

Июль 2009

## **Эволюция** **ЧТО ДЕЛАЕТ НАС ЛЮДЬМИ?**

Кэтрин Поллард

При сравнении геномов человека и шимпанзе удалось выявить небольшие участки ДНК, присущие исключительно людям

## **Планетология** **ПЛАНЕТЫ ТЕРЯЮТ АТМОСФЕРУ**

Дэвид Кетлинг и Кевин Цанле

Атмосфера Земли медленно улечувивается в космос. Станет ли наша



## **Биотехнологии** **УСПЕХИ ТКАНЕВОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

Джозеф Ваканти, Али Кадемхоссейни и Роберт Лангер

Создание заменителей тканей человека десять лет назад казалось несбыточной мечтой. Сегодня в этой области достигнут значительный прогресс

## **Геронтология** **ДВЕНАДЦАТЬ ЗАГАДОК СТАРЕНИЯ**

Фонд «Наука за продление жизни» обратился к известным ученым, работающим в разных областях биологии, с просьбой ответить на вопросы, касающиеся старения

## **Безопасность** **УКРАСТЬ СЕКРЕТЫ БЕЗ СЕТИ**

Уэйт Гиббс

Сегодня можно добраться до секретных данных и без использования шпионских программ: сам факт просмотра информации делает ее уязвимой

## **Биология** **СПАСТИ МЕДОНОСНУЮ ПЧЕЛУ**

Диана Кокс-Фостер и Деннис Ван Энгельсдорп

Необычное заболевание вызвало массовую гибель медоносных пчел в США. Причины возникновения болезни до сих пор неясны

## **Окружающая среда**

### **НЕХВАТКА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ И КРАХ ЦИВИЛИЗАЦИИ**

Лестер Браун

Продовольственный кризис в бедных странах может привести к краху государственной власти, угрожая равновесию во всем мире

## **Нанотехнологии**

### **КАК ДВИГАТЬ НАНОРОБОТЫ**

Томас Маллук и Аюсман Сен

Каталитические моторы позволяют крошечным пловцам извлекать энергию из окружающей их среды и преодолевать необычные физические условия мира молекулярных масштабов

## **От редакции**

### **НЕ ВИДЯ ЗЛА?**

## **50, 100, 150 лет тому назад**

### **РАЗБОРКИ С АТОМОМ - БЕЙСБОЛ С ПОДСВЕТКОЙ - ШАХ И МАТ ШАХМАТАМ**

## **События, факты, комментарии**

### **ЭПИДЕМИЯ В ПРЕРИИ**

### **ТЕРМОЯДЕРНАЯ ЛЕКЦИЯ**

### **НА ДНО БАЙКАЛА**

### **НАПОЛОВИНУ ПУСТ ИЛИ НАПОЛОВИНУ ПОЛОН?**

### **ЛОДКА ИЗ РЕШЕТА**

### **ПАРАЗИТ ПРОТИВ ПАРАЗИТА**

### **ЛОГИКА, ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ К ШУМУ**

### **НОВЫЙ ТИП ТЕРМОМЕТРА**

### **ПРЫГАЮЩИЕ ЯЩЕРЫ**

### **ПРЕКРАСНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА**

## **ПОБОЛЬШЕ СТРАСТИ, ДОРОГАЯ**

### **Профиль**

#### **НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ**

Дэвид Эшпел

Камилла Пармезан, биолог и специалист в области охраны природы, предлагает нетрадиционные пути спасения видов, оказавшихся под угрозой исчезновения в связи с глобальным потеплением

### **Интервью**

#### **ПОСТИГАЮЩИЕ ВРЕМЯ**

Ведущий научный сотрудник кафедры общей экологии биологического факультета МГУ, доктор биологических наук Александр Петрович Левич приоткрывает завесу тайны над самой загадочной субстанцией в мире

### **Технические нюансы**

#### **УСТРАНИТЬ УГРОЗУ**

Современные методы лечения портальной гипертензии в отечественной практике

### **Лаборатория вкуса**

#### **ТАЙСКИЙ СОУС: ГАРМОНИЯ ВКУСОВ**

Анатолий Гендин

Тайские повара весьма изобретательны в поисках тончайших нюансов, составляющих неповторимый колорит местной кулинарии

### **Книжное обозрение**

#### **Книжное обозрение**

### **Форумы, премии, выставки**

#### **ФОРУМЫ, ПРЕМИИ, ВЫСТАВКИ**

### **Спросите экспертов**

#### **СПРОСИТЕ ЭКСПЕРТОВ**

# ЧТО ДЕЛАЕТ НАС ЛЮДЬМИ?

Кэтрин Поллард

При сравнении геномов человека и шимпанзе удалось выявить небольшие участки ДНК, присущие исключительно людям

Шесть лет назад я с радостью воспользовалась возможностью присоединиться к международной группе ученых, изучающих последовательности нуклеотидов или "букв", из которых составлена ДНК, в геноме обыкновенного шимпанзе (*Pan troglodytes*). Поскольку я занимаюсь биологической статистикой и давно интересуюсь происхождением человека, я хотела сравнить ДНК человека с ДНК нашего ближайшего родственника. Результат может показаться для нас унижительным: почти на 99% ДНК человека и шимпанзе оказались идентичными. Другими словами, из 3 млрд букв, составляющих геном человека, лишь 15 млн (менее 1%) изменились за последние 6 млн лет, прошедших с момента расхождения наших эволюционных путей.



**РАЗЛИЧИЕ В 1%:** люди отличаются от шимпанзе во многих отношениях, хотя почти на 99% ДНК у них одна и та же; новые исследования выявляют области генома, делающие наши виды разными

Теоретически большая часть изменений вообще никак не повлияла на нашу биологию, однако где-то среди 15 млн нуклеотидов лежат именно те отличия, которые и делают нас людьми. Я набралась решимости их отыскать, и в результате мне удалось добиться значительных успехов.

## Первый сюрприз

Несмотря на то что эти несколько миллионов нуклеотидов составляют малую долю человеческого генома, они все равно остаются необозримо обширным полем для исследований. Чтобы ускорить поиск, я написала компьютерную программу, которая ищет в человеческом геноме участки ДНК, изменившиеся сильнее всего с момента разделения родословных человека и шимпанзе. Поскольку большая часть случайных генетических мутаций не приносит организму ни вреда, ни пользы, они накапливаются с постоянной скоростью; по ним можно судить о времени, минувшем с момента обособления двух видов, произошедших от общего предка (скорость накопления таких изменения называют ходом молекулярных часов). Ускорение темпов накопления модификаций в некоторой части генома говорит о положительном давлении естественного отбора, когда мутации, увеличивающие шансы организма на выживание и размножение, передаются потомкам с повышенной вероятностью. Другими словами, части кода, претерпевшие наибольшие изменения со времени разделения человека и шимпанзе, скорее всего и представляют собой как раз те самые последовательности, благодаря которым человек стал человеком.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Шимпанзе - самые близкие к нам из числа ныне живущих родственников человека. ДНК человека и шимпанзе оказались идентичными почти на 99%.
- Поиск участков генома человека, изменившихся сильнее всего после расхождения наших эволюционных путей с шимпанзе, позволил обнаружить последовательности ДНК, делающие нас людьми.
- Эти открытия также позволили понять, почему шимпанзе и люди различаются столь сильно, при том что обладают практически идентичными генетическими программами.

В ноябре 2004 г., потратив месяцы на отладку и оптимизацию программы, мы вместе с моим руководителем Дэвидом Хосслером (David Haussler) запустили ее на огромном кластере вычислительных машин в Калифорнийском университете в Санта-Крузе и получили файл с ранжированным списком быстро изменявшихся последовательностей. Первым номером в списке стояла последовательность из 118 нуклеотидов, которую назвали HAR1 (от human accelerated regions - зоны ускоренного развития у человека). Воспользовавшись базой данных в Калифорнийском университете в Санта-Крузе, я стала искать информацию по HAR1. База данных содержала последовательность HAR1 человека, мыши, крысы и курицы - всех видов позвоночных, геном которых был расшифрован к тому времени. Удалось также выяснить, что в крупномасштабных скрининговых экспериментах активность HAR1 была выявлена в двух образцах клеток мозга человека, хотя данная последовательность еще не получила названия и не была никем исследована. Мы хором воскликнули: "Потрясающе!" - ведь HAR1 могла быть частью гена, активного в мозге и еще не известного науке.

Нам выпала невероятная удача. Известно, что человеческий мозг отличается от мозга шимпанзе по размеру, организации, степени сложности и другим особенностям, однако эмбриологические и эволюционные механизмы, лежащие в основе таких различий, все еще остаются почти неизвестными. HAR1 обещала пролить свет на один из самых загадочных аспектов биологии человека.

