых находит идея термоядерного синтеза с инерционным удержанием плазмы. Ее суть заключается в одновременном обжатии дейтерий-тритиевых топливных капсул со всех сторон десятками или сотнями интенсивных лазерных импульсов. Под воздействием лазерных капсулы сжимаются до огромных значений плотности и нагреваются до высокой температуры. При этом ядра дейтерия и трития вступают в реакцию синтеза - в результате образуется гелий и вы-

деляется большое количество энергии. Лазер «Нова» в Ливерморской лаборатории стал ведущим при проведении подобных испытаний.

Однако компактные лазеры сверхвысокой интенсивности не способны дать достаточно энергии для начала термоядерного синтеза, но, в сочетании с установками типа «Нова» они могут сделать этот процесс доступнее как с экономической, так и с технической точки зрения. Чтобы достичь условий необходимых для поджига реакции синтеза методом сжатия капсул, требуется абсолютно симметричное внешнее воздействие. Малейшие отклонения приводят к неудаче. В рамках новых методов, предложенных учеными в Национальной лаборатории им. Лоуренса в Ливерморе лазеры больших размеров все еще выполняют задачу сжатия топлива до высокой плотности, но от них не требуется доводить температуру до точки поджига реакции. Вместо этого в момент когда топливо почти достигло максимальной плотности капсула бомбардируется ультракоротким импульсом ионов, ускоренных компактным сверхмощным CPA-лазером, действующим как свеча зажигания в двигателе автомобиля. Импульс создает интенсивное горячее пятно, которое поджигает волну термоядерного горения распространяющуюся по остальной части капсулы. Этот прием призван понизить уровень требований к запуску реакции ядерного синтеза с помощью одного только сжимающего импульса а также должен существенно увеличить отношение полученной энергии к затраченной.

Важнейшие принципы технологии быстрого поджига были недавно продемонстрированы исследователями Лаборатории им. Резерфорда-Аплтона (Оксфорд, Англия) и Осацкого университета (Япония). Но, как и всегда в случае исследований в области термоядерного синтеза, требуется приложить значительные усилия, чтобы доказать практическую применимость метода для экономически выгодного производства энергии. Станет этот способ применения лазера основой новой энергетики или останется в памяти как легенда о прошлых поисках - покажет время. У светового излучения сверхвысокой интенсивности интересное и непредсказуемое будущее, простирающееся далеко за границы самых смелых мечтаний Архимеда и Диокла.

1:1-1

ОБ АВТОРАХ

Джерард А. Мору (Gerard A. Mourou) и Дональд Умштандер (Donald Umstander) - одни из основателей Национального научного фонда, спонсировавшего деятельность Научного центра сверхбыстрой оптики Мичиганского университета в Энн Харбор. Мору, директор центра, имеет степень профессора электроинженерных наук. Умштандер является адъюнкт-профессором в областях как ядерной, так и электрической инженерии. Когда они не занимаются ускорением частиц интенсивными лазерами, их можно увидеть скользящими по горнолыжным склонам на сверхвысоких скоростях.



НАУКА И ЖИЗНЬ

112 лет с российским читателем.

«Наука и жизнь» — старейший научно-популярный журнал. Мы дорожим своей репутацией и поэтому публикуем только достоверные материалы из первых рук — от ведущих ученых и специалистов России.

Аудитория одного номера — 300 000 читателей.

Полная версия журнала представлена в сети Интернет, где ежемесячно регистрируется около 10 000 обращений.

Объем журнала — 144 цветных полосы.

Адрес: 101990, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 24.

<http://nauka.relis.ru>

e-mail: mail@nauka.relis.ru

факс: (095) 200-22-59

Отдел связей с общественностью

и рекламы: тел./факс (095) 928-09-24.

Служба распространения: (095) 921-92-55.

Подписные индексы: 70601, 79179, 34174.



Операции на бьющемся СЕРДЦЕ

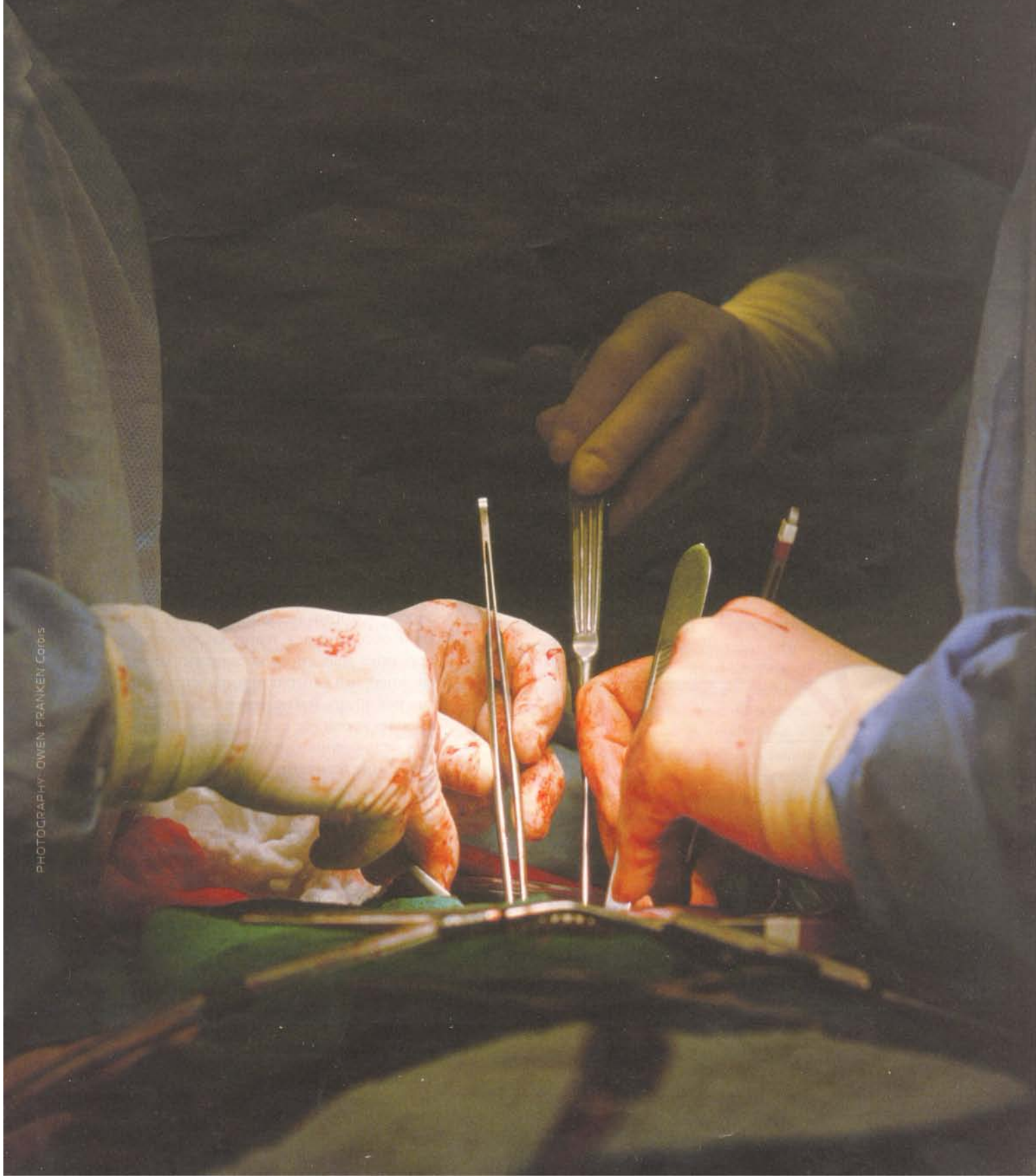
Аортокоронарное шунтирование
спасает сотни тысяч жизней.
Новые методики в хирургии могут сделать
эту операцию **более безопасной
и менее дорогой**

Корнелиус
Берст

Во время операции по аортокоронарному шунтированию вскрывается грудная клетка пациента, останавливается сердце, а с помощью аппарата искусственного кровообращения налаживается кровообращение. После таких процедур период реабилитации пациента может растянуться на несколько месяцев. В последнее время хирурги перешли на более безопасные операции на бьющемся сердце при закрытой грудной клетке



PHOTOGRAPHY: OWEN FRANKEN, C0005



Г-н Патнаки после каждого лестничного пролета останавливается и отдыхает: появляется ощущение, будто слон наступил на грудь. Такая боль является следствием блокады коронарных артерий, через которые кровь, обогащенная кислородом, поступает в сердце. Г-ну Патнаки показано аортокоронарное шунтирование, но он не может себе этого позволить. (В США, например, подобная операция вместе с госпитализацией стоит около \$45 000; в Европе - примерно вдвое дешевле.)

Г-ну Бреннику также показано АКШ, но он занимается разработкой программного обеспечения и боится потерять бизнес. Дело в том, что операции на сердце могут отрицательно влиять на функцию мозга, и г-н Бренник не хочет рисковать. (Г-н Патнаки, г-жа Вейлс и г-н Бренник представляют собой обобщенный портрет пациентов.)

Аортокоронарное шунтирование достаточно распространено - каждый год во всем мире оперируется примерно 800 тыс. человек.

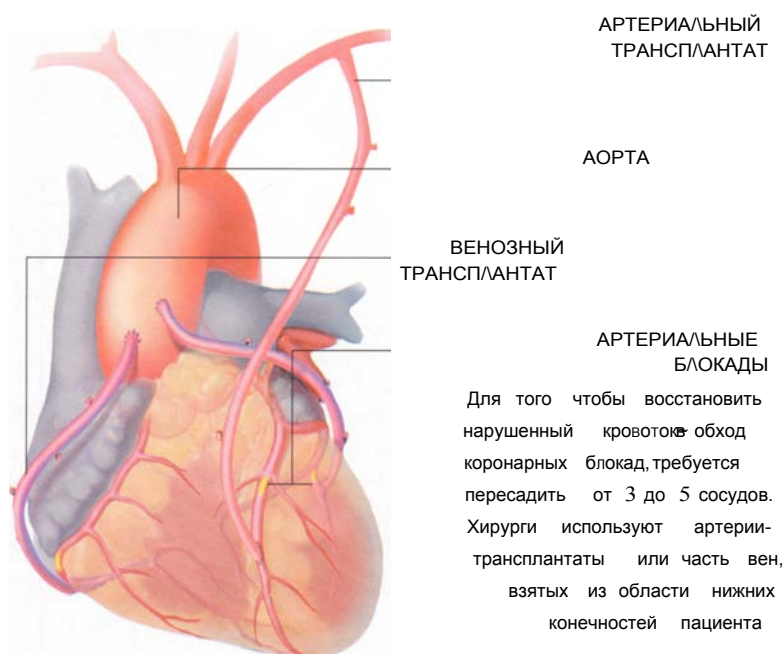
Аортокоронарное шунтирование

достаточно распространено – каждый год во всем мире оперируется примерно 800 тыс. человек

Боли в груди преследуют престарелую г-жу Вейлс при малейшем движении. Для того, чтобы встать с постели и одеться, ей требуется по крайней мере час. Аортокоронарное шунтирование - единственный выход в данном случае. К счастью, дом г-жи Вейлс расположен рядом с кардиологическим центром, и медицинская страховка покрывает все расходы. Поскольку пациентка перенесла инсульт, страдает заболеванием легких и почек, кардиологи рекомендуют воздержаться от операции.

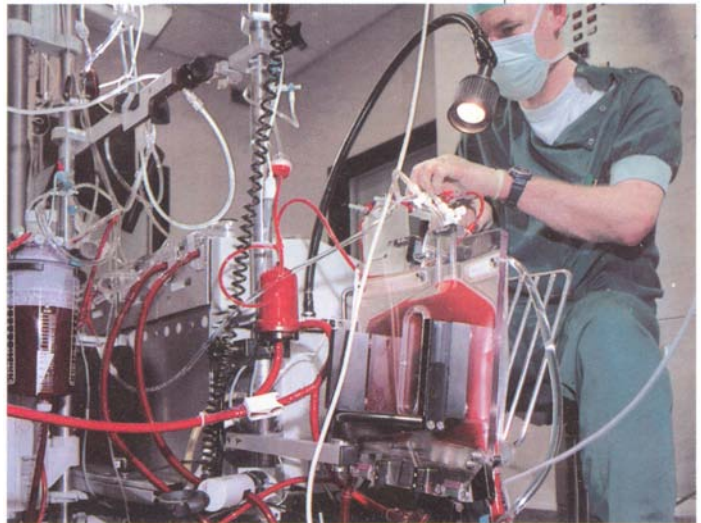
Однако эта операция очень дорогая и рискованная. Для того, чтобы восстановить нарушенный кровоток в обход заблокированных артерий, хирурги должны пересадить здоровый сосуд (взятый из области груди или нижних конечностей пациента) на больной, минуя закупоренное место. Предварительно делается разрез на грудной клетке (при вскрытии грудины происходит ее расширение до полного открытия). Хирургу необходимо остановить сердце примерно на час, чтобы точно наложить шов. Пациент подключается к аппарату искусственного кровообращения, который налаживает циркуляцию крови и обеспечивает ткани кислородом до тех пор, пока врач снова не запустит сердце. Этот самый сложный аппарат применяется в кардиологии уже 40 лет. Тем не менее искусственная циркуляция крови все еще может вызывать серьезные осложнения, особенно у престарелых и ослабленных пациентов. Фактически это и является основной причиной длительного пребывания в клинике (обычно от 6 до 8 дней) и затяжного реабилитационного периода (2-3 месяца). Кроме того, следствием вскрытия грудной клетки могут стать различные инфекционные заболевания, включая застойную пневмонию.

В середине 1990 года появились две новые революционные хирургические технологии в АКШ. Группа исследователей, в которую входил и я, начала проводить пробные операции на бьющемся сердце, не прибегая к помощи сердечно-легочного аппарата. Другие ученые исследовали методы эндоскопической хирур-



ОПЕРАЦИИ НА БЬЮЩЕМСЯ СЕРДЦЕ

Аппарат сердце-легкие используется при аортокоронарном шунтировании. Когда хирурги временно останавливают сердце, этот аппарат поддерживает кровообращение. Однако это может привести к серьезным осложнениям: повышению температуры, потере крови и даже к инфекционным заболеваниям



гии на сердце - операция, которая требует всего несколько разрезов размером с замочную скважину. Я предполагаю, что благодаря этим новым технологиям подобное АКШ станет гораздо безопаснее и дешевле.

Боль в груди, которую испытывают г-н Патнаки, г-жа Вейлс и г-н Бренник, - это результат ишемической болезни сердца (ИБС), более известной как закупорка основных коронарных артерий. Вещества, подобные холестерону, создают в артериях преграды, в конечном итоге сужая эти пропускные каналы. Заблокированная артерия напоминает садовый шланг, на который наступили и поток воды прекратился. Болезнь развивается постепенно. Но у 19% мужчин в возрасте от 30 до 35 лет, проживающих в США, наиболее важные коронарные артерии закрыты уже на 40%. Многие люди среднего возраста ощущают боль в груди даже при небольших физических нагрузках.

Миллионы людей во всем мире страдают от болей в груди, причина которых - атеросклероз. Генетические факторы достаточно сильно влияют на развитие этой болезни, но немаловажную роль играет и образ жизни человека. Убежден, что основным направлением профилактики ишемической болезни сердца должны стать: здоровое питание, занятия спортом, а также отказ от курения.

Чаще всего врач диагностирует боль в груди как начало развития ишемической болезни сердца и назначает пациенту медикаментозное лечение. Некоторые больные выбирают ангиопластику - операцию, при которой кардиолог вводит в закупоренную артерию небольшой удлиненный баллон, который расширяет стенки сосуда. Кардиолог может дополнительно установить внутри сосуда стент (крошечную металлическую конструкцию), чтобы предотвратить закупорку. В случаях, когда сужение артерии предсказуемо,

даже после ангиопластики, операция аортокоронарного шунтирования является наилучшим решением для восстановления нормального притока крови к сердцу. АКШ обычно требует пересадки от 3 до 5 сосудов на сердце. Для фиксации каждого пересаженного сосуда хирурги должны наложить больше дюжины швов и на пересаженный сосуд, и на коронарную артерию.

Необходимость использования аппарата сердце-легкие является одной из основных причин осложнений во время кардиологической операции. Чтобы подключить пациента к этому прибору, врачу необходимо ввести трубки в сердце, перекрыть зажимом аорту и ввести кардиогетический раствор в коронарные артерии, который остановит сердце. Столь сложная процедура может стать причиной смещения частиц атеросклеротических бляшек со стенок аорты. Если они достигнут мозга, то могут спровоцировать инсульт. Более того, при использовании аппарата снижается иммунитет. Часто у пациента поднимается температура. Возможны повреждения внутренних органов и потеря крови во время операции. Бывает, что после операции больной не в состоянии дышать без помощи аппарата для вентиляции легких. Наконец, после остановки сердца могут возникнуть некоторые признаки сердечной недостаточности: падает кровяное давление, ухудшается кровообращение, нарушается функция мочеиспускания. В отдельных случаях оперируемый не может быть отсоединен от аппарата сердце-легкие без помощи механического насоса, поддерживающего нормальную функцию сердца.