Мы потратили год на то, чтобы выяснить как можно больше об эволюционной истории HAR1, сравнивая эту область генома у различных видов, включая еще 12 видов позвоночных, геном которых к тому времени был секвенирован. Оказалось, что до момента появления человека HAR1 эволюционировала чрезвычайно медленно. У кур и шимпанзе (пути которых в эволюции разошлись около 300 млн лет назад) в ней различаются лишь два из 118 нуклеотидов, в то время как человека и шимпанзе, произошедших от одного предка совсем недавно, разделяют целых 18 различий. То, что HAR1 оставалась практически неизменной на протяжении сотен миллионов лет, говорит о том, что она отвечает за нечто чрезвычайно важное; резкое изменение этой последовательности у людей указывает на значительную модификацию ее функции, произошедшую у непосредственных предков человека.

Важные сведения о функции HAR1 в мозге появились в 2005 г., после того как соавтор нашей работы Пьер Вандерхаген (Pierre Vanderhaeghen) из Брюссельского свободного университета получил в нашей лаборатории в Санта-Крузе ампулу с синтезированными HAR1. С их помощью он

создал флуоресцентную молекулярную метку, указывавшую на место активации HAR1 в живых клетках - т.е. на транскрипцию информации с ДНК на РНК. Когда в клетке включаются гены, она сначала производит подвижную информационную РНК и затем использует ее в качестве матрицы для синтеза необходимых ей белков. Метка показала, что HAR1 активна в той разновидности нейронов, которая играет важнейшую роль в формировании развивающейся коры больших полушарий (наружного слоя мозга, образующего борозды и извилины). Если с нейронами что-нибудь происходит не так, то возникает тяжелое и часто смертельное врожденное заболевание - лиссэнцефалия (буквально "гладкий мозг"), при котором в коре отсутствует характерная для нее складчатость, а ее площадь значительно снижена. Нарушение работы этих нейронов связывают также с развитием шизофрении.

Таким образом, HAR1, активируясь в нужное время и в нужном месте, обеспечивает правильное формирование коры (имеются указания на то, что она также играет некоторую роль в сперматогенезе). Однако то, как именно данный фрагмент генетического кода влияет на развитие мозга, остается загадкой, которую мы стремимся разгадать.

Помимо интересной эволюционной истории HAR1 имеет еще одну особенность - она не кодирует белок. Десятилетиями исследования в области молекулярной биологии были в основном направлены на изучение генов, кодирующих белки, строительные кирпичики наших клеток. Однако благодаря проекту "Геном человека", в ходе которого было проведено секвенирование нашего собственного генома, ученые обнаружили, что гены, кодирующие протеины, составляют всего лишь 1,5% нашей ДНК. Остальные 98,5% (называемые иногда "бесполезной ДНК") содержат регуляторные последовательности, сообщающие другим генам, когда им следует включаться и выключаться, а также гены, кодирующие РНК, которая не транслируется в белки.

Исходя из структуры последовательности HAR1 мы предсказали, что она кодирует РНК, а в 2006 г. Софи Салама (Sofie Salama), Холлер Айгел (Haller Igel) и Мануэль Арес (Manuel Ares) из Калифорнийского университета в Санта-Крузе подтвердили это лабораторными экспериментами. Оказывается, человеческая HAR1 располагается в двух перекрывающихся генах. Общая для них последовательность HAR1 является представителем совершенно нового структурного типа РНК, обнаруженного сверх шести известных классов генов РНК. Эти шесть важнейших групп охватывают более 1 тыс. различных семейств генов РНК, которые различаются структурой и функцией кодируемой ими РНК. HAR1 также представляет собой первый известный нам пример последовательности, кодирующей РНК, которая подвергалась положительному давлению естественного отбора.

Может показаться удивительным, что никто не обратил внимания на эти 118 нуклеотидов человеческого генома раньше. Однако отсутствие технологии для эффективного сравнения целых геномов не позволяло исследователям заметить, что HAR1 чем-то выделялся на фоне остальной "бесполезной" ДНК.

# ПЛАНЕТЫ ТЕРЯЮТ АТМОСФЕРУ

*Дэвид Кетлинг и Кевин Цанле*

Атмосфера Земли медленно улетучивается в космос. Станет ли наша планета похожей на Венеру?

Одна из ярких особенностей Солнечной системы - разнообразие планетных атмосфер. Земля и Венера схожи по размеру и массе, однако поверхность Венеры раскалена до  $460^{\circ}\text{C}$  под океаном из диоксида углерода, который давит на поверхность как километровый слой воды. Каллисто и Титан - крупные спутники, соответственно, Юпитера и Сатурна; они почти одного размера, но Титан имеет обширную азотную атмосферу, гораздо большую, чем у Земли, а Каллисто практически лишена атмосферы. Откуда берутся такие крайности? Если бы мы это знали, то смогли бы объяснить, почему Земля полна жизни, тогда как другие планеты рядом с ней выглядят безжизненными. Поняв, как эволюционируют атмосферы, мы могли бы определить, какие планеты вне Солнечной системы могут быть обитаемы.

Планета приобретает газовый покров разными путями. Она может извергать пар из своих недр, может захватить летучие вещества у комет и астероидов при столкновении с ними, или же ее гравитация может притянуть газы из межпланетного пространства.

К тому же планетологи приходят к выводу, что потеря газа играет столь же важную роль, как и его приобретение. Даже земная атмосфера, которая выглядит незыблемой, постепенно утекает в космическое пространство. Темп утечки в настоящее время очень мал: около 3 кг водорода и 50 г гелия (два легчайших газа) в секунду; но даже такая струйка может стать существенной за геологический период, а темп потери мог быть когда-то значительно выше. Как писал Бенджамин Франклин, "маленькая течь может потопить большой корабль". Нынешние атмосферы планет земной группы и спутников планет-гигантов напоминают руины средневековых замков - это остатки былой роскоши, ставшей жертвой грабежа и обветшания. Атмосферы же еще меньших тел похожи на разрушенные форты - беззащитные и легко ранимые.

Осознав важность утечки атмосфер, мы меняем свое представление о будущем Солнечной системы. Десятилетиями ученые пытались понять, почему у Марса столь тонкая атмосфера, но теперь мы удивлены, что у него вообще сохранилась хоть какая-то атмосфера. Не обусловлено ли различие между Титаном и Каллисто тем, что Каллисто потеряла свою атмосферу прежде, чем на Титане появился воздух? Была ли раньше атмосфера Титана более плотной, чем сегодня? Как



ОБЛИК ЗЕМЛИ меняется из-за потери некоторых газов, особенно водорода (это одна из причин, по которым в атмосферу поступает кислород). В будущем из-за потери водорода высохнут наши океаны и почти заглохнут геологические циклы, стабилизирующие климат. Жизнь тогда сможет сохраниться только в полярных областях

Венера сохранила азот и диоксид углерода, но полностью потеряла воду? Способствовала ли утечка водорода зарождению жизни на Земле? Превратится ли когда-нибудь наша планета во вторую Венеру?

## Когда становится жарко

Если ракета набрала вторую космическую скорость, то она движется так быстро, что способна преодолеть притяжение планеты. То же самое можно сказать об атомах и молекулах, хотя обычно они достигают скорости убегания, не имея определенной цели. При тепловом испарении газы становятся настолько горячими, что их невозможно удержать. В нетепловых процессах атомы и молекулы выбрасываются в результате химических реакций или взаимодействия заряженных частиц. Наконец, при столкновении с астероидами и кометами отрываются целые куски атмосферы.

Самый распространенный процесс из этих трех - тепловое испарение. Все тела в Солнечной системе нагреваются солнечным светом. Избавляются от этого тепла они двумя путями: испусканием инфракрасного излучения и испарением вещества. У долгоживущих объектов, таких как Земля, доминирует первый процесс, а, например, у комет - второй. Если нарушится баланс между нагревом и охлаждением, то даже крупное тело размером с Землю может довольно быстро нагреться, и при этом его атмосфера, обычно содержащая малую долю массы планеты, может весьма быстро испариться. Наша Солнечная система заполнена телами, лишенными воздуха, по-видимому, в основном по причине теплового испарения. Тело становится безвоздушным, если солнечный нагрев превосходит определенный порог, зависящий от силы гравитации тела (врезка на стр. 18).

### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Многие газы, составляющие атмосферу Земли и других планет, медленно утекают в космос. Горячие газы, в особенности легкие, испаряются, химические реакции и столкновения частиц приводят к выбросу атомов и молекул, а кометы и астероиды иногда отрывают большие куски атмосферы.
- Утечкой объясняются многие загадки Солнечной системы. Например, Марс красный из-за того, что его водяной пар расщепился на водород и кислород; водород улетел в космос, а кислород окислил (покрыл ржавчиной) грунт. Подобный процесс на Венере привел к появлению плотной атмосферы из диоксида углерода. Удивительно, но могучая атмосфера Венеры - результат утечки газа.

Тепловое испарение происходит двумя путями. Первый называют испарением Джинса в честь английского астрофизика Джеймса Джинса (James Jeans), описавшего это явление в начале XX в. При этом воздух из верхнего слоя атмосферы испаряется буквально атом за атомом, молекула за молекулой. В более низких слоях взаимные соударения удерживают частицы, но выше уровня, называемого экзобазой (у Земли он лежит на высоте 500 км от поверхности), воздух настолько разрежен, что частицы газа почти никогда не сталкиваются. Выше экзобазы уже ничто не может остановить атом или молекулу, имеющие достаточную скорость для вылета в космос.

Водород как самый легкий газ проще других преодолевает притяжение планеты. Но сначала он должен добраться до экзобазы, а на Земле это долгий процесс. Молекулы с водородом обычно не поднимаются выше нижних слоев атмосферы: водяной пар ( $H_2O$ ) конденсируется и падает вниз в виде дождя, а метан ( $CH_4$ ) окисляется и превращается в диоксид углерода ( $CO_2$ ). Некоторые молекулы воды и метана добираются до стратосферы и разрушаются, выделяя водород, который медленно диффундирует вверх, пока не доберется до экзобазы. Некоторая часть водорода утекает, о чем свидетельствуют ультрафиолетовые снимки, демонстрирующие гало из атомов водорода вокруг нашей планеты (илл. на стр. 19).

Температура на высоте экзобазы Земли колеблется вблизи 1000 К, что соответствует средней скорости атомов водорода около 5 км/с. Это меньше второй космической скорости для Земли на этой высоте (10,8 км/с); но скорости атомов вокруг среднего значения распределены широко, поэтому некоторые атомы водорода имеют шанс преодолеть притяжение планеты. Утечка частиц из высокоскоростного "хвоста" в их распределении по скоростям объясняет от 10 до 40 % потерь Земли водорода. Испарением Джинса частично объясняется и отсутствие атмосферы у Луны: газы, выходящие из-под поверхности Луны, легко испаряются в космос.

Второй путь теплового испарения более эффектен. В то время как при испарении Джинса газ улетает молекула за молекулой, нагретый газ может улететь целиком. Верхние слои атмосферы могут поглощать ультрафиолетовое излучение Солнца, нагреваться и, расширяясь, выталкивать воздух вверх. Поднимаясь, воздух ускоряется, преодолевает скорость звука и достигает скорости убегания. Эта форма теплового испарения называется гидродинамическим оттоком, или планетным ветром (по аналогии с солнечным ветром - потоком заряженных частиц, выбрасываемых Солнцем в космос).

## НАГРЕВ ПЛАНЕТЫ

Одна из главных причин потери воздуха - солнечный нагрев. Тепло может заставить воздух утекать двумя путями

### ВОЗДУХ ИСПАРЯЕТСЯ МОЛЕКУЛА ЗА МОЛЕКУЛОЙ

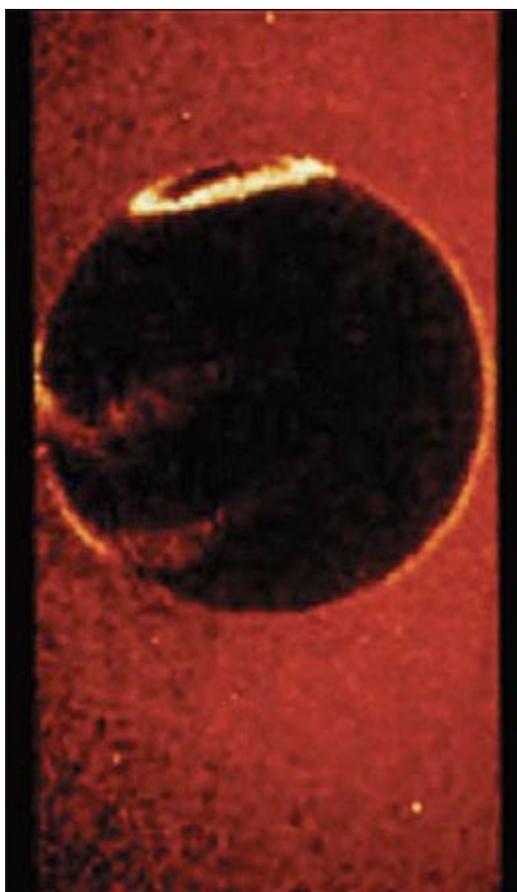
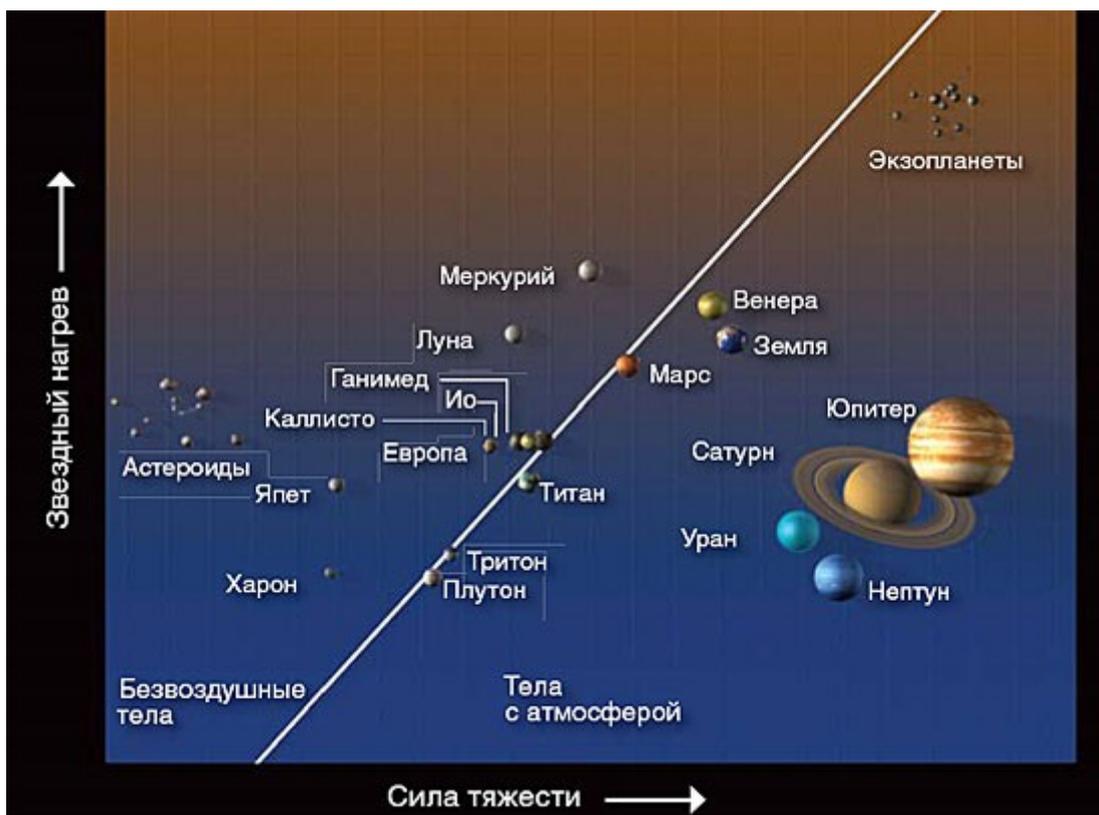
В верхнем слое атмосферы - экзосфере - ничто не удерживает самые быстрые атомы и молекулы от убегания в космическое пространство. Этот процесс называют испарением Джинса; на нашей планете он ответствен за потерю большей части водорода

### НАГРЕТЫЙ ВОЗДУХ ОТТЕКАЕТ КАК ВЕТЕР

Нагретый солнечными лучами воздух поднимается, расширяется и достигает скорости убегания. Этот процесс называют гидродинамической утечкой; он был особенно эффективен на ранних стадиях эволюции Земли и Венеры. Фактически этот процесс мог превратить Венеру в то безжизненное тело, какое она представляет собой сейчас



## КАКИЕ ТЕЛА ПОТЕРЯЛИ ВСЬ СВОЙ ВОЗДУХ?



### УЛЕТАЮЩИЕ АТОМЫ ВОДОРОДА

создают красное свечение на этом ультрафиолетовом изображении ночной стороны Земли, полученном спутником NASA Dynamic Explorer I в 1982 г. Кислород и азот ответственны за пояс вокруг Северного полюса и дымку в тропиках