Исследования подтверждают, что возможность летального исхода после операции зависит от возраста пациента и его физического состояния. Например, в США риск возрастает

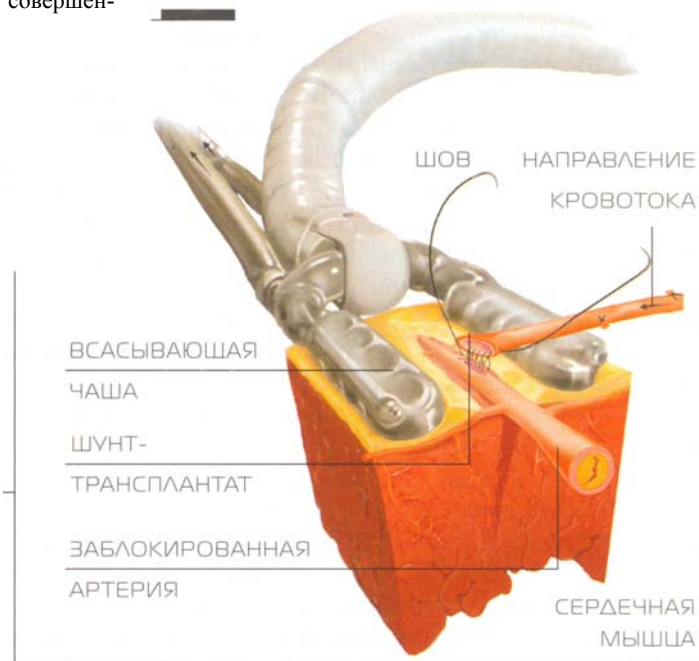
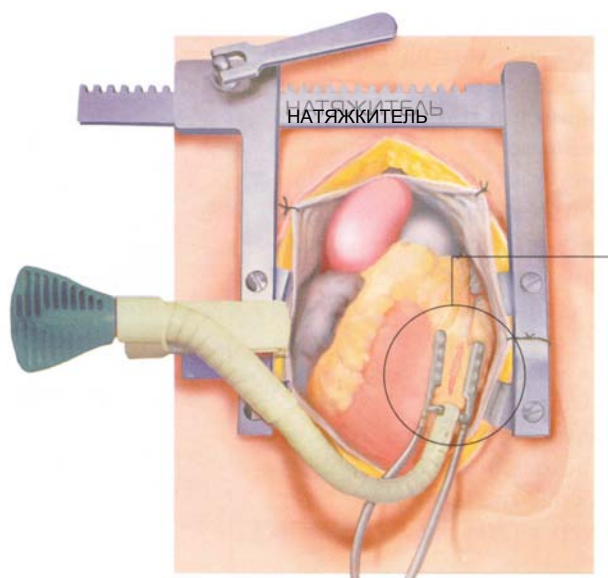
с 1,1% у людей от 20 до 50 лет, до 7,2% - от 81 до 90 лет. У каждого третьего пациента есть хотя бы одна проблема со здоровьем, которая может усложнить операцию. В 1997 году в США было зафиксировано более 100 тыс. обращений в страховые компании в связи с нанесением ущерба здоровью в результате осложнений, возникших в ходе или после АКШ у людей от 65 лет и старше. Из них 4% умерли в больнице, 4% отправлены на домашнее лечение и 10% были выписаны из больницы только через две недели после операции. Потеря памяти, ослабление внимания, физическая слабость и эмоциональная нестабильность часто не дают пациентам вернуться к нормальной жизни в течение как минимум 2 или 3 месяцев. Практическое значение этих потенциальных рисков разнообразно. Если пациенту типа г-на Патнаки потребуется провести дополнительное время для восстановления в больнице, в отделении интенсивной терапии, это будет ему не по карману. Люди, которые перенесли инсульт, рискуют получить повторный, поэтому врач рекомендовал г-же Вейлс отказаться от операции. А возможность потери памяти пугает больных типа г-на Бренника. Последние 15 лет автор этой статьи посвятил изучению и разработке новых, более совершен-

ных способов лечения ишемической болезни сердца. Используя механические приспособления для стабилизации только участка оперируемого органа, где расположен поврежденный сосуд, мне и моим коллегам удалось разработать качественное и не столь дорогое хирургическое лечение этой распространенной болезни. В марте 1993 года в Палм-Коуст, штат Флорида, на симпозиуме, посвященном использованию лазера в медицине и биологии, мне довелось прослушать лекцию Ричарда Сатавы (Richard Satava), военного врача армии США, об использовании дистанционно управляемого робота для проведения экстренных хирургических операций в полевых условиях. Это навело меня на мысль об использовании роботов при операциях на работающем сердце, не вскрывая грудную клетку пациента. Исследуя возможности робототехники в хирургии, я пришел к выводу о возможности проведения операций на работающем сердце без слишком сложного и дорогого оборудования.

ОКТОПУС

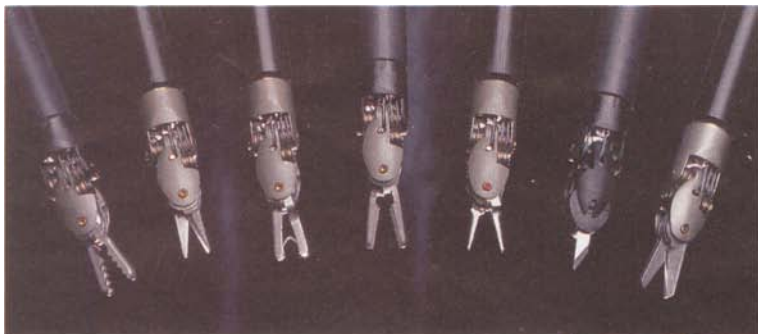
Весной 1994 года мой коллега из Института сердечно-сосудистых и легочных заболеваний в Утрехте кардиохирург Эрик ВЛ. Янсен (Erik W.L. Jansen) и я решили

Стабилизатор сердца «ОКТОПУС», действующий по принципу всасывания, позволяет обездвижить любую часть бьющегося сердца во время операции.



Он крепится к механическому приспособлению, предназначенному для расширения грудины после вскрытия. Несмотря на то, что сердце продолжает нормально работать, пересаженный сосуд остается неподвижным.

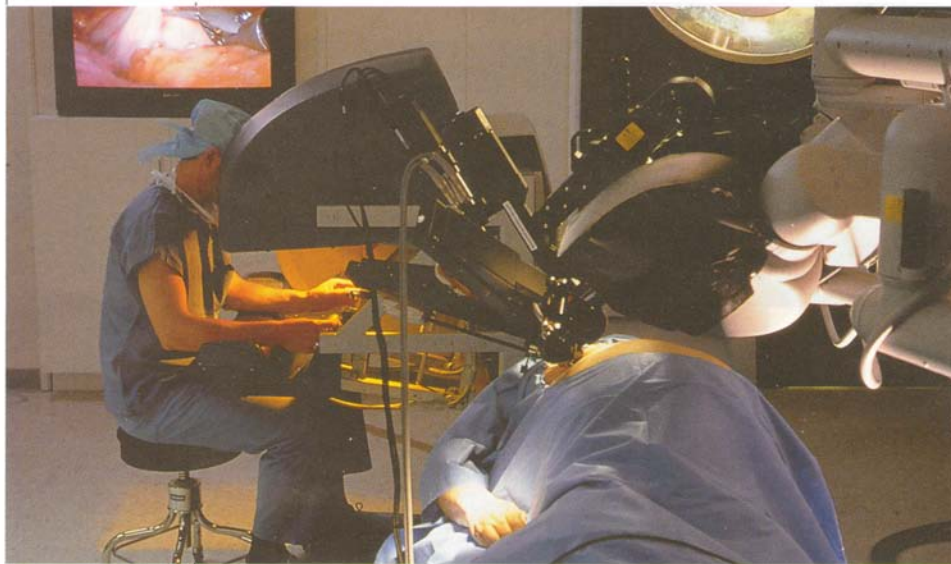
ОПЕРАЦИИ НА БЬЮЩЕМСЯ СЕРДЦЕ



Хирург руководствуется изображением, передаваемым видеокамерой, введенной через небольшой разрез Междуребрами. Он видит грудную клетку изнутри в трех измерениях, а движения его рук на пульте управления точно передаются хирургическим инструментам

воспользоваться результатами независимых исследований, проводившихся в 80-х годах Федерико Дж Бенетти (Federico J. Benetti) из Кардиососудистого хирургического центра в Буэнос-Айресе и Эннио Буффало (Enio Buffallo) из Школы медицины Паулисто Федерального университета Сан-Паулу. В отличие от южноамериканских хирургов, ставивших эксперименты на людях, мы с Янсенем сначала оперировали свиней. Бенетти и Буффало удалось стабилизировать ту часть сердца, на которой была проведена операция по аортокоронарному шунтированию. Они закрепили ее небольшим количеством стабилизирующих швов, наложенных на ткани, смежные с месторасположением сосуда. Ассистент хирурга с трудом сдерживал учащенное биение сердечной мышцы. Вооружившись огромным хирургическим зажимом, при помощи сдавливания он ограничивал в движении только часть бьющегося сердца - эти несколько квадратных сантиметров живой ткани, которые подвергались хирургическому воздействию. Как всегда, другие хирурги сочли слишком сложным этот простой и дешевый метод, поэтому у Бенетти и Буффало сначала было всего несколько последователей.

В марте 1994 года в Утрехте я ассистировал хирургу, и мне довелось держать зажим на сердце. К сожалению, нам не удалось полностью обездвижить необходимый участок, в который должен был быть введен шунт-трансплантат. Но неудача вдохновила меня. Я понял: одно неподвижное механическое приспособление для стабилизации сердца может заменить ненадежные швы и руку человека. В то же время Янсен пытался провести операцию аортокоронарного шунтирования на бьющемся сердце свиньи с помощью прототипа кардиологического стабилизатора, сконструированного техником Риком Мансвелтом Бекком (Rik Mansvelt Beck). Чуть позже к нам присоединился мой коллега по Институту в Утрехте Пол Грюндеман (Paul Grundeman), и мы изобрели кардиологический стабилизатор «Октопус» (в переводе с английского языка - «осьминог») - инструмент, который может обездвижить любую небольшую часть поверхности бьющегося сердца (см. иллюстрации). Всасывающие чаши, соединяющие стабилизатор с сердцем, напоминают щупальца осьминога, что и натолкнуло нас на мысль дать изобретению имя этого морского



Используя дистанционно управляемый робот, хирург находится в некотором отдалении от пациента. Монитор позволяет всем присутствующим наблюдать за ходом операции

животного. Кроме того, осьминожкой звали одну из лабораторных свиней (все наши подопытные животные названы в честь персонажей из фильмов о Джеймсе Бонде). В 1995 году мы впервые использовали «Октопус» во время операции на сердце человека. К середине 2000 года во всем мире с помощью «Октопуса» было уже прооперировано более 50 тыс. человек (больше 400 из них в самом Утрехте). Уровень смертности и во время операции, и спустя 30 дней оказался равен нулю.

Как часто случается, другие исследователи независимо от нас тоже начали разрабатывать механические стабилизаторы. В отличие от «Октопуса», который присасывается к сердцу, большинство других приспособлений основаны на сжатии и трении. Они похожи на огромный хирургический зажим на сердце. Вообще насчитывается 13 разных типов механических стабилизаторов, находящихся в распоряжении кардиохирургов. В 1994 году во всем мире проводилось менее 0,1% коронарных операций без помощи аппарата сердце-легкие. В 1999 году эта цифра возросла до 10%, в 2000 году количество таких операций увеличилось до 15%, а к 2005 году ожидается уже более 50%.

Для больниц, которые испытывают финансовые трудности и недостаток в медицинской технике, особенно сердечно-сосудистой, появилась реальная возможность проводить операции на сердце, в том числе и коронарные.

Новый виток популярности операций на работающем сердце связан с именем Бенетти (Benetty), хирурга из Аргентины. Под его руководством была проведена первая операция с использованием 8 см разрезов между ребрами

на левой стороне грудной клетки. Такая методика может использоваться при АКШ на самой главной коронарной артерии, расположенной на передней стенке сердца. И хотя хирургам приходится рассоединять смежные ребра, подобная операция имеет гораздо менее тяжелые последствия, чем вскрытие всей грудной клетки. Некоторые хирурги сразу оценили преимущества такой технологии для операций на работающем сердце. Среди них были Валаванур Субраманиян (Valavanur Subramanian) из больницы Ленокс Хилл в Нью-Йорке и Мишель Мак (Michael Mack) из Колумбской больницы в Далласе. В ноябре 1994 года Субраманиян на симпозиуме в Риме представил видеозапись операции на работающем сердце с применением разрезов ограниченных размеров. В результате эта методика быстро распространилась по Европе. К тому же блестящие результаты операций на работающем сердце, о которых сообщил Антонио М. Калафиоре (Antonio M. Calafiore) из итальянской больницы Сан-Камилло де Леллис в Чieti, привлекли всемирное внимание. К началу первого международного симпозиума по мини-инвазивной коронарной хирургии, проводившегося в сентябре 1995 года, уже несколько тысяч пациентов подверглись операции прямо на работающем сердце. Операции на работающем сердце пока не смогут полностью вытеснить традиционные операции по АКШ. Но мы продолжаем совершенствовать наш метод, расширяя количество возможных случаев его применения. Например, если кому-то требуется АКШ на задней стенке сердца

ОПЕРАЦИИ НА БЬЮЩЕМСЯ СЕРДЦЕ

(стандартный вариант), то провести его на работающем органе будет очень трудно. Чтобы достичь задней стенки сердца, хирургу необходимо частично вынуть его из полости перикарда. При такой процедуре, если сердце остается активным, оно значительно деформируется и количество крови, которое оно может перекачать, снижается, что в большинстве случаев приводит к серьезному снижению кровяного давления. Ученые открыли несколько простых способов как избежать такого рода опасности. Сотрудник моей лаборатории Грюндеман пришел к заключению что наклон операционного стола вниз на 15-20 градусов (когда голова оперируемого оказывается ниже уровня груди), помогает избежать резкого падения кровяного давления. В бразильской больнице «Реал хоспитал португиз» в Ресифе Рикардо Лима (Ricardo Lima) продемонстрировал еще один элегантный способ,

ХИРУРГИЯ ЧЕРЕЗ ЗАМОЧНУЮ СКВАЖИНУ

Основное преимущество операций на работающем сердце - отказ от аппарата сердце-легкие. К сожалению, по-прежнему остается необходимость вскрытия грудной клетки. Но это препятствие тоже скоро будет преодолено. Например, удаление желчного пузыря, благодаря эндоскопической хирургии, проводится через маленький, не больше замочной скважины разрез. Во время такой операции хирург вводит в разрез жесткую трубку с подсоединенной к ней миниатюрной видеокамерой (эндоскоп), а все остальные инструменты - через два других разреза. Врач при проведении операции руководствуется изображением, передаваемым эндоскопом. Так почему бы не проводить щадящие операции на сердце, делая межреберные разрезы размером не больше одного сантиметра?

В идеале кардиохирурги хотели бы производить минимально проникающие операции по аортокоронарному шунтированию

как достать сердце из груди без сильного изменения кровяного давления. Сейчас большинство хирургов используют технологию захвата сердца перикардиальным мешочком для неполного извлечения сердца из груди.

К середине 2000 года почти 200 тыс. пациентов уже подверглись АКШ на работающем сердце с помощью механического стабилизатора. Первые последовавшие за операциями исследования показали, что на долю таких пациентов пришлось значительно меньше осложнений. Им почти не требовалось переливаний крови; сократилось время, проведенное в отделении интенсивной терапии (с возможным использованием аппарата искусственного дыхания). Путь к выздоровлению для них оказался короче, чем для тех, кто прошел традиционную кардиологическую операцию. К тому же по предварительным расчетам, общая стоимость операции по АКШ снизилась примерно на одну треть. Поскольку исследования проводились на тщательно отобранных пациентах их результаты, возможно, не совсем объективны. Когда закончатся все клинические испытания можно будет говорить об окончательных итогах с учетом всех рисков и преимуществ операций на работающем сердце.

Исследователи из Стэнфордского университета первыми решились на подобную операцию в 1991 году Стэнфордские разработки привели к созданию компании «Хартпорт» (Hartport), которая сейчас функционирует в Редвуд Сити в Калифорнии, где проводятся эндоскопические кардиологические операции без вскрытия грудной клетки на остановленном сердце с применением аппарата сердце-легкие.

Чтобы подсоединить пациента к аппарату сердце-легкие и остановить сердце без вскрытия грудной клетки, все требуемые трубки и катетеры должны были вводиться через паховую область. Эта процедура не всегда проходила гладко. Недостатки традиционных эндоскопических инструментов и ограниченное пространство внутри закрытой грудной клетки привели к тому, что первые операции на сердце с применением эндоскопа были прерваны уже на третьем пациенте. Только делая большие разрезы (от 6 до 8 см), хирурги смогли надлежащим образом пришивать сосуды-трансплантаты на коронарные артерии. К середине 2000 года таким способом было прооперировано более 6 тыс. сердечных больных.