# УСПЕХИ ТКАНЕВОЙ ИНЖЕНЕРИИ

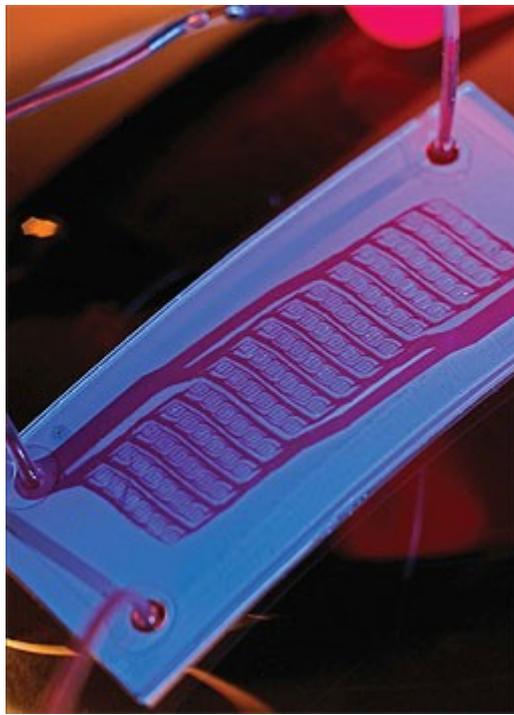
*Джозеф Ваканти, Али Кадемхоссейни и Роберт Лангер*

Пионеры в области создания живых тканей рассказывают о важнейших достижениях нового направления биотехнологии

Десять лет назад двое из нас (Джозеф Ваканти и Роберт Лангер) поделились с читателями журнала *Scientific American* своими планами по созданию живых тканей. Тогда сама идея получить человеческую плоть, руководствуясь инженерными принципами и комбинируя неббиологические вещества с живыми клетками, казалась чистой фантастикой. А между тем потребность в материале, способном заменять поврежденные ткани, и тогда, и сейчас крайне велика. Сегодня примерно 50 млн американцев обязаны жизнью органной терапии в той или иной ее форме, и каждый пятый житель развитых стран старше 65 лет в оставшиеся ему годы жизни прибегнет к данной процедуре.

Традиционные методы замены органов - трансплантация с последующим гемодиализом - спасли множество жизней, однако эта операция связана с большим риском для пациента. Биоинженерные ткани можно изготавливать по заказу, обеспечивая их иммуносовместимость, что существенно повышает вероятность успеха. Подобные ткани могут иметь и другие применения, например, играть роль "органа на чипе" при тестировании новых лекарственных средств на токсичность.

Искусственные ткани обладают еще одним достоинством: им можно придавать разную форму - от простых агрегатов и тонких клеточных пленок до объемных конструкций, а в будущем - до полноценных органов. За десять лет, прошедшие с тех пор, как мы впервые изложили проблемы, с которыми приходится сталкиваться при конструировании живых тканей, многие из них разрешились. Заменители кожи и хрящей уже помогли тысячам пациентов. Такие искусственные органы, как мочевой пузырь, роговица глаза, бронхиолы и кровеносные сосуды, проходят клинические испытания. Многообещающие результаты получены во время лабораторных тестов более сложных структур.



ЭТО МИКРОУСТРОЙСТВО, содержащее "сосудистую сеть", которая пронизывает подложки с культурами клеток, - один из продуктов тканевой инженерии, созданный с использованием новейших материалов и технологий. Прямой контакт сосудов с монослоями клеток исключается с помощью мембран с нанопорами, прослаивающих всю конструкцию

Но преодолены далеко не все трудности. Большие надежды возлагаются на более глубокое изучение естественных процессов образования тканей - как у эмбрионов, так и у взрослых людей при заживлении ран. Прогресс, достигнутый за последнее десятилетие, во многом обязан как раз таким исследованиям. Значительные изменения произошли и в чисто конструкторской составляющей методики благодаря возможности получения материалов с заранее заданными химическими, биологическими и механическими свойствами. Теперь продукция тканевой и органной инженерии все лучше соответствует требованиям, предъявляемым медициной.

## Проблемы кровоснабжения

Одна из причин, по которой искусственные кожа и хрящ стали первыми из числа тканей, пересаженных человеку, заключалась в их относительно бедной васкуляризации. У большинства органов сосудистая сеть хорошо развита, и трудности с кровоснабжением всегда ограничивали размеры конструируемых тканей. Вследствие этого многие специалисты в области тканевой инженерии занялись прежде всего созданием кровеносных сосудов и встраиванием их в соответствующие органы и ткани.

Любая ткань толщиной больше нескольких сотен микрон нуждается в сосудистой сети, поскольку каждая клетка должна находиться достаточно близко от источника кислорода и питательных веществ, которые поступают к ней через стенки капилляров. В противном случае клетки получают необратимые повреждения.

За последние пять лет появился целый ряд новых подходов к созданию кровеносных сосудов. Успехов удалось достичь благодаря глубокому изучению особенностей окружения эндотелиальных клеток (которые образуют капилляры и выстилают более крупные сосуды), а также появлению новых возможностей в построении миниатюрных конструкций. Например, если поместить эндотелиальные клетки на подложку, поверхность которой испещрена микроскопическими желобками диаметром в одну тысячную человеческого волоса, то клетки объединятся в структуры, похожие на капилляры (врезка на стр. 52). Желобки имитируют текстуру тканей, на них оседают эндотелиальные клетки, образуя кровеносные сосуды в самом организме, что побуждает их посылать окружению соответствующие сигналы.

### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- За последние десять лет достигнуты большие успехи в создании заменителей различных тканей человека; некоторые наиболее простые трансплантаты уже используются в клинике.
- Основной предпосылкой к таким успехам стало более глубокое понимание поведения клеток и появление новых "строительных материалов".
- На "предстартовой" позиции находятся еще несколько искусственных заменителей, но им предстоит пройти испытания на соответствие требованиям, предъявляемым к "живым" материалам.

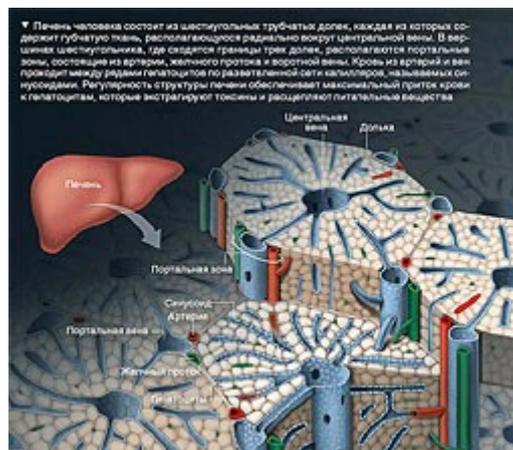
Для создания сети капилляров применяются также методы, разработанные когда-то в микроэлектронике. Так, Ваканти в сотрудничестве с Джеффри Боренштейном (Jeffrey T. Borenstein)

из Лаборатории Дрейпера в Кеймбридже, штат Массачусетс, создали систему микроканалов, имитирующую капиллярную сеть, прямо в биodeградируемой полимерной подложке. Внутри каналов культивировали эндотелиальные клетки, необходимые для образования кровеносных сосудов, которые минимизировали нежелательное взаимодействие между кровью и материалом подложки. В качестве альтернативы для разделения несущих кровь каналов и клеток "ткани" можно использовать мембранный фильтр (илл. на стр. 52 и врезка на стр. 53).

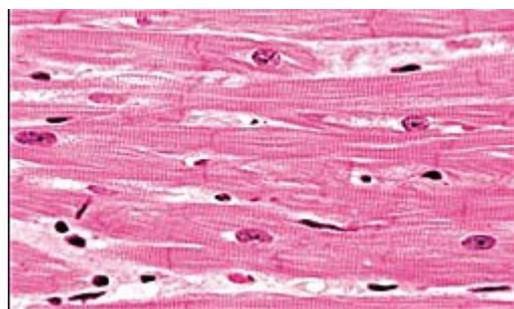
Для того чтобы предотвратить прямое контактирование между клетками и "сосудами" и в то же время не разносить их слишком сильно и не блокировать обмен веществами, можно суспендировать клетки в гидрогелях - желатиноподобных материалах, состоящих из гидратированных полимерных сетей. Гидрогели по своим химическим свойствам напоминают матрикс - среду, в которой находятся все клетки тканей. Функциональные клетки при этом заключают в гидрогель, а пронизывающие его каналы выстилают эндотелиальными клетками. Так получается тканеподобная структура, пронизанная "сосудами".

## ГЕНИАЛЬНЫЙ АРХИТЕКТОР - ПРИРОДА

Печень человека состоит из шестиугольных трубчатых долек, каждая из которых содержит губчатую ткань, располагающуюся радиально вокруг центральной вены. В вершинах шестиугольника, где сходятся границы трех долек, располагаются порталные зоны, состоящие из артерии, желчного протока и воротной вены. Кровь из артерий и вен проходит между рядами гепатоцитов по разветвленной сети капилляров, называемых синусоидами. Регулярность структуры печени обеспечивает максимальный приток крови к гепатоцитам, которые экстрагируют токсины и расщепляют питательные вещества



Функции того или иного органа определяются его строением. Каждый орган состоит из клеток разных типов, которые совместно обеспечивают его полноценную работу - фильтрацию крови (печень; илл. справа), ее перекачку (сердце; илл. внизу) и т.д. Важнейший фактор для формирования тканей и поддержания их в рабочем состоянии - обмен информацией между составляющими их клетками и окружением, поэтому при конструировании заменителей тканей и органов необходимо как можно точнее воспроизводить их естественную пространственную организацию, комбинируя различные материалы и живые клетки



Сердечная мышца состоит из цепочек миофибрилл, соединенных конец в конец. Они заключены в коллагеновую оболочку и переплетаются с кровеносными сосудами. Главное в обеспечении бесперебойной работы сердца - правильная форма и ориентация миофибрилл

Более крупные кровеносные сосуды можно сформировать, "засеяв" подложку гладкомышечными и эндотелиальными клетками и поместив конструкцию во встряхиваемый биореактор. Артерии, изготовленные в таких условиях, обладают высокой механической прочностью и остаются функционально активными после трансплантации (опыты проводились на животных). Искусственные кровеносные сосуды используют не только для встраивания в сложные биоинженерные конструкции, но и в сердечно-сосудистой хирургии.

Однако создание капилляроподобных сетей и более крупных кровеносных сосудов - это только начало пути. Нужно еще очень быстро соединить работающий биоимплантат с кровеносной системой пациента. Стимулирование организма к образованию новой сосудистой системы - не менее важная задача, чем все предыдущие. Как показал Дэвид Муни (David Mooney) из Гарвардского университета, контролируемое высвобождение факторов роста из полимерных бусинок или самой подложки ускоряет образование кровеносных сосудов, которые в процессе роста пронизывают имплантированную тканевую конструкцию.

Фирма Pervasis Therapeutics, с которой сотрудничают Ваканти и Лангер, провела успешные клинические испытания с использованием одного из вариантов такого метода для того чтобы проверить его пригодность для восстановления поврежденных сосудов. Трехмерную подложку, содержащую клетки гладких мышц и эндотелиальные клетки, трансплантировали вблизи места повреждения, чтобы обеспечить прохождение сигналов, стимулирующих образование факторов роста, и активировать естественные процессы восстановления кровеносных сосудов (нижнее фото справа).

Несмотря на успехи, получение объемных васкуляризованных структур остается непростой задачей. Новые кровеносные сосуды прорастают в имплантат медленно, в результате его клетки испытывают кислородное голодание и погибают. По-видимому, для решения данной проблемы необходимо конструировать сосудистую сеть в имплантате заранее. При этом параллельно можно вводить в строго контролируемых количествах факторы роста сосудов, стимулирующих их развитие в имплантате.

Важнейший момент - интеграция искусственных сосудов с сосудами организма-хозяина, поэтому необходимо как можно глубже изучить процесс обмена сигналами между клетками организма и клетками имплантатов.

## Какие клетки лучше?

В большинстве случаев для создания имплантатов лучше всего использовать клетки самого пациента, совместимые с его иммунной системой. Это позволит также решить многие проблемы регуляторного характера. Однако способность нормальных клеток человека размножаться в культуре ограничена, так что вырастить достаточно большой имплантат не удастся. Несколько лучшей пролиферативной способностью обладают так называемые "взрослые" стволовые клетки, которые содержатся в некоторых тканях уже сформировавшегося организма и могут дать начало разнообразным клеткам той ткани, откуда они выделены. Однако эти клетки трудно идентифицировать, поскольку они почти не отличаются от обычных, и чтобы все-таки их отыскать, необходимо найти их поверхностные белки-маркеры. К счастью, за последние пять лет разработаны новые методы выделения "взрослых" стволовых клеток и индукции их пролиферации и дифференцировки в разные типы клеток в культуре.

Интересное наблюдение сделал Кристофер Чен (Christopher Chen) из Пенсильванского университета. Он обнаружил, что мезенхимные стволовые клетки, обычно выделяемые из мышц,

костей или жировой ткани, реагируют на механические воздействия со стороны окружения и дифференцируются в ткани, почти идентичные материалу, в котором они выросли. Известны данные и другого рода: химические сигналы, поступающие от субстрата и окружения, участвуют в управлении процессом дифференциации "взрослых" стволовых клеток в клетки определенного типа. Есть сомнения, однако, что они будут вести себя подобным же образом вне "семейства" родственных стволовых клеток печени.

В отличие от "взрослых", эмбриональные стволовые клетки охотно растут в культуре и дифференцируются в любые клетки человеческого тела. Роберт Лангер совместно с Суламифь Левенберг (Shulamit Levenberg) из Израильского технологического института в Хайфе показал, что ES-клетки можно побудить к дифференциации в ткань нужного типа непосредственно в материале подложки, т.е. к образованию трехмерной структуры прямо из дифференцирующихся ES-клеток. Впрочем, и в этом случае без трудностей не обойтись.

Направленная дифференциация ES-клеток по-прежнему относится скорее к области искусства, чем науки. В попытках воспроизвести сложное естественное окружение ES-клеток и оптимизировать процесс дифференциации было испробовано множество комбинаций различных материалов и химических веществ, а также малых молекул и сигнальных белков. Нужно было найти те факторы, которые регулируют способность ES-клетки давать специализированное "потомство", оставаясь в недифференцированном состоянии, в полной готовности продуцировать все больше новых клеток в случае необходимости.

В дополнение к изложенным проблемам существует и ряд других сложностей. Исследователи до сих пор не знают, как поведут себя трансплантированные стволовые клетки в организме пациента. Например, ES-клетки могут образовать опухоли, если они не совсем успешно дифференцировались до трансплантации. В связи с этим предпринимаются попытки обойтись без ES-клеток, заменяя их ES-подобными клетками из других источников.

В последние два года достигнуты большие успехи в получении ES-подобных клеток из тканей взрослого человека, в частности кожи. Эти так называемые индуцированные плюрипотентные стволовые клетки (iPS) - замечательное достижение биотехнологии и бесценный "возобновляемый ресурс" для тканевой инженерии. В 2007 г. Широ Яманака (Shiro Yamanaka), работавший тогда в Киотском университете, и Джеймс Томсон (James A. Thomson) из Висконсинского университета в Мадисоне независимо друг от друга впервые показали, что клетки кожи взрослого человека можно перевести в iPS-состояние, реактивируя генетические программы, повидимому, определяющие принадлежность клеток к стволовым (см.: Минкел Д. Долгожданная альтернатива // ВМН, № 5, 2008).

Клетки кожи можно превратить в подобие эмбриональных стволовых клеток, введя в них всего четыре мощных регуляторных гена. В первых экспериментах в качестве векторов использовались небезопасные для человека ретровирусы. Позже для активации целевых генов стали применять невирусные методики; при этом обнаружилось, что иногда бывает достаточно активировать всего один ген. Быстрый прогресс в данной области воодушевил специалистов по тканевой инженерии. Они полагают, что вскоре для создания трансплантатов можно будет использовать собственные клетки пациента, перепрограммированные в состояние плюрипотентности.

# ДВЕНАДЦАТЬ ЗАГАДОК СТАРЕНИЯ

Фонд "Наука за продление жизни" обратился к известным ученым, работающим в разных областях биологии, с просьбой ответить на вопросы, касающиеся старения

## Участники дискуссии

**Дэвид Гемс** (David Gems), специалист по биологии старения, Институт здорового старения Лондонского университетского колледжа, Великобритания

**Обри ди Грей** (Aubrey de Grey), научный руководитель Фонда Мафусаила и программы SENS, Великобритания

**Денис Нобл** (Denis Noble), профессор системной биологии, руководитель программы "Физиом", Оксфорд, Великобритания

**Евгений Ильич Маевский**, заместитель директора Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН

**Алексей Александрович Москалев**, руководитель группы молекулярной радиобиологии Института биологии Коми Научного центра РАН

**Федор Федорович Северин**, заведующий лабораторией изучения запрограммированной смерти микроорганизмов НИИ физико-химической биологии им. Белозерского МГУ

**Максим Владимирович Скулачев**, директор Центра митоинженерии МГУ

- Почему организм подвергается прогрессирующему и необратимому сокращению физиологических функций именно в последней части своей жизни?