В идеале кардиохирурги хотели бы производить минимально проникающие операции по АКШ: коронарная хирургия при закрытой грудной клетке на работающем сердце. Чтобы избавиться от недостатков традиционных эндоскопических инструментов, ученые с большой осторожностью начали применять для таких операций роботизированные эндоскопические системы. Таким образом, врачи стали оперировать хирургическими инструментами не напрямую, а через дистанционно управляемого робота. Хирурги видят грудную клетку изнутри в трех измерениях, и движения их рук на пульте управления точно передаются хирургическим инструментам, находящимся

Дуглас Бойд (Douglas Boyd) использовал роботизированную хирургическую систему «Зевс», разработанную компанией «Компьютерное движение» (Computer Motion), Гоleta, Калифорния, для проведения первой компьютеризированной операции на работающем сердце при закрытой грудной клетке. Но в отличие от операции на работающем сердце с ограниченными размерами разрезов и одним шунтом, которая проводится в течение двух часов, эта первая попытка длилась почти целые сутки. К середине 2000 года хирурги пяти медицинских центров, из Мюнхена, Лейпцига, Дрездена, Лондона, Онтарио, снизили продолжительность операционного времени до 2-5 часов, проведя 25 успешных операций

ПРАКТИКУЮЩИЕ ХИРУРГИ СМОГУТ ПРОВОДИТЬ УЧЕБНЫЕ ЭНДОСКОПИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ ТАК ЖЕ, КАК ПИЛОТЫ ПРОВОДЯТ УЧЕБНЫЕ ПОЛЕТЫ

внутри грудной полости. В действительности компьютер автоматически фильтрует эти движения, чтобы отсеять естественную дрожь рук, повышая точность всех движений.

Первыми хирургами, воспользовавшимися преимуществами роботизированного оборудования для проведения операций на сердце при закрытой грудной клетке (но с использованием аппарата сердце-легкие), были: Фридрих Мор (Friedrich Mohr), Фолькмар Фальк (Volkmar Falk) и Анно Дигелер (Anno Diegeler) из Центра коронарной хирургии Лейпцигского университета, а также Ален Карпантье (Alain Carpentier) и Дидье Люмэ (Didier Loulmet) из больницы Брюссэ в Париже. В 1998 году была предпринята попытка объединить хирургические технологии врачей из компании «Хартпорт» методом проведения операций при помощи роботизированной эндоскопической системы. Использовали систему «да Винчи» (da Vinci), которая была разработана компанией «Интуитивная хирургия» (Intuitive Surgical) из Маунтен Вью, штат Калифорния.

В сентябре 1999 года в университете Медицинского центра Восточного Онтарио

на работающем сердце при закрытой грудной клетке с одним шунтированием.

Роботизированная техника для операций при закрытой грудной клетке, похоже, становится неотъемлемой частью операционных. В скором времени практикующие хирурги смогут проводить учебные эндоскопические операции так же, как пилоты проводят учебные полеты, а врачи будут иметь возможность отретировать назначенные операции. Будущие нововведения также помогут облегчить хирургическое лечение тяжелых сердечных заболеваний. Например, усовершенствование зажимов позволит хирургам быстро присоединять обходные сосуды без наложения швов. Скоро АКШ может вообще прекратить свое существование. Между тем усовершенствование кардиохирургии и поддержание приемлемой стоимости операции сделает хирургическое лечение коронарной болезни сердца доступным всем пациентам, которым оно показано. Несмотря на развитие новых хирургических технологий, профилактика сердечных заболеваний должна занимать главенствующее место в медицинской практике.

ОБАВТОРЕ

Корнелиус Берст (Cornelius Borst) - профессор экспериментальной кардиологии в медицинском центре университета в Утрехте (Нидерланды). В 1981 году он был назначен председателем экспериментальной кардиологической лаборатории в Утрехте, Корнелиус Берст специализируется в области механизма атеросклеротических коронарных сужений и расширений, являющихся последствием ангиопластики,



Найдётся всё.

Яndex®
www.yandex.ru


ПЕРВЫЕ ЗВЕЗДЫ ВСЕЛЕННОЙ

Самые ранние звезды,
исключительно массивные и яркие,
изменили ход космической истории

**Ричард
Ларсен**

**ВоЛкер
Бромм**

Множество светящихся объектов заполняют нашу Вселенную. В ясную безоблачную ночь тысячи звезд привлекают наш взор. но они - лишь часть ближайшей галактики - Млечного Пути. Вооружившись телескопом, мы увидим грандиозную сферу, сияющую светом миллиардов галактик. Согласно современным представлениям космологии, на протяжении длительного периода своей ранней истории Вселенная была темной и безликой. Возможно, первые звезды появились лишь спустя 100 млн лет после Большого взрыва. Прошли миллиарды лет, и множество галактик заполнило КОСМОС. Как же происходил этот переход от тьмы к свету?



На самой ранней стадии структура космоса имела ячеистую форму, подобную сети сплетенной из нитей. Первые протогалактики, системы с довольно малым поперечным размером – от 30 до 100 световых лет, располагались в узлах ячеек этой сети. Внутри протогалактик области плотного газа сжимались, что приводило к образованию первых звезд

В ходе десятилетий интенсивных исследований ученые проделали огромную работу для решения этого вопроса. Используя сложнейшие компьютерные методики, космологи смоделировали возможные варианты развития флуктуаций плотности вещества с момента Большого взрыва до появления первых звезд. Кроме того, наблюдения за удаленными квазарами позволили исследователям вернуться в прошлое и представить себе картину последних дней «темной космической эры».

В соответствии с разработанными моделями первые звезды обладали значительной массой и невероятной яркостью. Их возникновение стало ключевым моментом, определившим развитие

объекта можно установить по так называемому красному смещению, которое показывает, насколько значительно расширилась Вселенная с той поры, когда зародился этот свет. Квазары и самые старые из наблюдаемых сегодня галактик датируются миллиардами лет с момента Большого взрыва (принимая фактическую величину возраста Вселенной в 12-14 млрд лет). Исследователям необходимы самые совершенные телескопы для наблюдения за еще более удаленными объектами, которые принадлежат к более ранним эпохам. Опираясь на анализ реликтового излучения, возникшего через 400 тыс. лет после Большого взрыва, космологи приходят к определенным выводам о раннем состоянии Вселенной.

Характер этого излучения указывает на то, что в эпоху его рождения материя была распределена равномерно. Поскольку в тот момент не было больших светящихся объектов, способных нарушить первоначальное распределение, то оно должно было сохраняться довольно однородным и лишены каких-нибудь характерных особенностей на протяжении последующих миллионов лет.

Вследствие расширения космоса реликтовое излучение испытывает красное смещение (длина его волны смещается в область больших длин волн), которое свидетельствует о том, что Вселенная интенсивно охлаждалась и темнела. Астрономы не могли наблюдать эту темную эру спустя миллиарды лет после Большого взрыва появились светящиеся галактики и квазары, поэтому первые звезды должны были сформироваться несколько раньше.

Когда же возникли эти первые светящиеся объекты и как происходило их формирование?

Многие астрофизики, включая Мартина Риса (Martin Rees) из Кембриджского университета и Абрахама Лоеба (Abraham Loeb) из Гарвардского университета, пытались ответить на эти вопросы. Новейшие исследования, в основе которых лежат стандартные космологические модели позволяют проследить развитие Вселенной с момента Большого взрыва. Хотя на ранней стадии Вселенная была в основном однородной, анализ реликтового излучения указывает на существование незначительных флуктуаций плотности сгущений в изначальной среде.

Модели показывают, что сгущения постепенно развиваются в структуры, контролируемые гравитационным взаимодействием. Сначала формируются малые системы, которые впоследствии собираются в грандиозные скопления. Области повышенной плотности принимают ячеистую форму, напоминающую сеть. В узлах этой сети

КРАТКИЙ ОБЗОР: ПЕРВЫЕ ЗВЕЗДЫ

☑ Компьютерное моделирование позволяет предположить, что первые звезды должны были появиться через 100 - 250 млн лет после Большого взрыва. Они, возможно, формировались внебольших протогалактиках, которые в ранней Вселенной развивались в результате флуктуаций плотности.

☑ Поскольку протогалактики не содержали других элементов кроме водорода и гелия, то, в соответствии с физикой образования звезд, формировались преимущественно тела, которые были во много раз массивнее и ярче Солнца.

☑ Излучение самых ранних звезд вызывало ионизацию окружающего их газообразного водорода. Некоторым звездам взрывались как сверхновые, рассеивая тяжелые элементы по всей Вселенной. Наиболее массивные звезды коллапсировали в черные дыры. В то время как протогалактики сливались и формировали галактики, черные дыры, возможно, начинали концентрироваться в галактических центрах

Вселенной. Эти звезды изменили динамику космоса. Нагревая и ионизируя окружающий газ, они обеспечили образование и распределение первых тяжелых химических элементов, проложив тем самым путь для формирования солнечных систем, таких как наша. Сжатие некоторых первых звезд послужило толчком к последующему формированию сверхмассивных черных дыр, которые стали источниками энергии мощных квазаров. В итоге первые звезды предопределили возникновение и развитие Вселенной.

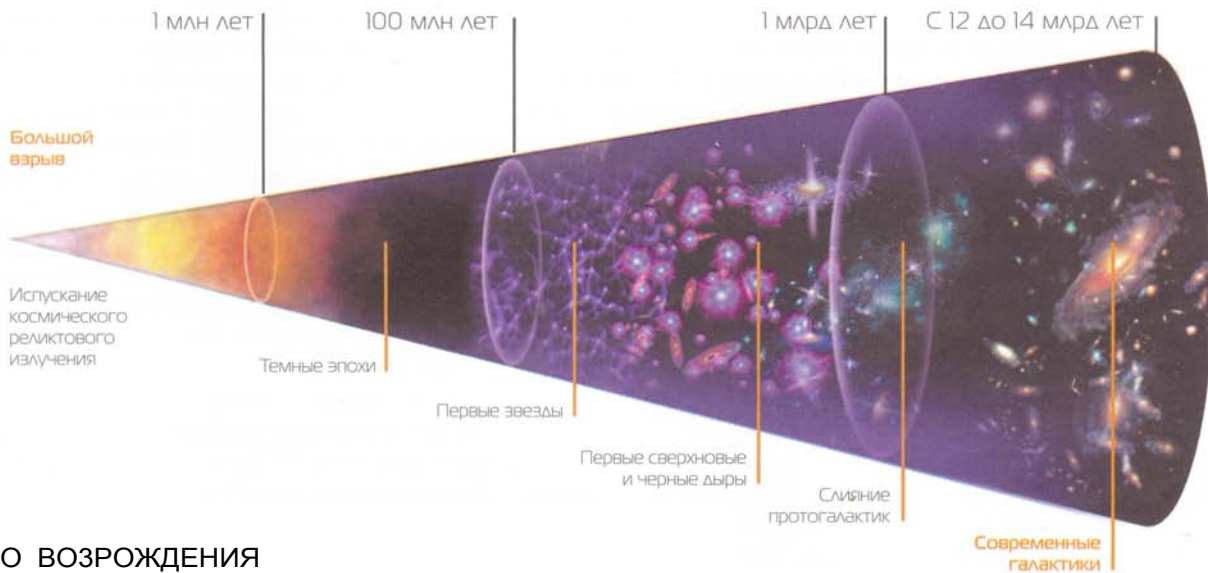
ТЕМНАЯ ЭПОХА

Отсутствие непосредственных наблюдений затрудняет исследование ранних стадий развития Вселенной. Однако астрономы смогли изучить большую часть истории Вселенной, направляя свои телескопы на далекие галактики и квазары, излучавшие свет миллиарды лет назад. Возраст любого космического светящегося

КОСМИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ВРЕМЕНИ

От темных эпох ...

После испускания космического микроволнового реликтового излучения (ОКОЛО 400 тыс. лет после Большого взрыва) во Вселенной нарастал холод и темнота. Но космическая структура последовательно развивалась из флуктуаций плотности, оставшихся от Большого взрыва.



...ДО ВОЗРОЖДЕНИЯ

С появлением первых звезд и протогалактик (возможно, 100 млн лет после Большого взрыва) начинается последовательность событий, которые преобразили Вселенную.

объединяются прародители первых звезд - небольшие протогалактики. Подобным же образом протогалактики затем сливаются, образуя галактики которые собираются в группы - галактические скопления.

Этот процесс продолжается непрерывно. Несмотря на то что к настоящему времени фаза галактического формирования почти завершилась, галактики все еще собираются в скопления которые в свою очередь объединяются в громадную ячеистую структуру, простирающуюся через Вселенную.

Построенные космологические модели позволяют предположить, что первые небольшие образования, способные порождать звезды, должны были появиться во временном интервале от 100 до 250 млн лет после Большого взрыва. Протогалактики должны были быть массивнее солнца в 100 тыс. - 1 млн раз, а их поперечный размер мог достигать от 30 до 100 световых лет. Подобными характеристиками обладают облака молекулярного газа (туманности) в Млечном Пути, где непрерывно формируются звезды. И все же первые протогалактики должны были иметь некоторые принципиальные отличия. Во-первых, они должны были состоять главным образом из темной материи, предположительно из элементарных частиц, которые, как принято считать, составляют более 90% всей массы Вселенной. На современном этапе развития в больших галактиках темная материя отделена от обычной материи: со временем обычная материя концентрируется во внутренней области галактики, тогда как темная материя остается рассеянной

по всему громадному внешнему ореолу (гало). Но изначально в протогалактиках обычная материя должна была быть смешана с темной.

Второе важное отличие состоит в том, что протогалактики не должны были содержать значительного количества химических элементов, за исключением водорода и гелия, образовавшихся в результате Большого взрыва. Большинство тяжелых элементов возникло в процессе реакции термоядерного синтеза, происходящего в звездах. Поэтому они не могли появиться прежде чем сформировались первые звезды. Для обозначения любых тяжелых элементов астрономы используют термин «металлы». Молодые богатые металлами звезды в Млечном Пути называют звездами первой популяции, а старые, бедные металлами - звездами второй популяции. Следуя этой терминологии, светила, вовсе не содержащие металлы принадлежат к самому первому поколению, иногда называют звездами третьей популяции.

Физические процессы образования первых звезд при отсутствии металлов должны быть намного проще, нежели те, которые происходят ныне в облаках молекулярного газа. Собственно говоря, космологические модели позволяют полностью описать начальные условия, предшествовавшие первой генерации звезд. С другой стороны, звезды, которые образуются из облаков молекулярного газа, рождаются в более сложных условиях, которые меняются под воздействием процесса звездообразования. Вот почему моделировать

процесс формирования первых звезд значительно проще, нежели создавать модели их формирования в текущий момент. В любом случае эта проблема из области теоретических изысканий.

Исследователи широко используют технологии компьютерного моделирования для описания физической картины образования самых ранних звезд.

Группа ученых, в состав которой входили Том Абел (Tom Abel), университет штата Пенсильвания, Грег Брайн (Greg Bryan) Массачусетский Технологический институт и Мишель Норман (Michael L. Norman), Калифорнийский университет в Сан-Диего построила самую достоверную модель. Автор этой статьи в содружестве с Паоло Коппи (Paolo Coppi), Уэльский университет, выполнили простое моделирование хотя и намеревались исследовать широкий диапазон возможностей. Тору Тсурибе (Toru Tsuribe), Осацкий университет провел подобные расчеты, используя более мощные компьютеры. Фумитака Накамура (Fumitaka Nakamura) университет Ниигаты, и Масаюки Уемуро (Masayuki Umemura), университет Цукуба, использовали идеализированное моделирование, которое дало весьма поучительные результаты.

Все эти исследования различаются в деталях, тем не менее все они дают описания физической картины того как должны были родиться самые первые звезды.

ДА БУДЕТ СВЕТ!

Моделирование позволяет предположить, что изначальные облака газа скорее всего, формировались в узлах мелкочаистой нитевидной сети и затем сжимались под действием собственной гравитации. Сжатие разогревало газ до температур выше 10000 Кельвина. Атомы водорода в плотном горячем газе образовывали некоторое количество молекулярного водорода которое начинало охлаждать наиболее плотную часть газовой смеси, испуская инфракрасное излучение после соударения с атомами водорода. В результате температура в наиболее плотных областях понижалась до 200- 300⁰ Кельвина тем самым уменьшая давление и позволяя им сжиматься в гравитационно связанные сгущения.

Охлаждение играет существенную роль, позволяя обычной материи отделиться от темной. Охлажденный водород собирается в дискообразную вращающуюся конфигурацию. Но, поскольку частицы темной материи не излучают и, следовательно, не теряют энергию, они остаются рассеянными в изначальном облаке. Таким образом, формирующая звезду система должна напоминать миниатюрную галактику с диском из обыкновенной

материи и окружающим ее ореолом из темной. Внутри диска наиболее плотные сгущения газа должны непрерывно сжиматься. В результате некоторые из них достигают состояния коллапса, объединяются и становятся звездами.

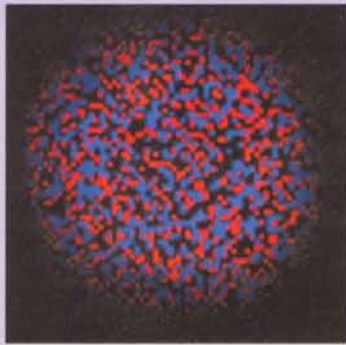
Первые звездообразующие сгущения были значительно горячее, чем облака молекулярного газа, в которых сейчас образуется наибольшее количество звезд. Частицы пыли и молекулы содержащие тяжелые элементы на современном этапе эффективно охлаждают облака до температур порядка 10⁰ Кельвина.

Минимальную массу, которую должно иметь сгущение газа чтобы коллапсировать под действием собственной гравитации, называют массой Джинса. Она прямо пропорциональна квадрату температуры газа и обратно пропорциональна квадратному корню давления газа. В начальных звездообразующих системах давление должно было достигать значений, характерных для облаков молекулярного газа в наши дни. Но, поскольку температуры в первых коллапсирующих сгущениях газа были почти в 30 раз выше, чем в молекулярных облаках, их масса Джинса должна была быть почти в 1000 раз больше.

Для молекулярных облаков, расположенных вблизи Млечного Пути, масса Джинса приблизительно равна массе Солнца, а массы до звездных сгущений в этих же облаках оказываются близкими к ней. Если принять коэффициент масштабирования равным 1000, то можно оценить значения масс первых звездообразующих сгущений - они должны были составлять от 500 до 1000 солнечных масс. Интересно отметить, что все упомянутые выше компьютерные модели показали, что массы, необходимые для формирования звезд, должны в сотни и более раз превосходить массу Солнца, что соответствует приведенной оценке.

Вычисления нашей группы наводят на мысль о том что предсказанные значения масс сгущений, необходимых для формирования первых звезд, не очень чувствительны к выбору космологических условий (например, к истинной природе возникновения изначальных флуктуаций плотности). Действительно, значения масс прежде всего определяются физикой молекул водорода и лишь затем космологической моделью или методом моделирования. Одной из причин этого служит то, что молекулярный водород не может охладить газ ниже 200⁰ Кельвина, устанавливая тем самым нижний предел температуры скоплений способных сформировать первую звезду Другая причина состоит в том, что охлаждение молекулярным водородом становится неэффективным при более высоких

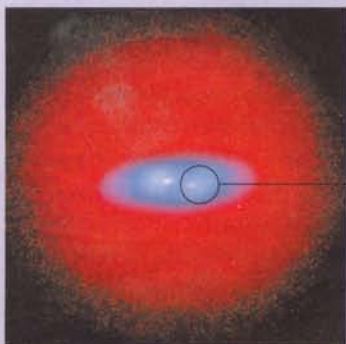
РОЖДЕНИЕ И ГИБЕЛЬ ПЕРВЫХ ЗВЕЗД



Изначальный Хаос

Процесс, который привел к сотворению первых звезд, сильно отличался от процесса формирования звезд, происходящего сейчас. Но фиолетовая гибель некоторых из этих звезд обозначила путь развития Вселенной до того состояния, в котором мы видим ее сегодня.

1 Системы, сформировавшие первые звезды, – небольшие протогалактики, образованы в основном из элементарных частиц, известных как темная материя (показаны красным цветом). Обыкновенная материя – главным образом газообразный водород (голубой цвет) – первоначально была перемешана с темной материей.



2 Охлаждение водорода обусловило возможность сжатия обыкновенной материи, в то время как темная материя продолжала оставаться в рассеянном состоянии. Водород собирался в диск в центре протогалактики.



3 Области наиболее плотного газа сжимались в скопления, каждое из которых было в сотни раз массивнее Солнца. Некоторые из этих газовых скоплений коллапсировали с образованием очень массивных, светящихся звезд.



4 Ультрафиолетовое излучение от этих звезд ионизировало окружающий их нейтральный газообразный водород. По мере того как росло число образовавшихся звезд и исчезали границы областей ионизированного газа, межгалактический газ становился ионизированным.



5 Спустя несколько миллионов лет, в конце их короткой жизни, некоторые из этих первых звезд взрываются как сверхновые. Наиболее массивные коллапсируют в черные дыры.



6 Гравитационное взаимодействие обуславливает притяжение протогалактик друг к другу. Весьма вероятно, что их столкновения давали начало процессу формирования звезды, точно так же, как сейчас происходит слияние галактик.



7 Весьма вероятно, что черные дыры сливались, образуя сверхмассивную дыру в центре протогалактики. Газ, вращаясь в этой дыре, должен был генерировать квазароподобное излучение.

плотностях, которые возникают, когда скопления начинают коллапсировать. При этих плотностях молекулы водорода сталкиваются с другими атомами прежде, чем успевают испустить фотон инфракрасного излучения, что увеличивает температуру газа и замедляет темп сжатия, по крайней мере до тех пор пока скопления не достигнут нескольких сотен солнечных масс.

Что же было результатом коллапса скоплений? Были ли это звезды с одинаково большими массами или сгущения разделились на отдельные фрагменты и образовали много небольших звезд? Группы исследователей построили свои вычисления так, чтобы охватить весь путь развития скоплений вплоть до формирования звезд, и не обнаружили сколько-нибудь заметной тенденции их перехода в фрагментарную фазу.

Это соответствует современному пониманию процесса звездообразования. Как наблюдения, так и моделирование показывают, что фрагментация звездообразующих скоплений обычно ограничивается образованием двойных систем (две звезды вращающиеся вокруг друг друга). Еще менее вероятным представляется фрагментация изначальных скоплений, поскольку вследствие неэффективности охлаждения молекулярным водородом должно поддерживаться высокое значение массы Джинса. Моделирование еще не может дать точный ответ, поэтому пока нельзя исключать образование двойных систем.

Различные группы исследователей по-разному оценивают то, насколько массивными должны были быть первые звезды. Абел, Брайн и Норман утверждают, что эти звезды, вероятно, имели массу не более 300 солнечных масс. Вполне реальным, на наш взгляд, представляется значение в 1000 масс Солнца. Следует отметить, что оба мнения могут быть справедливыми при различных условиях: массы самых первых звезд не должны превышать 300 солнечных. В то же время звезды, образовавшиеся несколько позже в результате сжатия грандиозных протогалактик, могли иметь большие массы. Следует заметить, что из-за эффектов обратной связи получить количественные оценки довольно трудно. Действительно, как только образуется массивная звезда, она испускает интенсивное излучение происходит истечение материи, уносящее некоторое количество газа из коллапсирующего скопления. Но поскольку эти эффекты сильно зависят от наличия тяжелых элементов в газе, они не в состоянии оказать сильное влияние на наиболее древние звезды. Таким образом, можно заключить, что первые звезды во Вселенной были во много раз массивнее и горячее Солнца.

КОСМИЧЕСКИЙ РЕНЕССАНС

Какое влияние оказали

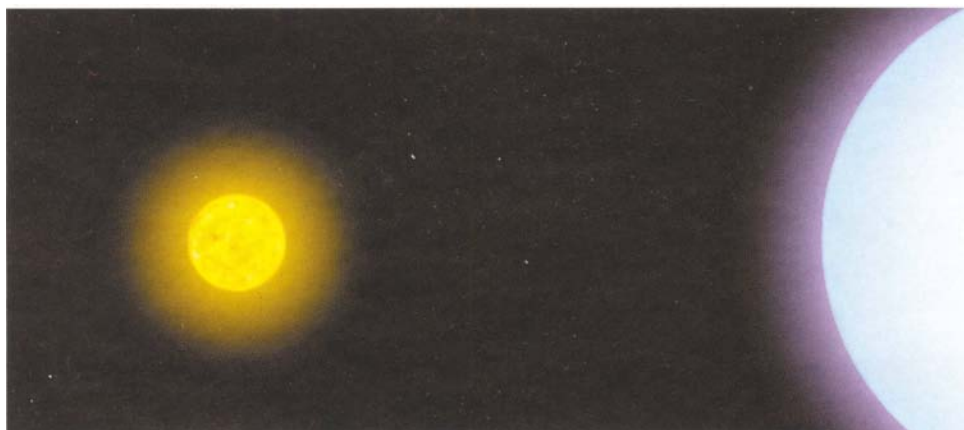
первые звезды на состояние Вселенной? Важное свойство звезд, не содержащих тяжелые элементы, состоит в том, что их поверхность имеет более высокую температуру, чем верхние слои звезд, по составу напоминающих Солнце. Выработка ядерной энергии в центре звезды, не содержащей металлы оказывается малоэффективной, следовательно, такая звезда должна быть горячее и компактнее чтобы производить достаточное количество энергии для противодействия гравитации. Вследствие более компактной структуры, ее поверхностные слои также должны быть горячее. В содружестве с Рольфом-Питером Кудритским (Rolf-Peter Kudritzki) Гавайский университет и Абрахамом Лоебом (Abraham Loeb), Гарвард, один из нас - Бромм (Bromm) разработал теоретические модели звезд с массами от 100 до 1000 солнечных. Модели показали, что температура поверхности таких звезд достигает $100\,000\text{ }^{\circ}\text{K}$, что приблизительно в 17 раз превосходит температуру поверхности Солнца. Следовательно, первый звездный свет во Вселенной должен был быть главным образом ультрафиолетовым излучением от очень горячих звезд. Ему предстояло разогреть и ионизировать газообразные водород и гелий, окружавшие эти звезды вскоре после их образования.

Мы называем это событие «космическим ренессансом». Астрономы не могут пока оценить сколько газа во Вселенной сконденсировалось в первые звезды. Однако даже одной стотысячной вполне хватило бы для того, чтобы ионизировать значительное количество оставшегося газа. Поскольку первые звезды испускали свет, расширяющаяся сфера ионизированного газа должна была сформироваться вокруг каждой из них. За сотни миллионов лет возникало все больше и больше звезд, сферы ионизированного газа должны были окончательно слиться, и межгалактический газ должен был стать полностью ионизированным.

Ученые из Калифорнийского технологического института и исследователи из проекта «Слоановский цифровой обзор неба» недавно нашли доказательство этого процесса ионизации. Исследователи наблюдали сильное поглощение ультрафиолетового света в спектре квазаров, которые сформировались спустя почти 900 млн лет с момента Большого взрыва. Эти результаты дают основание полагать что последние области нейтрального водорода были ионизированы тогда же. Для ионизации гелия требуется больше энергии, чем для ионизации водорода но, если первые звезды бы-

Сравнение характеристик

Компьютерное моделирование позволило ученым сделать некоторые предположения о возможных массах, размерах и других характеристиках ранних звезд. Нижеприведенные цифры дают сравнительную характеристику Солнца и первых звезд.



масса:

радиус:

светимость:

температура поверхности:

время жизни:

Солнце

1,989 x 10³⁰ кг

696 000 км

3,85x10²³ кВт

5780 К

10 Млрд лет

Первые звезды

от 100 до 1000 Солнечных масс

от 4 до 14 Солнечных радиусов

1-30 млн Солнечной светимости

100 000 - 110 000 К

3 млн лет

ли столь массивны, как предполагается, их излучение должно было ионизировать одновременно и водород и гелий. С другой стороны, если массы первых звезд были не столь велики гелий должен был быть ионизован позднее энергетическим излучением квазаров. В будущем наблюдения за далекими объектами помогут определить когда произошла ионизация гелия во Вселенной.

Если первые звезды были и в самом деле очень массивны, то их период жизни - всего несколько миллионов лет. Некоторые из этих звезд в конце концов должны были взорваться как сверхновые, испуская металлы, образованные в реакциях синтеза. Для звезд массивнее солнца в 100-250 раз, так же как и для первых звезд, значения масс которых попадают в этот интервал, предсказывается полное разрушение под действием энергетических взрывов. Так как металлы более эффективны, чем водород для охлаждения звездообразующих скоплений, и способствуют их коллапсированию в звезды, то выработка и рассеяние даже малого их количества может оказать заметное влияние на процесс формирования звезд.

Работая в содружестве с Андреа Феррарой (Andrea Ferrara), Флорентийский университет, мы обнаружили, что, когда количество металлов в звездообразующих облаках начинает превышать значение в одну тысячную от их количества в Солнце, металлы быстро охлаждают газ до температуры космического реликтового излучения. (Эта температура падает с расширением Вселенной, достигнув 19° кельвина спустя Миллиардлет после того, как произошел Большой взрыв, и 2,7° Кельви-

на к текущему моменту) Столь эффективное охлаждение позволяет образовываться звездам с существенно меньшими массами и может значительно ускорить темп их рождения. Возможно, в действительности темп образования звезд не ускоряется до тех пор, пока не будут наработаны первые металлы. В этом случае именно звездам второго поколения Вселенная обязана своим космическим рождением.

К началу активного периода рождения первых звезд космическая реликтовая температура должна была быть выше температуры молекулярных облаков (10⁰ Кельвина). Пока температура не понизилась до этого уровня - что произошло около 2 млрд лет после Большого взрыва, - условия благоприятствовали образованию именно массивных звезд. В результате значительное количество таких звезд могло сформироваться на ранних стадиях образования галактик, когда слияние протогалактик происходило весьма интенсивно. Подобное явление могло произойти в современной Вселенной, когда столкновение двух галактик приводило к вспышке звездообразования, то есть и к увеличению темпа формирования звезд. Сейчас такие события довольно редки, однако они могут привести к рождению определенного числа массивных звезд.

ЗАГАДОЧНАЯ ОЧЕВИДНОСТЬ

Предположения о возникновении первых звезд заставляют задуматься о некоторых загадочных явлениях в современной Вселенной. Одна из нерешенных проблем заклю-

чается в том что галактики содержат в себе меньшее количество звезд, бедных металлами, чем следовало ожидать если исходить из того, что металлы нарабатывались со скоростью, пропорциональной скорости звездообразования. Это противоречие можно объяснить, предположив, что в процессе формирования ранних звезд увеличивалось количество образовавшихся массивных звезд. Умирая они должны были рассеивать больше металлов, которые затем входили в состав малых звезд. Другая загадка - почему горячий межгалактический газ в галактических скоплениях, испускающий рентгеновское излучение содержит в избытке металлы. Это явление можно объяснить довольно легко, если предположить, что на ранних этапах происходило быстрое рождение и гибель массивных звезд, что приводило, соответственно, к высокому темпу образования сверхновых,

были объединяться в системы еще большего размера. Возможно некоторые из этих черных дыр концентрировались во внутренней области больших галактик, становясь зародышем сверхмассивных - в миллионы раз массивнее Солнца - черных дыр, которые находятся в галактических ядрах. Более того астрономы считают, что источником энергии для излучения квазаров становится газ, вращающийся в черных дырах в центрах больших галактик. Если небольшие черные дыры образовались в центрах некоторых первых протогалактик, приток материи в дыры должен был породить «мини-квазары». Поскольку эти объекты могли появиться вскоре после первых звезд они стали влились дополнительными источниками света и ионизирующего излучения. Таким образом, вырисовывается гармоничная картина ранней истории Вселенной. С началом образования первых звезд

Образование первых звезд ознаменовало начало процесса КОСМИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ

которые химически обогащали межгалактический газ. Интенсивный ритм возникновения сверхновых вполне согласуется с современным предположением, что наибольшее количество обычной материи и металлов во Вселенной сосредоточено в диффузной межгалактической среде, а не в галактиках. Для того чтобы происходило подобное распределение материи, процесс формирования галактики должен быть весьма активным и включать интенсивные вспышки, сопровождающие формирование массивных звезд и оболочек сверхновых. В результате большая часть газа и металлов выбрасывается из галактик. Звезды массивнее Солнца более чем в 250 раз в конце своей жизни не взрываются. Вместо этого они сжимаются, образуя массивные черные дыры. Различные компьютерные модели упоминавшиеся выше, позволяют предположить что некоторые из первых звезд должны были иметь массы еще большие. Поскольку первые звезды формировались в наиболее густых областях Вселенной, черные дыры, образовавшиеся в результате их коллапса, в результате последующих слияний должны

и протогалактик начался процесс космической эволюции. Существует много фактов, позволяющих полагать что эпоха наиболее интенсивного образования звезд формирования галактик и активности квазаров наступила спустя несколько миллиардов лет после Большого взрыва. Все эти явления продолжают по мере того, как стареет Вселенная. Развитие большинства космических структурных образований в текущий момент имеет тенденцию в сторону все большего увеличения размеров (например объединение галактик в галактические скопления). В будущем исследователи смогут узнать о ранних стадиях истории когда начинали формироваться первые структуры в небольших по размеру областях. Первые звезды были массивными и яркими. И такие инструменты как космический телескоп нового поколения преемник космического телескопа Хаббла, смогут найти следы древнейших образований. Тогда астрономы смогут непосредственно наблюдать как темная, безжизненная Вселенная преобразилась в россыпи сияющих звезд которые сейчас дарят нам свет и жизнь.

ОБ АВТОРАХ

Ричард Ларсен (Richard B. Larson) и Волкер Бромм (Volker Bromm) работают над проблемой, суть которой в том, чтобы понять процессы, завершившие «эпоху космической темноты» и приведшие к рождению первых звезд. Ларсен является профессором астрономии в университете, он поступил на факультет в 1968 году после защиты диссертации в Калифорнийском технологическом институте. Его научные интересы охватывают теорию формирования звезд, эволюцию галактик. Бромм защитился в Йельском университете в 2000 году и сейчас является научным сотрудником в Гарвард-Смитсоновском астрофизическом центре, где он занимается проблемой возникновения космических структур.

ТРАДО-БАНК

ВАШ НАДЕЖНЫЙ ПАРТНЕР



В современной России двенадцать лет успешной деятельности для кредитного учреждения является значимым сроком и основным критерием его надежности.