### Обри ди Грей:

- Многие из наших нормальных метаболических процессов, благодаря которым мы живем так долго, имеют накапливающиеся побочные эффекты, такие как, например, потеря клеток или образование неперевариваемых молекул. Но для того чтобы в организме накопилось достаточно "повреждений", и чтобы они нанесли какой-либо вред, необходимо время. В конце концов повреждений становится столько, что физиологические функции ухудшаются".

### Алексей Москалев:

- Во-первых, процессы повреждения структур и их восстановления противостоят друг другу уже на стадии зиготы, и даже раньше - в гаметам родителей. Но любая защита имеет КПД, отличный от 100%, поэтому повреждения накапливаются. Во-вторых, уже на ранних эмбриональных стадиях соматические клетки выбирают два пути - стать бессмертными стволовыми клетками (иметь



Сегодня наука еще не может четко ответить на вопросы, что такое старение, чем оно вызвано, каковы его механизмы и как его предотвратить. Но эксперименты последних лет позволяют нам больше узнать об этом явлении. Фонд "Наука за продление жизни" обратился к известным ученым, работающим в разных областях биологии, с просьбой ответить на принципиальные вопросы, касающиеся старения. Впервые ученые пытаются выработать единую точку зрения на этот процесс

активную теломеразу, сегрегировать повреждения, эффективно поддерживать целостность ДНК, быть устойчивыми к апоптозу), либо дифференцироваться и выполнять специализированные функции, но при этом стать смертными. До тех пор пока первые эффективно создают замену вторым, организм остается относительно здоровым. Однако чем больше пролиферативных стрессов (необходимость быстро делиться) испытывают в течение жизни стволовые клетки, тем быстрее, несмотря на свою усиленную защиту, они накапливают ошибки и истощаются. Гипотетически может иметь место такой процесс: в условиях жесткого стресса "иммортальные" стволовые клетки преимущественно образуют дифференцирующиеся клетки, "забывая" пополнять собственную популяцию. С другой стороны, "региональные" стволовые клетки существуют в особом микроокружении - "нише", которая при помощи ростовых факторов сигнализирует стволовой клетке, с какой скоростью и какие дифференцированные клетки давать. Ниша представлена дифференцированными клетками, которые подвержены клеточному старению. Как нам уже известно, стареющие клетки выделяют цитокины воспаления. Таким образом, стволовые клетки с возрастом начинают испытывать влияние "стареющих" ниш, т.е. они перестают пополняться, неправильно дифференцируются, либо начинают безудержно делиться, что приводит либо к подавлению регенерации тканей, либо к гиперпролиферации и онкогенезу. В-третьих, клеточное старение и нарушение регенерации затрагивают функциональность нейроэндокринных центров (гипоталамус и др.), которые обеспечивают надлежащие уровни гормонов, регулирующих метаболизм, функционирование стволовых ниш и активность самих стволовых клеток. В результате наше старение обусловлено нарушением равновесия на четырех уровнях - метаболизма, стрессоустойчивости, регенерации и нейроэндокринной регуляции.



Использование стволовых клеток может стать революцией в борьбе со старением

#### **Евгений Маевский:**

- Смена функций - уменьшение одних и появление других - постоянный процесс. Например, при рождении человека сходит на нет синтез фетального гемоглобина, и вместо него запускается программа синтеза гемоглобина взрослых. Это обусловлено тем, что изменяются условия оксигенации при переходе от внутриутробной жизни к жизни вне плацентарной защиты. Меняются констелляции - наборы и активности ферментов пищеварительного тракта - при изменении характера питания: одни ферменты перестают синтезироваться, другие появляются. И таких примеров множество. Это не столько старение, сколько онтогенетическое и адаптивное развитие, приспособление к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды.

Хотя износ ресурса (пока далеко не ясно в каждом случае, что это такое) происходит всегда. Износ особенно велик, если процессы восстановления значительно уступают интенсивности нагрузок на конкретный аппарат. Окончательного ответа нет. Хотя здесь существенна роль и метаболических, и генетических факторов, и набора стволовых клеток как генераторов восстановления, и многого другого.

**Максим Скулачев:**

- Это не так. Многие высшие организмы в последней части своей жизни только наращивают мощь своих функций, а потом резко умирают по той или иной причине. Наши эксперименты это показали.

Многие высшие организмы в последней части своей жизни только наращивают мощь своих функций, а потом резко умирают по той или иной причине

**Дэвид Гемс:**

- На этот вопрос можно ответить двояко. Во-первых, с эволюционной точки зрения: старение - результат уменьшения силы естественного отбора, когда в конце жизни функции многих генов ослабевают. Такое происходит потому, что вероятность произвести потомство в пожилом возрасте падает, особенно из-за повышенного риска смерти. Следовательно, в конце жизни накапливаются вредные эффекты, которые вызывают старение. С этой точки зрения, старение - форма позднего генетического заболевания, которому подвержено все человечество.

А вот другой аспект - биологические механизмы, лежащие в основе старения, - остается неясным, хотя существует множество версий. Самая вероятная такова: старение - результат накопления повреждений, особенно на молекулярном уровне - белков, жиров и ДНК.

**Федор Северин:**

- Это часть программы индивидуального развития, которая направлена на повышение динамичности популяции.

- Почему ожидаемая продолжительность жизни или скорость старения различаются внутри одного вида и между видами?

**Обри ди Грей:**

- Потому что разные виды - и, в меньшей степени, различные индивиды одного вида - имеют различные характеристики встроенных "механизмов антистарения". Виды, живущие дольше, автоматически чинят более высокие доли повреждений, продуцируемых их метаболизмом.

**Алексей Москалев:**

- Межвидовые различия могут объясняться скоростью метаболизма и эффективностью систем ответа организма на стресс и регенерации. Причины внутривидовой изменчивости - полиморфизм генов, отвечающих за метаболизм, стрессоустойчивость, регенерацию и нейроэндокринную регуляцию, а также особенности экологической среды индивидуума и стохастические факторы.

**Денис Нобл:**

- Все биологические процессы стохастичны, поэтому мы предполагаем вариации даже внутри одного вида. Возможно, разные виды имеют разные скорости достижения репродуктивного

возраста. Здесь может быть баланс - с одной стороны, быстрая репродукция и короткая продолжительность жизни могут способствовать адаптации к новым условиям, с другой стороны, сложным организмам нужно больше времени для развития. Взаимодействие этих факторов с эволюционной точки зрения определяет различную продолжительность жизни.

**Максим Скулачев:**

- Практически любые признаки организмов варьируют внутри одного вида или между видами.

**Евгений Маевский:**

- Этому факту есть масса объяснений. процитирую Азимова: "Человек есть то, что в нем заложено, и обстоятельства".

Во-первых, весьма существенные факторы - доступность и качество пищи. Во-вторых, что, возможно, более важно, - генотип. И, наконец, условия обитания, воспитания, вероятность встречи с инфекцией, травмы и т.п.

Еще в большей мере организм и его составные части изнашиваются от их "неупотребления". Всем известны случаи атрофии мышц, потери остроты зрения при закрывании одного глаза на длительный срок. Отсутствие нагрузки на ткани даже более губительно, чем работа на износ. Рациональное соотношение (знать бы, каково оно!) интенсивности, продолжительности, разнообразия нагрузок, а также восстановление функций - ключевая проблема реабилитологии здоровых людей и, возможно, увеличения продолжительности их активной жизни.

**Дэвид Гемс:**

- На старение очень сильно влияют и генотип, и воздействие среды. Отклонения и вариации обоих факторов приводят к тому, что процессы старения протекают по-разному. Факторы среды играют большую роль в вариабельности внутри видов, в том числе и у людей, но в то же время многие различия в протекании процесса старения у людей происходят из-за генетических вариаций. С эволюционной точки зрения различия между разными видами в скорости протекания процессов старения во многом отражают разные уровни смертности от внешних причин. Например, летучие мыши живут гораздо дольше наземных млекопитающих того же размера - скорее всего потому, что их способность летать уменьшает риск смерти от внешних причин, и в первую очередь - благодаря способности укрываться от хищников. Это приводит к высокой репродукции в более поздние годы жизни, и, как следствие, естественный отбор на поздних сроках жизни работает против генов с вредоносными эффектами, что, возможно, приводит к замедленному старению.

**Федор Северин:**

- Оптимальная продолжительность жизни (с точки зрения популяции) зависит от продолжительности и нюансов протекания классического онтогенеза, а также от степени жесткости давления естественного отбора на популяцию и внутривидового отбора. Эти параметры могут различаться как между видами, так и между популяциями организмов одного вида.

- Почему экспериментальные воздействия, такие как ограничение калорийности питания, замедляют начало многих возрастных изменений и увеличивают среднюю и максимальную продолжительность жизни животных?