Традо-Банк был и остается Банком, который работает по чистым технологиям и для которого главный приоритет – защита экономических интересов клиентов, внимательное отношение к его проблемам и помощь в достижении финансового успеха.

15 филиалов и 60 дополнительных площадок для банковского обслуживания позволяют оперативно и качественно обслуживать и развивать предприятия, организации и население.

Традо-Банк готов дополнить традиционное обслуживание своих клиентов экономически оправданным развитием новых банковских услуг

Адрес: 119017, г. Москва, ул. М. Ордынка
д. 20/2, стр. 1. Тел.: 953-62-28
Факс: 953-62-36

Креационисты

ПРОТИВ

ЭВОЛЮЦИИ:

15 аргументов и 15 фактов

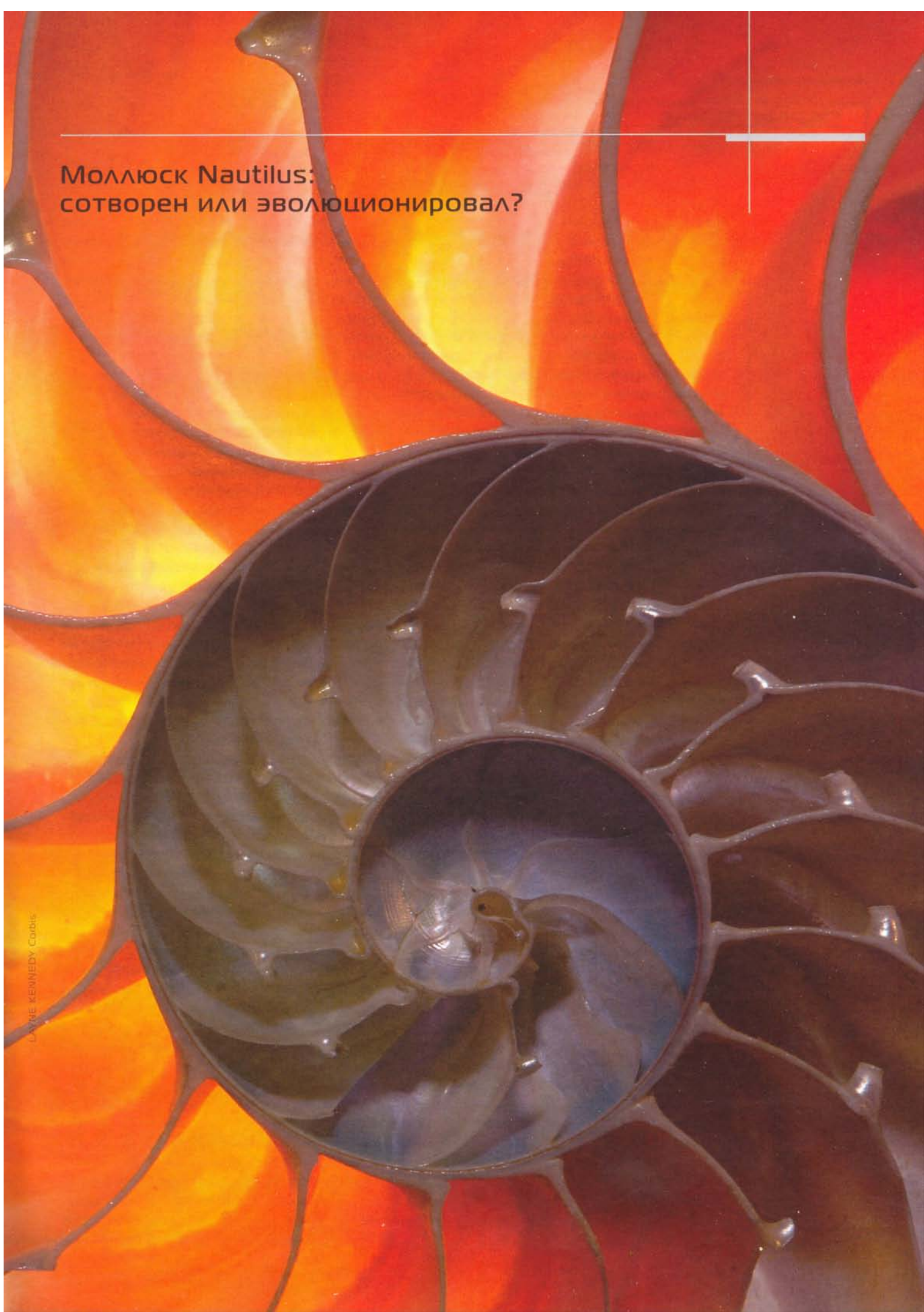
Естественный отбор показал:
аргументы противников эволюции
крайне далеки от **научных фактов**

**ДЖОН
РЕННИ**

Теория эволюции путем естественного отбора была обнародована Чарлзом Дарвином 143 года назад и сразу подверглась яростным нападкам. Но многочисленные данные палеонтологии, генетики, зоологии, молекулярной биологии и других наук постепенно доказывают верность учения Дарвина. Однако и в XXI веке креационисты пытаются убедить политиков, юристов и рядовых граждан в том, что эволюция - ничем не подтвержденная фантазия. Приверженцы антинаучной теории объясняют сотворение окружающего нас мира некой сверхъестественной силой, Высшим Разумом, те. Богом, и отстаивают свои позиции, опираясь на библейские тексты.

Моллюск Nautilus:
сотворен или эволюционировал?

LARRY KENNEDY Corbis



Сторонники креационизма (например, Филип Е.Джонсон (Philip E. Johnson), профессор юридического факультета Калифорнийского университета в Беркли и автор книги «дарвин под следствием»), требуют включить в программы учебных заведений альтернативные курсы «Теории разумного замысла» (intelligent design) и таким образом возобновить дискуссии о божественном промысле в научных аудиториях.

Ученые, преподаватели, словом, все те, кого атакуют креационисты, защищают учение Дарвина и опровергают новомодную «теорию разумного замысла». Доказательства сторонников «сотворения мира» строятся на неправильном понимании теории эволюции или же умышленном искажении истины. Но количество и разнообразие аргументов могут смутить даже самых образованных и информированных людей. Приведем самые распространенные из них и постараемся объяснить, почему этой «науке» нет места в студенческих аудиториях.

1. Эволюция - только теория, а не научный факт или закон.

Древние ископаемые и многочисленные другие свидетельства подтверждают, что организмы со временем эволюционировали. Конечно, никто не наблюдал преобразований организмов воочию, но косвенные доказательства эволюции очевидны и достаточны.

Подтверждение теории Дарвина и самого факта эволюции - далеко не единственная область знания, где ученым приходится оперировать косвенными доказательствами. Так, ни один физик не может воочию увидеть элементарные частицы. Однако ни для кого не оставляет сомнения факт их существования, которое подтверждается наблюдением треков частиц в камерах Вильсона. Отсутствие прямых доказательств не делает выводы физиков менее обоснованными.



Адаптация формы клюва у галапагосских вьюрков

2. Рассуждения о естественном отборе идут по кругу: сильнейший тот, кто выживает, следовательно, выживший считается сильнейшим.

«Выживание сильнейших» - простое выражение, описывающее процесс естественного отбора. Более точное определение подразумевает разницу в темпе выживания и размножения. Чтобы назвать какой-то биологический вид приспособленным к жизни, нужно определить, какое количество отпрысков он может произвести на свет.

Поместим на остров пару быстро размножающихся короткоклювых вьюрков и пару медленнее размножающихся вьюрков с мощными клювами. Через несколько поколений первые отвоюют у вторых самые «хлебные» места. Однако, если длинноклювые вьюрки применят на деле свою способность измельчать зерна быстро и без всякого труда, преимущество будет на их стороне. Подобные сдвиги в дикой природе наблюдал Питер Р. Грант (Peter R. Grant) из Принстонского университета, исследуя вьюрков на Галапагосских островах. Разгадка в том, что степень приспособленности можно определить без ссылок на выживание: крепкий длинный клюв лучше перемалывает зерна, независимо от того, влияет ли эта особенность на выживание особи.

3. Теория эволюции ненаучна: ее нельзя ни доказать, ни опровергнуть. Она основана на событиях, которые никто никогда не видел и которые нельзя воспроизвести.

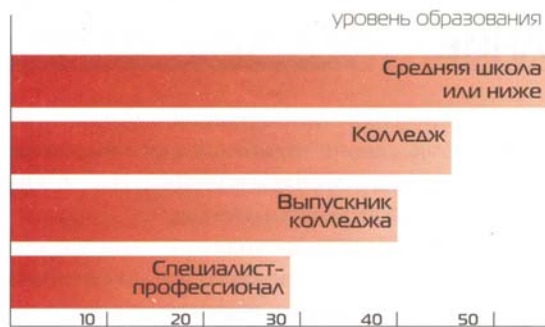
Исследования эволюции подразделяются на две принципиально разные области - микроэволюцию и макроэволюцию.

Микроэволюция изучает внутривидовые изменения во времени, которые ведут к появлению новых видов. Макроэволюция занимается изменениями крупных таксонов выше уровня вида. Ее свидетельства чаще основаны на изучении окаменелостей и сравнительных исследованиях ДНК для установления степени родства различных организмов.

Сегодня даже большинство креационистов признает, что микроэволюция основана на лабораторных исследованиях (изучение клеток, растений, дрозофил) и исследованиях в полевых условиях (те же вьюрки с Галапагоссов). Естественный отбор и другие факторы - хромосомные изменения, симбиоз и гибридизация - с течением времени могут привести к глубоким изменениям популяции.

Историческая природа макроэволюционных исследований предполагает свидетельства, полученные при изучении окаменелостей и ДНК, а не в результате прямых наблюдений. Тем не менее «Исторические» отрасли науки - геология,

«Бог создал людей в их нынешнем виде. Этот вид насчитывает около 10 тысяч лет»



Процент опрошиваемых, согласных с вышеприведенным заявлением

археология, астрономия, эволюционная биология - позволяют подтвердить или опровергнуть гипотезы, проверить, не голословны ли они в прогнозах на будущее. Эволюция предполагает, что между самым древним предшественником человека, обитавшим на Земле приблизительно 5 млн лет назад, и появлением около 100 тыс. лет назад особей, анатомически наиболее схожих с современными людьми, существовало несколько видов гоминидов. Найденные ископаемые подтверждают и эту гипотезу, и то, что черты гоминидов постепенно утрачивали сходство с обезьяньими. Но никто еще не находил - и не найдет - ископаемые останки «современного» человека, относящиеся к юрскому периоду (144 млн лет тому назад). Эволюционная биология делает и более точные прогнозы, которые подвергаются тщательным проверкам ученых.

К теории эволюции можно было бы предъявить и другие претензии. Если бы сейчас явились сверхразвитые космические пришельцы и заявили о своем приоритете в создании жизни на Земле (или хотя бы каких-то отдельных биологических видов), теория эволюции была бы поставлена под сомнение. Однако пока инопланетяне не спешат предъявлять свои права.

Следует заметить, что идея опровергаемости как определяющего свойства науки была высказана философом Карлом Поппером в 30-х годах XX века. Его современные последователи расширили чрезвычайно узкие рамки его принципа, поскольку они отказывали в «~научности» слишком многим отраслям науки.

4. Все больше ученых ставят под сомнение истинность теории эволюции.

Тому, что эволюция теряет своих сторонников, подтверждений нет. Возьмите любой выпуск какого-нибудь биологического журнала, и вы непременно найдете в нем статьи в поддержку эволюционных изысканий. А вот серьезных научных публикаций, отвергающих эволюционное развитие, вы не обнаружите. В середине 1990-х годов Джордж У. Гилкрайст (George W Gilchrist) из Вашингтонского университета изучил сотни тысяч номеров разных научных журналов в поисках статей о креационизме, об идее «разумного замысла», но таковых не об-

наружил. То же проделала два года назад Барбара Форрест (Barbara Forrest) из университета юго-западной Луизианы. Результат тот же.

Креационисты говорят, что ученые просто сбрасывают со счетов доказательства их теории. Однако, по сведениям таких популярных журналов, как «Nature» и «Science», также ряда других изданий, статьи с доказательствами новомодной теории к ним не поступали. Кто-то из антиэволюционистов все же опубликовал статьи в серьезных журналах. Но эти печатные издания редко прямо нападают на теорию эволюции. В лучшем случае они упоминают, что эволюционные проблемы достаточно трудноразрешимы - что, собственно, очевидно. Но только оппоненты эволюционного учения до сих пор не предъявили никаких подтверждений своей теории.

5. Разногласия, возникающие даже в среде самих биологов-эволюционистов, доказывают, что эволюция не стоит на твердой научной почве.

Биологи-эволюционисты ведут горячие споры по разным поводам: о возникновении биологических видов, о темпах эволюционных преобразований, о родовых взаимоотношениях птиц и динозавров, о том, были ли неандертальцы обособленным видом. Но эволюцию биологи безоговорочно принимают как данность, и никто в ней не сомневается. А что касается споров - так какой ученый может от них удержаться? К сожалению, некоторые нечестные противники эволюционистов часто вырывают комментарии ученых из контекста, искажая их смысл. Палеонтолог Стивен Джей Гоулд (Stephen Jay Gould) из Гарвардского университета был одним из преданнейших сторонников и защитников теории эволюции и соавтором теории прерывистого равновесия (в соответствии с ней большинство эволюционных преобразований происходит короткими в геологическом плане интервалами, но может охватывать сотни поколений). Но антиэволюционисты любят извлекать фразы из его многогранных трудов и препарировать их. В результате выходит, будто он не верил в эволюцию. А его теорию они

подают так, словно из нее следует, что новые виды могут появиться прямо сейчас. Или что из яиц рептилий вылупятся птенцы.

Так что, если вы встретитесь с цитатой научного авторитета, якобы сомневающегося в процессе эволюции, изучите ее в контексте. Результат будет один: нападки на эволюцию в очередной раз окажутся безосновательными.

6. Если человек произошел от обезьяны, почему обезьяны существуют и поныне?

Этот часто встречаемый аргумент отражает несколько уровней непонимания эволюции. Первая ошибка - эволюция не говорит, что люди произошли от обезьян. Она утверждает, что те и другие имели общих предков.

Хуже что это глубокое заблуждение равносильно такому: «Если дети произошли от родителей, почему родители еще живы?» Новые виды возникают как ответвления от уже устоявшихся в результате дивергенции. Популяция организмов отдалается от основного видового ствола, со временем приобретая такие заметные отличия от него, что уже можно говорить об отдельном независимом виде. Родительские особи при этом могут существовать сколь угодно долго, а могут и вымереть.

7. Эволюция не объясняет, откуда впервые появилась жизнь на Земле.

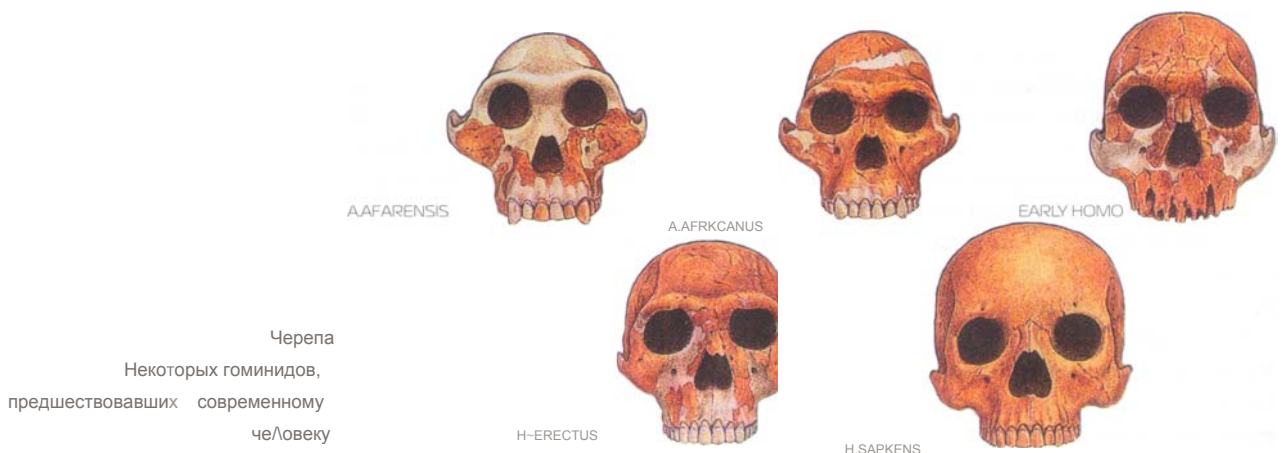
Происхождение жизни во многом остается тайной. Но биохимики уже объяснили как примитивные нуклеиновые кислоты, аминокислоты и другие «кирпичики» важные для строительства жизни, могли преобразоваться в соединения, способные к саморепродуцированию и самоподдержке. Данные астрохимии позволяют предполагать, что такие соединения могли возникнуть в космосе и попасть на Землю в составе комет. Так на совсем, еще молодой галактике и могли появиться все эти компоненты.

Аргументы противников дарвинизма сводятся к тому, что ученые-эволюционисты до сих пор не смогли объяснить происхождение жизни. Но даже если предположить, что она возникла не эволюционным путем если миллиарды лет назад нас действительно посещали инопланетяне, которые и доставили сюда первые клетки, - все равно далее развитие шло по пути микро- и макроэволюции.

8. С математической точки зрения, случайное возникновение таких сложных структур, как белок, невозможно. Что уж говорить о живых клетках и человеке?

Случай - составная часть эволюции. Новые характерные особенности видов возникают именно из отучайных мутаций. Но при создании белка, других сложных соединений и организмов эволюция не зависит от отчая. Как раз наоборот. Естественный отбор, основной инструмент эволюции, способствует неслучайным изменениям, сохраняя «желательные» (адаптивные) черты и устраняя «нежелательные» (неадаптивные). Пока действует такой отбор, процесс эволюции идет в одном направлении и на удивление быстро создает сложнейшие структуры.

Рассмотрим в качестве аналогии состоящую из 13 букв комбинацию «БЫТЬИЛИНЕБЫТЬ». Мштиону гипотетических обезьян потребовалось бы 78 620 лет, чтобы обнаружить ее среди 2613 фраз той же длины. В 1980-х годах Ричард Хардисон (Richard Hardison) из университетского колледжа в Глендейле создал компьютерную программу генерации отучайных фраз с последующим сохранением букв, оказавшихся на своих местах (в сущности, подбирая фразы также, как Гамлет). В среднем программе требовалось всего 336 итераций (меньше чем за 90 сек) для точного воспроизведения фразы. А целую пьесу Шекспира она могла реконструировать всего за четыре с половиной дня.



КРЕАЦИОНИСТЫ ПРОТИВ ЭВОЛЮЦИИ

9. Второй Закон термодинамики гласит: со временем системы должны становиться более неупорядоченными. Значит, живые клетки не могли возникнуть из неживых химических соединений, а многоклеточная жизнь - из простейших одноклеточных организмов.

Это утверждение - от плохого понимания второго Закона. Если бы оно было верно, кристаллы и снежинки также не могли бы существовать, ведь и они - сложные структуры, спонтанно формирующиеся из неупорядоченных частиц. На самом деле второй Закон термодинамики гласит, что полная энтропия замкнутой системы (т.е. такой системы, которая не обменивается энергией и материей с окружающей средой) не может уменьшаться. Энтропия - физическая величина, являющаяся мерой беспорядка. Но это сильно отличается от истинного смысла.

Второй Закон допускает уменьшение энтропии в части системы до тех пор, пока в других ее частях имеется компенсирующее увеличение энтропии. Так и наша планета - как система она вполне может становиться все более сложной. Солнце отдает ей свою энергию. Энтропия вступает во взаимосвязь с этой энергией. Чем больше эта связь, тем сильнее разбалансированность уровней. Простые организмы способны подпитываться энергией и становиться в итоге более сложными, в процессе как бы поглощая другие формы жизни и неживые субстанции.

10. Мутация - очень важный элемент в теории эволюции. Но она лишь уничтожает характерные особенности, а новые создать не способна.

Все наоборот! Биологии известно множество характерных особенностей, присущих точечной мутации, то есть изменениям определенной позиции в ДНК организма. К ним, например, относится приобретаемая со временем способность бактерий сопротивляться действию антибиотиков. Мутации, возникающие в группе генов *Hox*, регулирующих развитие у животных, также имеют комплексный эффект. Гены группы *Hox* определяют, где у животного образуются крылья, ноги, антенны, щупальца. У дрозофил, например, мутация *Antennapedia* вызывает образование ножек вместо антенн. Эта аномалия нефункциональна, но она показывает, что генетические ошибки вызывают появление сложных структур. А естественный отбор в дальнейшем ищет им практическое применение.

Молекулярная биология открыла механизмы генетических изменений вне точечных мутаций, которые могут пролить свет на возникновение новых характеристик. Выяснилось, что функциональные генные модули могут

по-новому соединяться между собой. Тогда гены могут случайно дублировать себя в ДНК, после чего дубликаты начинают мутировать в генах и обретать новые, более сложные характеристики. Сравнение ДНК самых разных организмов свидетельствует, что именно так эволюционировала в течение миллионов лет глобиновая группа протеинов крови.

11. Естественный отбор объясняет микроэволюцию, но не происхождение новых видов и сложнейших организмов.

Биологами-эволюционистами написано множество работ о возникновении новых видов путем естественного отбора. Эрнст Мейер (Ernst Mayr) из Гарвардского университета разработал модель, названную аллопатрическим видообразованием. Суть ее в том, что, если одну популяцию организмов изолировать от остальных, она может подвергнуться различным хромосомным скрещиваниям. Если хромосомные изменения начнут преобладать, популяция становится способной размножаться изолированно от основной, то есть стать новым видом.

Естественный отбор - самый изученный из эволюционных механизмов. Но исследователи не останавливаются на достигнутом. Линн маргулис (Lynn Margulis) из Массачусетского университета в Амхерсте и другие исследователи говорят о том, что некоторые клеточные органеллы, например митохондрии, обеспечивающие клетки энергией, появились, как бы символически поглощая древнейшие организмы. науке известны случаи эволюции без естественного отбора. Но эти процессы вполне естественного происхождения. Они вовсе не доказывают наличия некоей неизвестной современной науке силы, о которой говорят сторонники креационизма.

12. Никто еще не видел возникновения нового вида.

Видообразование - достаточно редкий процесс, иногда растягивающийся на века. К тому же биологи порой еще спорят о самом определении нового вида. Наиболее распространенное - особая группа обособленной популяции, способной к размножению. Хотя на практике его бывает сложно применить к организмам, разделенным большими расстояниями, или же к растениям, ну и конечно же к ископаемым. Поэтому биологи для определения видовой принадлежности обычно используют набор морфологических и поведенческих признаков.

В научной литературе немало работ с описанием достоверных фактов видообразования у растений, насекомых и червей. В результате проведенных опытов эти организмы попали под различные типы селекции - по анатомическим

признакам, брачному поведению, предпочтению местообитаний ...Оказалось, что получившиеся организмы не скрещиваются вне своей популяции. Уильям Р. Райс (William R. Rice) из университета Нью-Мексико и Джордж У. Солт (George W. Salt) из Калифорнийского университета в Дэвисе отсортировали группу плодовых мушек, исходя из их пристрастий к определенной окружающей среде. Наблюдения велись за 35 поколениями. И в итоге - оставшиеся мухи наотрез отказались спариваться с особями, обитающими в другой среде.

13. Эволюционисты не могут представить какие-либо «переходные» виды ископаемых, например полуптиц или полурептилий.

Обратимся к палеонтологии. Ученым известно множество примеров ископаемых, промежуточных между разными таксономическими группами. Один из общеизвестных примеров ископаемого в переходной стадии *Archaeopteryx*. Он совмещает оперение с особенностями скелета, характерного и для птиц, и для динозавров. И подобных ископаемых найдено немало.

Есть доказательства происхождения современных лошадей от небольших, не больше кота, «низких лошадок» или *Eobippus*. Предками китообразных были четвероногие млекопитающие, бродившие по суше. Важным связующим звеном между современными китами и их четвероногими предками были *Ambulocetus* и *Rodhocetus*. Изучая ископаемые раковины, можно проследить эволюцию различных моллюсков на протяжении Миллионов лет. Более 20 гоминидов (не все из которых наши предки) позволяют заполнить брешь между самкой австралопитека Люси и победительницей MissWorld 2002.

Но противники эволюции отмечают результаты этих исследований. Они заявляют, что *Archaeopteryx* - вовсе не промежуточное звено между рептилиями и птицами, а вымершая

птица с чертами рептилий. Они требуют, чтобы эволюционисты представили им эдакого кошмарного монстра, которого никак нельзя будет причислить ни к одной из известных таксономических групп. Если им предъявить окаменелые останки как доказательство перехода от одной стадии к другой, они, возможно, и согласятся. Но тут же потребуют новых доказательств - иных ископаемых, находящихся между этими двумя стадиями. Такое может продолжаться бесконечно и ни к чему не приводить.

Между тем эволюционисты идут дальше, черпя доказательства своих предположений в молекулярной биологии. У всех организмов более или менее схожие гены, но, как утверждают дарвинисты, структура и продукция этих генов различны у разных видов. Генетики используют термин «молекулярные часы», определяющий временной отрезок. Такие «часы» показывают переходные отрезки на эволюционном уровне.

14. у живых существ исключительно сложное строение - и на анатомическом, и на клеточном, и на молекулярном уровнях. Будь оно проще, организм не смог бы функционировать. Единственный разумный вывод напрашивается сам собой: живой организм - продукт Высшего Разума, а не какой-то там эволюции.

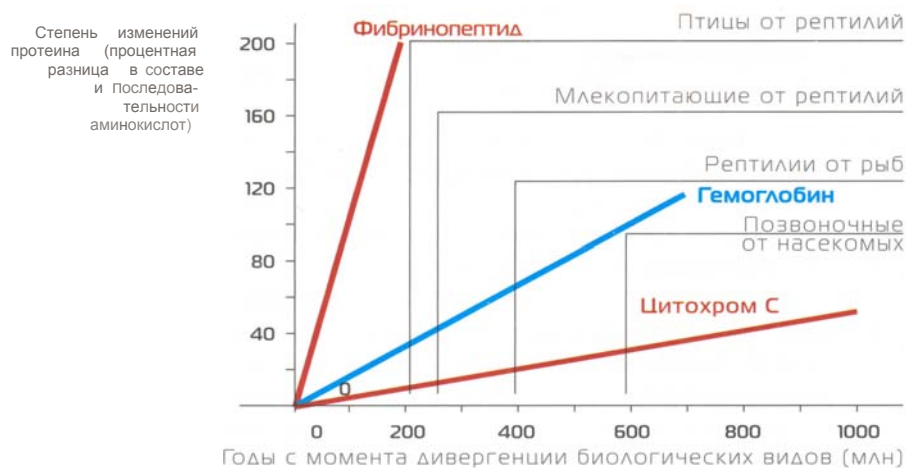
На этом аргументе выстроены практически все нападки на эволюцию. Но корни их гораздо глубже. В 1802 году теолог Уильям Пели писал, что, если человек найдет на дороге карманные часы, это значит, что кто-то их обронил, а не то, что они возникли там сами по себе. Проводя аналогию дальше, Пели выдвинул теорию, что такие сложные структуры, как организм человека, могут быть исключительно творением рук Божьих. В ответ Дарвин в работе «о происхождении видов» писал, что силы естественного отбора, опираясь на наследственную изменчивость, в процессе эволюции могут постепенно сформировать сложнейшие органические структуры.

Целые поколения креационистов пытаются спорить с Дарвином, ссылаясь на строение глаза, которое остается неизменным. Его способность обеспечивать зрение, утверждают они, обусловлена безупречным расположением его составных частей. Естественный отбор не может объяснить эволюцию на примере глаза - какой будет прок, если останется только его половина? Предвосхищая подобные возражения, Дарвин предполагал, что даже неполноценный глаз может приносить пользу - например, помо-

Крупный план бактериального жгутика



ЭВОЛЮЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПРОТЕИНА



гать ориентироваться на свет. Поэтому он годен для дальнейшего совершенствования. Биология подтвердила правоту Дарвина: ученые выявили примитивные светоулавливающие органы у животных организмов и проследили их эволюционное развитие до момента возникновения глаз. Кстати, сейчас уже известно, что у разных видов глаза развивались независимо.

15. Последние исследования доказывают, что даже на микроскопическом уровне жизнь состоит из такого количества сложнейших составляющих, что просто не может появиться в результате эволюции.

«Непреодолимая сложность» - лозунг Майкла Дж. Бека (Michael J. Behe) из Лехайского университета, автора книги «Черный ящик Дарвина: биохимический вызов эволюции».

В качестве самого доступного примера Бек приводит мышеловку. Любая ее часть сама по себе бесполезна, но если будет отсутствовать какая-либо составляющая, мышеловка не будет работать. Все это, утверждает Бек, можно отнести и к бактериальному жгутику - плетевидной клеточной органелле, движущейся по типу пропеллера. Белки, из которых состоит жгутик, хитроумно объединены в двигательные компоненты, универсальный шарнир и другие структуры, знакомые любому инженеру. Бек настаивает, что нельзя даже предположить возможность происхождения столь замысловатого механизма при помощи эволюционных видоизменений. По словам Бека, речь здесь можно вести только о «разумном замысле». Подобным образом он описывает и процессы свертываемости крови, и другие явления на молекулярном уровне.

У биологов-эволюционистов есть ответы на все его возражения. Во-первых, существуют жгутиковые микроорганизмы, которые устроены намного проще тех, что описывает Бек. Хитроумные компоненты жгутиковых имеют

предшественников. Фактически механизм жгутиковых очень похож на тот, которым пользуется *Yersinia pestis*, бактерия бубонной чумы, для впрыскивания токсинов в клетки организма. Дело в том, что составные части жгутика, которые Бек считает бесполезными вне целого, могут выполнять множество функций, помогая тем самым процессу эволюции. Эволюция заставляет отбирать и реконструировать их самые сложные компоненты, предназначенные ранее для других целей. Схожим образом механизм свертываемости крови выбирает сложные белковые модификации, первоначально использовавшиеся при пищеварении. Так считает Рассел Ф. Дулиттл (Russell F. Doolittle) из Калифорнийского университета в Сан-Диего.

О сложности иного рода - «специфицированной сложности» - пишет Уильям А. Дембски (William A. Dembski) из Бейлорского университета в своих книгах «Метод предположения» и «Бесплатных обедов не бывает». Он утверждает, что живой организм чрезвычайно сложен и не может управляться случайными процессами. Развивая мысль Палея двухсотлетней давности, Дембски считает логичным предположение, что жизнь возникла в результате деятельности высшего разума иных цивилизаций.

Но его аргументация имеет несколько слабых мест. Инсинуации о случайных процессах и Высшем Разуме ошибочны. Исследователи нелинейных и клеточных систем из Института Санта-Фе и других институтов доказали, что простые процессы могут привести к образованию сложнейших структур. Таким образом, сложное устройство живых организмов могло возникнуть из-за действия естественных факторов, механизм которых пока еще малоизвестен. Однако это далеко от утверждения, что сложность не может возникнуть естественным путем.

Термин «наука о творении» противоречит сам себе. Главный принцип современной науки - методологический натурализм, стремящийся объяснять Вселенную действием естественных механизмов, которые можно исследовать и проверять. Предмет изучения физики - атомное ядро, его энергия и связанные с ним процессы. Свои выводы физики подтверждают опытами и экспериментами. Они говорят о новых частицах, например о кварках, когда данные экспериментов показывают, что предыдущие описания не в состоянии адекватно объяснить исследуемый феномен. Новые частицы имеют далеко не произвольные свойства, напротив, их параметры жестко заданы, поскольку эти новые частицы должны укладываться в рамки предметов изучаемых физикой. Креационисты, напротив, прибегают к туманным понятиям, которыми слишком просто и удобно объяснять непонятные явления. Но подобные объяснения не способствуют научному поиску, а напротив исключают его. Идея «разумного замысла» многого не может объяснить. Например, когда и каким образом пришельцы вмешались в земные исторические процессы? Как и когда они создали первую ДНК или первую живую клетку или первого человека? Являются ли предметом их творчества

все биологические виды или только несколько самых древних?

Сторонники креационизма постоянно уходят от ответов на эти вопросы. Они даже не делают серьезных попыток согласовать свои несопоставимые идеи о вмешательстве Высшего Разума. Вместо этого они пользуются методом исключения, то есть отрицают доводы эволюционистов, ибо они якобы притянуты за уши, и выдвигают свою альтернативу - идею «разумного замысла».

Подобный подход неверен: если даже у какого-то естественного объяснения есть определенные недочеты, не надо с этой меркой подходить ко всем остальным. Студенты которым придется заполнять анкеты любителей креационизма, неминуемо начнут вписывать туда свои религиозные убеждения вместо научных идей. Наука снова и снова доказывает что методологическому натурализму под силу отодвинуть невежество на второй план. Он дает исчерпывающие ответы, проливающие свет на необъяснимые еще совсем недавно тайны - что вызывает болезни, какова природа света, как работает мозг. Эволюция объясняет, каким образом шло развитие жизни на Земле. Теория «разумного замысла» - каким термином ее ни назови - не может предъявить никаких веских доказательств своим постулатам.

Н. Н. Воронцов. Развитие эволюционных идей в биологии.

М.: Издат. отдел УНЦ ДО МГУ, Прогресс-Традиция, АБФ, 1999

Книга о возникновении современных представлений об эволюции, написанная крупнейшим биологом-эволюционистом Николаем Николаевичем Воронцовым, Она понятна как специалисту, так и образованному интеллигентному читателю,

Сегодня, когда вновь усилились нападки на эволюционное учение, книга профессора Н. Н. Воронцова приобретает особое значение, Идея исторического развития, эволюции принадлежит к числу немногих фундаментальных идей не только естествознания, но и всех наук, в том числе и общественных. Но именно в биологии эволюционная теория, доказанная Чарлзом Дарвином, стала основополагающей, Отсюда пошло ее распространение в другие дисциплины, вплоть до языкознания, Дарвинизм оказал глубочайшее воздействие на мышление конца XIX и XX столетия. Вместе с тем современная эволюционная биология, в первую очередь благодаря синтезу с генетикой далеко ушла от дарвинизма конца XIX века. Сегодняшние открытия в области Молекулярной биологии, генетики и многих других дисциплин ГОТОВАТпочву для нового синтеза в истории эволюционизма,

Эта книга, основанная на курсах лекций, которые читал автор, и на его колоссальной эрудиции, не только излагает развитие идей эволюции, но и дает полное представление о современном их состоянии.