**Обри ди Грей:**

- Потому что эволюция открыла такую закономерность: полезнее менять соотношение ресурсов между репродукцией и простым поддержанием жизнедеятельности организма в зависимости от наличия питательных веществ. Отдавать приоритет репродукции, когда много еды, и поддержанию организма (и задержке старения) при недостатке. В среднем организмы, которые склонны так отвечать на недостаток питательных веществ, имеют потомство, обладающее более выраженной способностью к выживанию.

**Алексей Москалев:**

- Снижение количества получаемой пищи до определенного порога (до 30% от желаемого), - особенно это касается белкового компонента, - представляет собой умеренный стресс, стимулирующий системы стрессоустойчивости и повышающий эффективность метаболизма. Система переходит на более высокий уровень защиты от спонтанных экзогенных и эндогенных стрессов, что замедляет процессы старения.

**Максим Скулачев:**

- Боюсь, что множественное число здесь не очень уместно. А что кроме низкокалорийной диеты "замедляет начало многих возрастных физиологических и патологических изменений и увеличивает среднюю и максимальную продолжительность жизни животных"? Механизма действия caloric restriction (ограничения калорий) я, к сожалению, не знаю. Насколько я понимаю, этого не знает никто.

**Евгений Маевский:**

- Ответ давно известен: все хорошо в меру. Мы опять подходим к проблеме: самое сложное - определить соотношение между энергетическими затратами, расходом на синтезы и рациональным питанием, а также восстановлением за счет питания. Это суть проблемы. Отсюда вырисовывается глобальная постановка вопроса: что есть рациональное питание для различных контингентов людей, с разным гено- и фенотипом, разного возраста, разных профессий, с разным укладом жизни, местом жительства и т.п.?

**Дэвид Гемс:**

- Это пока еще не совсем ясно, и, похоже, здесь играют роль множественные механизмы, которые сильно варьируют у различных видов и зависят от различных типов низкокалорийной диеты. Например, далеко не всегда решающим фактором, влияющим на продолжительность жизни, становится непосредственное ограничение калорий. Возможен такой механизм, когда организм отвечает на ограниченную диету переходом в другое биологическое состояние - репродуктивной "спячки". В этом состоянии активизируются противоположные механизмы, защищающие от проявлений старения, например активизируются процессы восстановления, механизмы подавления развития опухоли и т.д. Другой возможный фактор - снижение потребления токсичных компонентов во время диеты. Однако это может влиять собственно на продолжительность жизни, а не на процессы старения (многие факторы сокращают продолжительность жизни, не влияя на старение - курение, несчастные случаи и т.д.).

- Влияют ли эти факторы на старение и заболевания, ассоциированные со старением, независимо друг от друга?

**Обри ди Грей:**

- Нет. Все аспекты старения тесно взаимодействуют друг с другом. Однако это необязательно означает, что они должны быть запущены одной "волшебной пулей".

**Алексей Москалев:**

- Старение предрасполагает к патологиям и делает их неизбежными, поэтому трудно отделить одно от другого.

**Максим Скулачев:**

- Неизвестно.

**Дэвид Гемс:**

- Нет, похоже, что процесс старения вызывает возрастзависимые заболевания (сердечно-сосудистые, нейродегенеративные, рак, диабет II типа и т.д.). Как было показано в экспериментах на грызунах, вмешательства, которые замедляют старение, одновременно защищают и от всех возрастных патологий. Это показывает, что, по крайней мере, у животных, воздействуя на сам процесс старения, можно обеспечить защиту от широкого спектра возрастзависимых заболеваний.

**Евгений Маевский:**

- Грубый ответ: в организме человека независимых функций нет. Это выдумки молодых здоровых людей. Читайте Сеченова - организм как целостная система.

**Федор Северин:**

- Заболевания, ассоциированные со старением, - это проявление старения.

- Увеличивают ли возрастные изменения в организме подверженность болезням, или заболевания развиваются независимо, и лишь потом усугубляют проявления старения?

**Обри ди Грей:**

- Возрастзависимые изменения в организме увеличивают подверженность внешним заболеваниям, таким как инфекции. Они также напрямую вызывают внутренние заболевания, такие как сердечно-сосудистые болезни или диабет II типа: считается, что эти заболевания являются составляющими более поздних стадий старения. Также существуют ситуации, когда внешние заболевания, особенно определенные "постоянные" инфекции, например цитомегаловирус, повреждают тело и ускоряют некоторые аспекты старения.

**Денис Нобл:**

- Я подозреваю, что оба явления вовлечены в процесс старения и взаимосвязаны.

**Евгений Маевский:**

- Читаем предыдущие ответы: любые неадекватные восстановительным силам организма нагрузки, будь то болезнь или что-то иное, ускоряют старение. И наоборот: на фоне износа ранее

незначительная нагрузка становится неадекватно запредельной. Опять проблема: где мера и что есть мера?

**Дэвид Гемс:**

- Во многом это части одного целого. Например, повреждения на молекулярном уровне с возрастом увеличиваются, включая и повреждения ДНК. В результате увеличение числа мутаций влияет с возрастом и на онкологию.

**Федор Северин:**

- Скорее возрастные изменения в организме увеличивают подверженность болезням. Одно из самых ранних проявлений старения - снижение гибкости иммунной системы.

- Какие возможные точки научного прорыва в исследованиях, направленных на увеличение продолжительности жизни, вы видите?

**Обри ди Грей:**

- Мы довольно близки к открытиям, которые в совокупности дадут небольшой эффект в замедлении старения. Большинство этих прорывов кроются в различных аспектах регенеративной медицины - восстановление молекулярной и клеточной структуры тканей до состояния, приближающегося к тому, в котором они находились до начала повреждения. В нашем случае это вопрос повреждения при старении. И из-за того, что это повреждение очень сложное, нам потребуется много видов регенеративной медицины, чтобы выполнить всю задачу, - но мы приближаемся к этому.

**Алексей Москалев:**

- Научиться стимулировать стрессоустойчивость и восстанавливать функции стареющих стволовых ниш.

**Максим Скулачев:**

- Если бы знал - был бы миллиардером. Ученые вообще очень редко "видят точки научного прорыва". Как правило, то, чем они в данный момент занимаются, они и считают точкой прорыва. Поэтому я вынужден ответить, что это митохондриальные антиоксиданты и другие митохондриальные лекарства.

**Евгений Маевский:**

- Ответов два - социальный и биологический. Как следует организовывать жизнь населения? Разнообразно, эмоционально насыщено, с разумным чередованием физической и умственной нагрузок, воспитанием интереса к творческой деятельности, минимизацией нерациональных, раздражающих стрессов, повышением порога восприятия малых стрессов - воспитанием. Требуются глубокие исследования для определения адекватности нагрузок и их вида для каждого индивида в соответствии с имеющимся потенциалом восстановления и перспективой его развития или упадка в данный момент времени.

**Дэвид Гемс:**

- В биogerонтологии существует много ключевых задач, которые надо решить. Одна из них - использовать лекарства, которые бы действовали точно или по цепочкам, специфическим образом влияя на старение. Показать, что они успешно работают на моделях животных, и затем доказать их эффективность для человека. Профессор В.Н. Анисимов из России - пионер в такого рода исследованиях.

Другая задача - понять, используя модели животных, каким образом эти цепочки контролируют процесс старения. А это приводит нас к фундаментальному вопросу: что такое старение с биологической точки зрения? Это вообще один из основных вопросов современной науки, который, я верю, будет решен лет через десять или около того.

#### **Федор Северин:**

- Думаю, в основе старения лежит запрограммированная смерть индивидуальных клеток. Бороться с этим явлением можно как на клеточном уровне, так и на уровне организма. На клеточном уровне наиболее перспективны антиоксиданты и другие антиапоптозные воздействия. На уровне организма - вмешательство в гормональную регуляцию.

- На каком эволюционном этапе возникло старение, или оно сопровождало явление жизни с момента ее появления?

#### **Обри ди Грей:**

- Некое подобие старения наблюдается у одноклеточных организмов, но оно настолько отличается от старения у больших организмов, что я бы не называл его старением вообще. Многоклеточные организмы, у которых нет постоянно неделящихся клеток - растения, например, или такие животные, как гидра, - демонстрируют крайне малое количество признаков старения. Поэтому я бы сказал, что старение, каким мы его знаем и испытываем на себе, возникло в то время, когда животные эволюционировали до организмов с долгоживущими неделящимися клетками. Самые важные из них - конечно же, клетки мозга.

#### **Алексей Москалев:**

- Молекулярное старение имело место уже на стадии "прежизни" и у одноклеточных живых существ. У эукариот добавляется клональное (репликативное) клеточное старение, а у многоклеточных - старение стволовых ниш и пострепликативное старение, т.е. сбой регенерации.