Деиндустриализация

Почему в США продолжается падение промышленного производства

Приблизительно в 1970 году США вступили в новую фазу своего развития, когда промышленное производство, основа процветания Америки, начало давать сбои. Трудности, которые особенно проявлялись на севере страны, иногда оказывались неожиданными для рабочих: закрывались предприятия или владельцы переводили их в районы, где профсоюзы были менее влиятельны, например на юг США или вообще за рубеж. Однако чаще рабочие места на севере США сокращались из-за того, что компании не вкладывали средства в развитие производства и новые технологии.

В период между 1967 и 2001 годами США потеряли 9% рабочих мест в промышленности, а в «индустриальном сердце» (на северо-востоке и Среднем Западе) - почти 40%. Из-за чрезвычайно быстрого роста производительности отдельного рабочего резко возрос объем промышленного производства по стране в целом. Но, как показывает диаграмма, доля рабочих, занятых в промышленности, постоянно уменьшалась. Подобный процесс происходил ранее в сельском хозяйстве где все меньшее число работающих производило все больше продукции.

Основной причиной упадка промышленного производства традиционно называют конкуренцию со стороны низкооплачиваемых рабочих из развивающихся стран. Но, согласно теории, выдвинутой Робертом Роутоном (Robert Rowthorn) из Кембриджского университета и Рамана Рамасвами (Ramana Ramaswamy) из Международного валютного фонда, деиндустриализация является естественным следствием экономического прогресса во всех развитых странах. С точки зрения этих авторов, импорт рабочей силы из развивающихся стран не играет особой роли, - важное значение, скорее, имеет тот факт, что производительность труда в обрабатывающей и товарнопроизводящей промышленности растет быстрее, чем в секторе услуг. Это происходит из-за того что труд рабочих легче поддается стандартизации, чем труд в конторе или магазине.

По мере того как промышленное производство становится более эффективным, индустрия услуг поглощает растущее число рабочих уволенных с промышленных предприятий. А средний класс в богатых странах тратит все большую часть личных доходов на разного рода услуги, поскольку его потребность в товарах уже близка к насыщению.

Один из теоретических выводов Роутона и Рамасвами заключается в том, что совокупный рост эффективности производства во всех секторах экономики может замедлиться по мере того, как рабочие будут переходить в сектор услуг, отличающийся более низкой производительностью. А это одно из обстоятельств, которое может привести к снижению темпов роста уровня жизни.

Еще один вывод заключается в том, что по мере того как промышленные рабочие, являющиеся членами профсоюзов, будут переходить в сферу услуг, где зарплата, как правило ниже а профсоюзы отсутствуют, разница в доходах будет увеличиваться. Этот результат уже налицо.

Роутон утверждает, что в США процесс сокращения рабочих мест в промышленности был ускорен, причем без какой-либо объективной необходимости, в связи с политическими решениями. Этой позиции давно придерживаются американские экономисты, изучающие проблемы использования рабочей силы. Томас Паллей (Thomas Palley) из АФТ/КПП (Американская федерация труда/Конгресс производственных профсоюзов), который разделяет взгляды Роутона - Рамасвами, полагает, что не вызывающей сомнения причиной спада промышленного производства США (за последние 4 месяца в конце XX века было потеряно 2,5 млн рабочих мест) среди прочих стало продолжающееся искусственное поддержание курса доллара что делает американские товары неконкурентоспособными за рубежом а также то, что США проводят политику свободного доступа импорта на внутренние рынки что объективно стимулирует отток капитала за границу.

Политика проводимая на уровне штатов, возможно, усилила тенденцию к дестабилизации. В 1950-е годы в Нью-Йорке было сосредоточено самое большое в стране число промышленных рабочих, но естественный процесс износа и старения основных фондов предприятий после Второй мировой войны пошел интенсивнее, потому что власти города отдавали предпочтение «чистым» видам деловой активности, таким как банковское дело и брокерские дома.

В результате, вместо того чтобы сохранять и создавать новые хорошо оплачиваемые рабочие места в промышленном секторе, власти города способствовали такому мощному буму в строительстве офисных зданий какого не знала планета. А тем временем число рабочих, занятых в промышленности, уменьшилось с почти 1 млн в 1950-х годах до приблизительно 200 тыс. в 2001 году



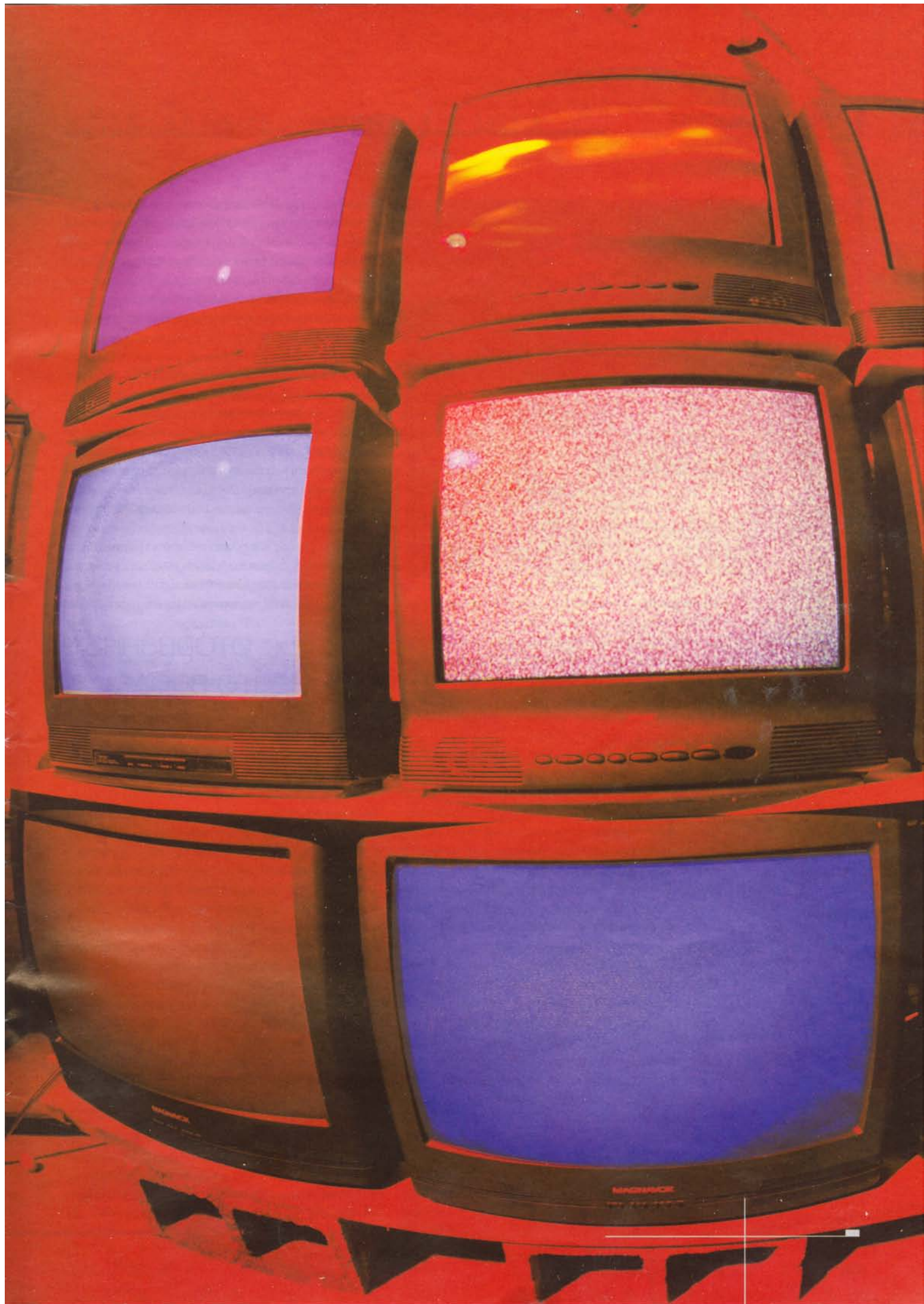
ТЕЛЕМАНИЯ

ЭТО ДИАГНОЗ

В среднем жители развитых
промышленных городов
каждый день тратят на просмотр
телепередач **по три часа**

МИХАЛИ
Шиксентмихали
Роберт
Кьюби

Рыба заглатывает наживку в следующее мгновение болтается на крючке. Мышь, Влекомая запахом сыра, попадает в мышеловку. Но это обусловлено физиологической необходимостью. И только поведению человека нет разумного оправдания. Вовсе не для борьбы за выживание он готов предаваться разрушительным соблазнам и порокам. Его не останавливает даже прямая угроза здоровью и жизни. Например, спиртное: ведь никто не заставляет его пить! Искушение порой сильнее доводов разума. Понять это и вовремя остановиться - вот одна из важнейших проблем существования homo sapiens.



Чрезмерное стремление к чему-либо не всегда физиологически оправдано. Азартные игры могут превратить человека в заядлого игрока, секс - стать навязчивой идеей... Но среди разных аспектов человеческой деятельности самое популярное времяпрепровождение - сидение у телевизора. Многие люди определяют свое отношение к ТВ как «любовь-ненависть», а сам телевизор зовут «ящиком для болванов». Но при этом удобнее устроятся в своих креслах и на диванах и не выпускают из рук пульт дистанционного управления. Родители раздраженно ворчат на детей, которых не оторвать от экрана, но сами умалчивают о своих телепристрастиях. Даже исследователи ТВ зачастую смотрят все программы без разбору. Перси Танненбаум (Percy Tannenbaum) из Калифорнийского университета в Беркли пишет: «Меня неизменно смущает тот факт, что даже во время интересной оживленной беседы, если рядом работает телевизор, я непременно поглядываю на экран. Это происходит помимо моей воли».

развлекает, расслабляет, уведит от гнетущей действительности позволяет наслаждаться прекрасным. Однако человек, понимающий, что надо бы поменьше времени проводить у экрана, зачастую ничего не может с собой поделать. А для того, чтобы иметь шансы на победу в схватке с телеманией, надо понять, как воздействует на нас телевидение.

ЛОЖНАЯ РЕЛАКСАЦИЯ Количество времени, которое мы проводим у телеэкрана ужасает. В среднем жители развитых промышленных городов каждый день тратят на это по три часа. А это - ровно половина всего свободного времени, если не считать сна и мелких домашних дел. Следовательно, к 75 годам 9 лет человек уже отдал телевидению. Кто-то объясняет это огромной любовью к ТВ. Но почему тогда множество зрителей обеспокоено подобной страстью? Опросы Института Гэллага 1992 и 1999 годов показали: по собственной оценке, слишком много сидят у телеэкрана двое из пяти взрослых и семеро из

Заядлые телеманы, оторванные от любимого экрана, испытывают нечто вроде симптомов абстиненции

Десятилетиями ученые исследуют воздействие телевидения на человека. Особенно внимательно изучают связь между демонстрацией сцен жестокости на экране с насилием в реальной жизни. Пытаются понять почему потребители информации предпочитают телевидение газетам и журналам.

Термин «телезависимость» не очень точен и недотягивает до смыслового, но все же он отражает суть реального феномена.

Психологи и психиатры формально определяют патологическую зависимость от чего-либо или кого-либо как расстройство, отклонение от нормы которому соответствуют характерные признаки неадекватной реакции на раздражитель: огромное количество времени, уделяемого объекту зависимости; использование его чаще чем обычно принято; стремление (либо многократные и безуспешные попытки) сократить общение с ним; отказ ради него от исполнения социальных, семейных и профессиональных обязанностей; жалобы на замкнутость и уход в себя при отказе от контактов с данным объектом зависимости. И все эти критерии можно применить к любителям подолгу сидеть у телеэкрана.

Это не значит, что смотреть телевизор плохо или вредно. Телевидение обучает, расширяет кругозор,

десяти подростков. И другие исследования подтверждают что телеманами считают себя приблизительно 10% взрослого населения.

Неудивительно что реакции организма на ТВ и стали предметом сугубо научного изучения. С помощью электроэнцефалографа был проведен мониторинг волн головного мозга. Исследователи зафиксировали перемены электрической сопротивляемости кожи изменение частоты сердцебиения во время, до и после просмотра телепередач. Опыты ставили не только в стенах лабораторий, но и в естественной среде обитания применив метод экспериментального моделирования. Телеман не только лежал дома на любимом диване перед телевизором но и ел пил, спал работал. А при нем постоянно был бипер (устройство, принимающее звуковые сигналы), на который в течение недели шесть-восемь раз в сутки, поступали сигналы. Тут подопытный телезритель и должен был на специальной карточке записать, что он в данный момент делает и как себя при этом чувствует.

Тот, кто смотрел телевизор, когда поступал сигнал чувствовал себя расслабленно и пассивно.

ТЕЛЕМАНИЯ – ЭТО ДИАГНОЗ

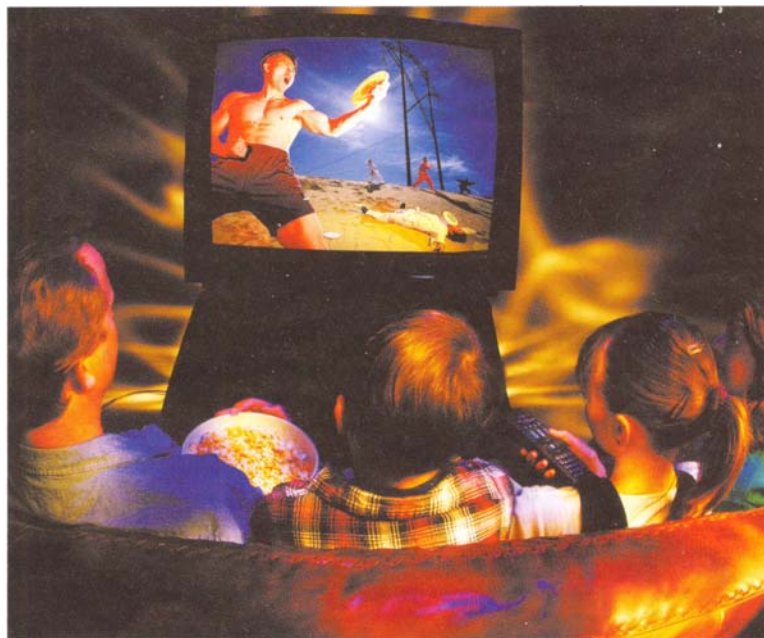
Энцефалограмма также демонстрировала ослабление ментальной стимуляции во время просмотра телепередач (чего никогда не наблюдалось при чтении!). Но самое удивительное: когда телевизор выключали, чувство релаксации пропадало, а ощущение пассивности оставалось. Исследуемые зрители подтверждали что ТВ каким -то образом поглощает их энергию оставляя их опустошенными (опять-таки в отличие от обычного чтения). А настроение после просмотра остается прежним или незначительно ухудшается. Зрители говорят, что, едва загорается телеэкран, они моментально расслабляются. Поэтому люди и связывают ТВ с отдыхом и снятием напряжения. Причем ощущение релаксации сохраняется на протяжении всего просмотра. Но стоит выключить «ящик» - и тут же происходит «принудительное» возвращение в реальность со всеми ее проблемами.

Схожим образом действуют наркотики. Транквилизатор, покидающий организм слишком быстро, вызывает больше зависимости, чем тот, который выводится медленно. Точно так же зритель не выключает идущую программу: подсознательно он понимает что ощущение релаксации ослабнет, если экран погаснет. Чем чаще и дольше смотришь, тем больше хочется смотреть.

Парадокс телевидения в том, что люди смотрят телевизор гораздо больше, чем планируют, хотя длительный просмотр менее продуктивен. Результаты телеопытов с применением метода экспериментального моделирования в естественной среде обитания показывают: чем дольше люди сидят у экрана, тем меньше радости они от этого получают. Телезависимые участники исследования - те, кто смотрит передачи более четырех часов в сутки, - получают от этого меньше удовлетворения, чем те, кто уделяет просмотру телепрограмм менее двух часов. В ряде случаев удовольствие от передач телеманам портят приступы беспокойства и вины из-за непродуктивно потраченного времени. Ученые Японии, Великобритании и Соединенных Штатов обнаружили, что такое чувство вины чаще всего одолевает представителей среднего класса.

КАК ПРИВЛЕЧЬ ВНИМАНИЕ ЗРИТЕЛЯ

Почему же телевидение так привлекает нас? Частично это происходит из-за нашей биологической ориентировочной реакции. Впервые это понятие было описано физиологом Иваном Петровичем Павловым в 1927 году. Ориентировочная реакция - это наша инстинктивная визуальная или слуховая реакция



на внезапный или же неизвестный ранее раздражитель. Это врожденная восприимчивость к потенциальной угрозе. Типичные проявления такой реакции - поворот глаз в сторону источника раздражения, расширение кровеносных сосудов мозга, замедление сердечной деятельности и сокращение кровеносных сосудов в основных группах мышц. Альфа-волны на несколько секунд блокируются, затем снова возвращаются к нормальному ритму, что определяется общим уровнем ментального раздражения. Мозг фокусируется на восприятии большей информации, а тело находится в состоянии покоя.

В 1986 году Байрон Ривз (Byron Reeves) из Стэнфордского университета Эстер Торсон (Esther Thorson) из Миссурийского университета и их коллеги начали изучать влияние обычных телевизионных приемов на активацию ориентировочной реакции. Повышают ли зрительский интерес быстрая смена кадров, оригинальный монтаж внезапные шумы? Наблюдая за деятельностью мозга зрителей, исследователи выяснили, что эти приемы могут подстегивать произвольные реакции и повышать зрительский интерес. Уникально не содержание, а форма подачи материала.

Отчасти ориентировочная реакция объясняет следующие замечания зрителей: «Если телевизор работает, я не могу оторвать глаз от экрана», «Мне хотелось бы смотреть телепрограммы по столько часов кряду, но я ничего не могу с собой поделать», «Телевизор меня просто

гипнотизирует». После того как Ривз и Торсон опубликовали результаты своих изысканий, ученые пошли еще дальше. Исследовательская группа Энни Лэнг (Annie Lang) из Индианского университета показала, что после воздействия внезапного раздражителя сердечная деятельность замедляется на четыре-шесть секунд. Перегруженность рекламных и музыкальных роликов стилистическими приемами оказывает сильное и постоянное действие на ориентировочную реакцию. Номинальная частота подачи этих приемов равна одной единице в секунду.

Влияют ли аудиовизуальные образы на память? То есть помнят ли люди, что они смотрели? Эту проблему также исследовала группа Энни Лэнг. Участники одного из экспериментов смотрели программу, а потом заполняли анкету. Особенности съемки (одновременно несколькими камерами с разных точек) и монтажа положительно влияли на информационную память приковывая внимание к экрану. В определенном смысле схожий эффект производит частая смена кадров. Но если показатель частоты выше 10 единиц в 2 минуты, эффект узнавания резко ослабевает.



Режиссеры образовательных программ для детей обнаружили, что телевизионные приемы помогают при обучении. Однако слишком быстрая смена кадров перегружает мозг. Основная цель музыкальных клипов и рекламных роликов, в которых используется резкая смена не связанных между собой сцен - удержание внимания зрителя. Люди могут запомнить название продукции или музыкальной группы а детали рекламы как таковой пропустить мимо ушей. Ориентировочная реакция ослабевает. Зрители по-прежнему прикованы к экрану, но ощущают усталость, не получая взамен никакого психологического удовлетворения. Применение экспериментального моделирования в исследованиях дает те же результаты.

Иногда и название продукции трудноуловимо. Сегодня многие ролики упоминают рекламируемый продукт косвенно, как бы вскользь. Часто за интересным сюжетом трудно уловить суть. Впоследствии невозможно вспомнить, о какой продукции шла речь. И все же рекламодатели уверены: если им удалось завладеть вниманием зрителя, то, придя в магазин, он непременно выберет их товар. Это говоря образно подсознание напомнит оглохшему от информационного шума телезрителю, что где-то он уже слышал это название, откуда - то он его знает.

СИМПТОМ АБСТИНЕНЦИИ

Исследователи не говорят о том, что телевизор вообще смотреть нельзя. Но предостерегают от возможных проблем телеманьяков не способных оторваться от экрана.

Метод экспериментального моделирования позволяет исследовать практически все сферы деятельности повседневной жизни человека - работу, еду, чтение, общение, занятия спортом и т. д. Нам было интересно, относятся ли телеманы к жизни так же как и обычные люди. Не возникают ли у них затруднения при общении с окружающими? Не чувствуют ли они безразличия к своей работе? Результаты оказались поразительными. Заядлые телеманы, вне зависимости от возраста, ощущали беспокойство, тревогу, чувствовали себя более несчастными, чем обычные зрители, когда им нечего было делать и уж тем более когда приходилось оставаться один на один с собой.

Впоследствии Роберт Д. Макилрет (Robert D. Mcilwraith) из университета в Манитобе занимался углубленным изучением телевизион-

ТЕЛЕМАНИЯ – ЭТО ДИАГНОЗ

ных наркоманов. Он обнаружил, что они чаще других впадают в тоску, бывают рассеянны, раздражены, им труднее концентрировать внимание. Пристрастие к ТВ они объясняют желанием отвлечься от неприятных мыслей и чем-то заполнить свободное время. Другие исследования показали, что теленаркоманы реже участвуют в общественных мероприятиях или в спортивных соревнованиях, зато чаще страдают ожирением, чем те, кто смотрит телевизор умеренно.

Возникает вопрос: какова взаимосвязь между двумя явлениями? Обращаются ли люди к ТВ от тоски и одиночества или же длительный

Проводились эксперименты с семьями которым предлагали на время (неделю, месяц) отказать от телевизора. Многие согласившиеся в итоге не выдерживали положенный срок и выходили из эксперимента. Кое-кто даже бунтовал – на словах или на деле. Это не значит, что все требовали вернуть свои «телеячки», хотя были, конечно, и такие. Естественно, что вернуть людей, которые привыкли проводить большую часть своего свободного времени у телевизора, к нормальной жизни довольно сложно. В конце исследования Чарльз Виник (Charles Winick) из Нью-Йоркского городского университета пришел к такому заключению: «Самыми трудными для большинства ис-

Теленаркоманы часто жалуются на тревогу и беспокойство, им трудно концентрировать внимание

просмотр телепередач приводит их к этому? Мы, как и большинство исследователей, считаем, что второе утверждение ближе к истине. Джером Л. и Дороти Сингер (Jerome L. and Dorothy Singer) из Йельского университета предположили, что чрезмерное увлечение телепередачами мешает человеку концентрироваться, а также снижает самоконтроль и повышает нетерпимость к обычным жизненным проволочкам. Более 25 лет назад в Университете Британской Колумбии психолог Теннис М. Макбет Уильямс (Tannis M. MacBeth Williams) проводил исследования среди членов горной общины, в которой сначала не было телевидения, а потом появилось кабельное. Со временем у взрослых и детей стал понижаться творческий подход к решению житейских проблем, ослабевало стремление к достижению намеченной цели.

Некоторые ученые видят четкую параллель между ТВ и наркотиками: заядлые телеманы, оторванные от любимого экрана, также испытывают нечто вроде симптомов абстиненции. Около сорока лет назад Гари Ф. Стейнеру (Gary F. Steiner) из Чикагского университета удалось собрать интересные воспоминания людей, у которых сломался телевизор: «Вся семья ходила потерянная, как обезглавленные курицы», «Это было ужасно. Мы ничего не делали – ни я, ни мой муж. Только разговаривали» «Я все время плакала. Дети меня раздражали, мои нервы были на пределе. Я пыталась заинтересовать их играми, но не смогла».

пытующих были первые три-четыре дня даже для тех семей, где телевизор смотрели минимально и где люди занимались и другими делами. Более чем в половине случаев в эти дни привычный семейный уклад нарушался, у домочадцев возникали трудности со свободным временем, наблюдались проявления беспокойства и агрессивности... Несемейные люди ощущали раздражение. Как правило, к началу второй недели у большинства проявлялась тенденция к адаптации».

Систематической статистики подобных случаев нет. Даже несмотря на то, что у многих зрителей ТВ действительно наблюдается зависимость от длительного просмотра передач, не все ученые готовы идти так далеко, чтобы назвать эту привычку пагубной. В 1998 году Роберт Д. Макилретт сказал, что «вытеснение других видов деятельности при просмотре телепередач может считаться социально значимым явлением, однако не является серьезным клиническим отклонением». Он добавил, что нельзя говорить о телезависимости, если семена телемании находят плодородную почву, то есть если человек ранее страдал от депрессий и социальных фобий. Однако, существует ли формально диагноз «телезависимость» или нет, миллионы людей во всем мире не перестают чувствовать, что не могут без труда контролировать количество времени, проведенное ими у телевизора.

РАБЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЭКРАНА

К компьютерным и видеоиграм можно применить те же принципы хотя исследований в этой области проводилось значительно меньше. Игры развлекают и отвлекают от неприятной действительности. Игроки быстро усваивают, что, проводя время у компьютера, они начинают лучше себя чувствовать (таким образом они и попадают в зависимость). Существенным отличием компьютерного изображения от телевизионного видеоряда в данном случае является интерактивность. Многие видео- и компьютерные игры рассчитаны на постепенное повышение сложности - соответственно, растет и уровень игрока. Теннисисту или шахматисту иногда приходится месяцами подыскивать равного себе партнера, тогда как программные игры могут мгновенно предоставить достойного виртуального противника

Лэнг и Шиама Сундар (Lang & Shyam Sundar) из университета штата Пенсильвания изучают проблему влияния Интернета на человека. Участники их эксперимента отмечают, что, когда перед ними появляются разные версии одного веб-сайта с различным количеством ссылок, у них усиливается чувство контроля и выбора. Но на определенном этапе информации становится так много, что от этого можно устать. Как и в случае с видеоиграми, способность интернет-сайтов удерживать внимание пользователя зависит от интерактивности, а не от стилистических приемов подачи материала.

Теперь многие придают виртуальному общению исключительно важное значение, считая его более интенсивным и насыщенным, чем традиционное личное. Проблема контроля времени, проведенного за компьютером или у телевизора, становится все более и более актуальной. Телеви-

«.. Когда телевизор Выключали, чувство релаксации пропадало, а ощущение пассивности оставалось ..»

для оттачивания мастерства. Они доставляют психическое удовольствие - то, что мы называем «приливом». Этот «прилив» -сопутствует совершенствованию мастерства в любой сфере деятельности. С другой стороны длительная активация ориентировочной реакции может сильно истощить нервную систему. Дети начинают жаловаться на усталость, головокружение и тошноту, если играли слишком долго.

В 1997 году был зарегистрирован самый экстремальный случай: в Японии были госпитализированы семьсот ребятишек. Почти всем им поставили диагноз «оптически стимулированный эпилептический удар». Стимулирован он был показом по японскому ТВ видеоигры о «покемонах». Подобные удары настолько серьезны для здоровья, что сегодня компании -производители видео- и компьютерной продукции обязаны в своих инструкциях предостерегать потребителей о возможной опасности. Опрошенные нами родители отмечают, что быстрое мелькание на экране вызывает у детей затруднения при движении, даже если они поиграли не более пятнадцати минут. Однако многие ребята, не имеющие достаточного опыта и не обладающие самоконтролем (а часто и просто оставленные без присмотра), продолжают играть даже несмотря на эти симптомы.

зоры и компьютеры теперь доступны каждому. Только Интернет и ТВ не должны отрывать у человека значительную часть его свободного времени. В малых дозах телевидение помогает расслабиться и отвлечься от неприятностей. Но если увлечение им мешает человеку познавать новое и вести активный образ жизни - значит, наступает телезависимость. И будет очень непросто вырваться из ее мягких лап.



«В МИРЕ НАУКИ» – РАСПРОСТРАНЕНИЕ

Распространение по VIP-списку

Администрация Президента и Правительство РФ
Министерства, госкомитеты, руководители пресс-служб государственных органов.

Государственная Дума РФ

Руководители фракций и комитетов

Правительство Москвы и городская Дума

Мэр и вице-мэры Москвы, министры правительства Москвы, руководители аппарата мэрии, префекты административных округов.

Администрация Московской области

Субъекты федерации

Руководители и заместители руководителей субъектов федерации, губернаторы, вице-губернаторы.

Посольства зарубежных стран в РФ

Общественные организации, фонды, движения
Банки, инвестиционные, финансовые, страховые компании

Предприятия – промышленные, транспортные и т.д., по переработке нефти и газа

Научные учреждения и высшие учебные заведения
Руководители и заместители руководителей НИИ, КБ, ректоры и проректоры вузов.

Представительства зарубежных фирм и компаний в России

Средства массовой информации

Руководители, ведущие радио- и телепрограмм

Рекламные и PR-агентства

Русская православная церковь и другие конфессии

Подписка

Индекс в каталоге Роспечать 81736

Свободная продажа

«Очевидное – невероятное»

снова в эфире

Впервые программа «Очевидное – невероятное» вышла в эфир 23 февраля 1973 года и в течение долгих лет оставалась единственной научно-популярной программой Центрального телевидения. В середине 90-х программа появилась на канале «АСТ Прометей», но через несколько лет пропала с телеэкранов. Вновь «Очевидное – невероятное» появилось только в мае 2002 года на канале ТВЦ.

Сегодняшняя передача «Очевидное – невероятное» ориентирована на самую широкую зрительскую аудиторию. Это программа о том, что происходит в большой науке, но и о том, как высокая наука входит в наш дом, как влияет на нашу повседневную жизнь.

Автор и бессменный ведущий программы – профессор Сергей Капица.

В новой концепции программы сочетаются традиции и оригинальные решения известного телевизионного режиссера Андрея Столярова, информационная насыщенность с динамичностью зрительного ряда, используются новейшие телевизионные технологии и компьютерная графика (продюсер – Светлана Попова).

Программа выходит еженедельно по субботам в 17.00.

Смотрите в ближайших выпусках:

9 ноября «Что таит голос?»

В студии программы – доктор биологических наук В.П. Морозов, автор оригинальной резонансной теории искусства пения, новых научных концепций вокального слуха и эмоционального слуха. В голосе человека скрыто множество черт личности. Можно ли по голосу составить психологический портрет человека, найти в нем таланты, о которых он даже не подозревает?

16 ноября «Черные курильщики»

На больших глубинах океана, там, куда не проникает свет солнца, ученые обнаружили целые оазисы жизни – замкнутые экосистемы, в составе которых множество уникальных, доселе неизвестных науке организмов, обитающих в абсолютно ядовитой для человека среде – в рифтовых зонах, в гидротермальных областях, где со дна бьют горячие струи воды, насыщенной сульфидами. Это открытие перевернуло наши представления о жизни и ее возникновении на Земле. В студии программы – профессор А.М. Сагалевич.





Что такое Время?
 Какими были первые часы?
 Как построить машину времени?
 Как работают биологические часы?
 Можем ли мы остановить время?

Ответы на эти и другие вопросы читайте в специальном выпуске журнала «В мире науки», посвященном ВРЕМЕНИ

Уважаемые господа!

С января 2003 года Журнал «В мире науки» («Scientific American») будет выходить на русском языке ежемесячно. Оформить подписку на журнал «В мире науки» можно:

- по каталогу Роспечать, подписной индекс 81736
- через редакцию журнала, перечислив деньги через Сбербанк или по почте, отправив копию квитанции в РосНОУ по почте, по факсу: (095) 105-03-72 или по e-mail: red_nauka@gospou.ru

Реквизиты РосНОУ для оформления подписки через редакцию:

Стоимость одного номера при подписке через редакцию - 65 руб., стоимость подписки на полугодие - 390 руб., на год- 780 руб.

Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский новый университет» Расчетный счет р/с 40703810200000010014 в КБ «Ист-Бридж Банк» г. Москва БИК 044579128 Корреспондентский счет к/с 30101810500000000128 Идентификационный номер ИНН 774082749.		
_____ Фамилия, и.о., адрес плательщика		
Вид платежа	Дата	Сумма
Подписка на журнал «В мире науки»		
Плательщик		
Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский новый университет» Расчетный счет р/с 40703810200000010014 в КБ «Ист-Бридж Банк» г. Москва БИК 044579128 Корреспондентский счет к/с 30101810500000000128 Идентификационный номер ИНН 774082749.		
_____ Фамилия, и.о., адрес плательщика		
Вид платежа	Дата	Сумма
Подписка на журнал «В мире науки»		
Плательщик		



ДОМОДЕДОВСКИЕ АВИАЛИНИИ

Безопасность Надёжность Комфорт

**Авиакомпания "Домодедовские авиалинии"
предлагает прямые регулярные рейсы
из Москвы в города:**

**Южно-Сахалинск, Магадан, Хабаровск,
Анадырь, Норильск, Благовещенск, Якутск,
Иркутск, Петропавловск Камчатский,
Владивосток, Ташкет, Симферополь, Баку и
Гянджа.**



**Представительство в Москве:
(095) 323-84-18, 504-03-24**

**Кассы:
(095) 504-03-46, 504-03-2 (круглосуточно)**

E-mail: commerce@akdal.ru

Сайт: WWW.AKDAL.RU

Победители появляются и исчезают. Технологии развиваются



- В рыночной экономике первичное размещение акций (IPO) — основное средство получения инвестиций высокотехнологичными компаниями.
- ММВБ предлагает полный комплекс услуг по организации первичного размещения акций и облигаций российских предприятий.
- На ММВБ проходят торги ценными бумагами более 150 российских эмитентов, включая высокотехнологичные компании, с суммарной капитализацией более 80 млрд. долларов.
- В России объем инвестиций в фундаментальные научные исследования составляет 2,5 млрд. долларов в год. В США только одна компания «Johnson & Johnson» в 2001 г. вложила 3,6 млрд. долларов в разработку новых фармацевтических препаратов

ММВБ
www.micex.com
МІСЕСХ
www.micex.ru

Высокие технологии — основа будущего в бизнесе

Московская
межбанковская
валютная биржа
125009 Москва,
Б.Кисловский пер., 13
Тел.: (095) 234-48-11
Факс: (095) 705-96-22
<http://www.micex.ru>