#### **Денис Нобл:**

- Очень интересный вопрос. Многие одноклеточные организмы фактически бессмертны, или их линия бессмертна. И, в конце концов, это верно и для зародышевых клеток в организмах с отдельными гаметам. Старение, такое, каким мы его знаем, в основном характеристика многоклеточных организмов. Вот здесь как раз может оказаться очень важным вопрос стохастичности. Если уровни экспрессии генов сильно варьируют между клетками (как показывают последние исследования), тогда должны быть селекционные процессы, происходящие в каждой ткани. Это делает необходимым наличие апоптоза, убивающего "плохие" клетки.

#### **Максим Скулачев:**

- Похоже, что старение было всегда (во всяком случае, начиная с одноклеточных эукариот). А вот почему на некоторых эволюционных этапах оно исчезло - это вопрос!

**Евгений Маевский:**

- На мой взгляд, старение всегда было. Без старения и смерти, без смены поколений эволюция невозможна.

**Дэвид Гемс:**

- Старение прослеживается везде, где для этого существуют эволюционные условия: оно отмечается даже у бактерий и одноклеточных грибов. Однако некоторые виды на первый взгляд не подвержены старению, включая животных (например, *Hydra vulgaris*). Таким образом, старение не представляет собой обязательную особенность живых систем.

- Являются ли процессы старения организма следствием старения на клеточном уровне?

Старение прослеживается везде, где для этого существуют эволюционные условия: оно отмечается даже у бактерий и одноклеточных грибов. Однако некоторые виды, включая животных, на первый взгляд не подвержены старению. Таким образом, старение не является обязательной особенностью живых систем

**Обри ди Грей:**

- Да, старением клеток вызвана некоторая часть процесса старения, но не весь процесс в целом. Например, накопление вредного амилоидного белка происходит между клетками, а не внутри них. Также существуют различные типы клеточного старения: тот тип, который открыт Леонардом Хейфликом и объяснен А.М. Оловниковым и Джеймсом Уотсоном, - это всего лишь один тип, и, вероятнее всего, не самый важный.

**Алексей Москалев:**

- И да, и нет. Каждый уровень старения зависит от всех остальных и одновременно относительно независим. Старение имеет фрактальную самоподобную природу на всех своих уровнях (молекулярном, клеточном, тканевом, системном, организменном).

**Максим Скулачев:**

- А что такое старение на клеточном уровне? Видимо, имеется в виду термин *cell senescence*, который описывает очень странное состояние клетки, к старению организма (даже одноклеточного) никакого отношения не имеющее.

**Евгений Маевский:**

- Безусловно, но не только в этом дело. На уровне многоклеточного организма старение индивидуальных клеток сильно демпфировано резервными и регуляторными системами.

**Дэвид Гемс:**

- В значительной степени. Старение также наблюдается во внеклеточных структурах, но его степень должна контролироваться генетически, поскольку общий уровень старения очень серьезно варьирует у разных видов. Поэтому, похоже, на него сильно влияют процессы, происходящие внутри клетки

- В какой степени процессы старения генетически обусловлены?

**Обри ди Грей:**

- В одном смысле, старение совсем не зависит от генетики. Оно вызвано тем, что гены, репарирующие повреждения, которые организм сам не восстанавливает, у человека отсутствуют. Поэтому повреждения накапливаются и в конце концов вызывают патологии. В другом смысле, старение полностью генетически обусловлено, так как некоторые виды живут куда дольше, чем другие. И это благодаря тому, что у них более совершенный аппарат антистарения, который кодируется генами. В третьем смысле, около 25% старения генетически обусловлены:

это процент вариаций продолжительности жизни индивидов, умирающих от возрастзависимых причин, которые опять-таки объяснимы с помощью генетики.

**Алексей Москалев:**

- Это трудно адекватно оценить в цифрах, т.к. старение зависит от аллельного состояния сотен генов. Наибольшее влияние оказывают гены-"регуляторы" и "медиаторы" (синтез гормонов и их рецепторов, киназы, деацетилазы, метилазы, транскрипционные факторы, p53, p21, p16, pRB). Индивидуальный вклад генов"эффекторов" (перехватчиков свободных радикалов, белков теплового шока, ферментов репарации ДНК, аутофагии, детоксификации ксенобиотиков) менее весом, но кумулятивно они вносят ощутимый вклад.



Сегодня абсолютный рекорд по продолжительности жизни принадлежит мышке с необычным именем GHR-KO 11C, созданной Анджеем Бартке (Andrzej Bartke) – эндокринологом из Медицинской школы университета Южного Иллинойса, расположенной в Спрингфилде (США). Его мышка не дожила всего шесть дней до своего пятилетия, прожив 1819 дней. Этого рекорда удалось достичь, отключив у грызуна генрецептор гормона роста

**Максим Скулачев:**

- В огромной.

**Евгений Маевский:**

- Генетика определяет очень многое, но далеко не все. Я не исключаю из рассмотрения экстремальные делеции, мутации и т.п., генетически запрограммированные дефекты или быстрые сломы различных процессов.

**Федор Северин:**

- В абсолютной: считаю старение частью онтогенеза.

- В чем причина существования в природе "нестареющих" видов?

#### **Обри ди Грей:**

- Некоторые виды с пренебрежимым старением, те, у которых нет долгоживущих клеток, вероятно, не стареют вообще. Другие, наверное, все же стареют, но так медленно, что мы пока не можем это фиксировать. (Если вид стареет настолько медленно, что индивиды живут дольше, чем люди, сложно сказать, что они вообще стареют, особенно если только небольшое их количество можно изучать в дикой природе). Я не думаю, что существуют виды с пренебрежимым старением, которые совсем не стареют, даже несмотря на то что у них очень долгоживущие клетки. Но необходимо изучать виды, которые стареют очень медленно, чтобы понять, почему это происходит.

#### **Алексей Москалев:**

- Возможно, они наделены более высокой надежностью систем обеспечения стрессоустойчивости (на уровне генов-"регуляторов", - "медиаторов" и "эффекторов"), что обеспечивает "нестареющие" стволовые ниши и эффективную регенерацию тканей.

#### **Максим Скулачев:**

- Могу предложить только эволюционное объяснение - зачем. Как (через отмену каких механизмов или за счет приобретения каких инструментов) эти виды добились пренебрежимости своего старения - большая загадка. Кстати, ею стоило бы как следует заняться, но, видимо, пока не удастся найти подходы. Хотя у нас есть несколько конкретных идей и предложений по этому поводу (например, изучить такое уникальное животное, как голый землекоп).

#### **Евгений Маевский:**

- Слишком общий вопрос. Все конкретно. У кого-то слишком низкая интенсивность жизнедеятельности относительно возможностей. У других генетически (!) запрограммирована поздняя гибель, т.е. длительная жизнь клеток и тканей. У иных велик резерв - восстановительный потенциал, мощные защитные системы вместе с системами репарации, регенерации, обновления тканей и клеток.

#### **Дэвид Гемс:**

- На этот вопрос прекрасно ответил Дж. Уильямс в своей классической работе 1958 г. Пренебрежимое старение может возникнуть, когда условий для эволюции старения не существует. Например, когда у организмов со временем увеличивается плодовитость (т.е. они продолжают расти в пожилом возрасте - как деревья или некоторые виды рыб). Или же у организмов с очень низкой смертностью от внешних причин (некоторые черепахи), а также у организмов, у которых нет четкого разделения между несоматическими (герминативными) и соматическими клетками (те же гидры).

#### **Федор Северин:**

- Потеря программы старения выгодна для вида при отсутствии давления внутри- и межвидового отбора.

- Репродукция и продолжительность жизни взаимосвязаны или независимы друг от друга?

**Обри ди Грей:**

- Они тесно взаимосвязаны в эволюции, но не так тесно в отдельном организме. То, что у вас есть потомство, не принципиально влияет на продолжительность жизни. Однако весьма вероятно, что "способность" иметь потомство, ваша плодовитость связаны с различными аспектами вашей способности стареть медленно.

**Алексей Москалев:**

- И соматические, и герминативные ткани однонаправленно подвергаются старению. В то же время они находятся в состоянии конкуренции за энергетические и пластические ресурсы организма. В результате усиление репродуктивной функции влечет за собой подавление стрессоустойчивости, что снижает продолжительность жизни.

**Максим Скулачев:**

- Когда как. Иногда очень тесно связаны (например, у видов, которые размножаются только раз в жизни и после этого умирают), иногда никак (например, у черепах).

**Евгений Маевский:**

- Как правило, у разных видов порозному, но связаны всегда. Примеров тому масса, даже нет смысла перечислять.

**Дэвид Гемс:**

- Степень продуктивности определенно влияет на продолжительность жизни у многих видов (но не ясно, вызваноли это именно старением), и в то же время у некоторых видов старение не зависит от репродукции (как, например, у червей *C. elegans*)"

**Федор Северин:**

- Непосредственно связаны: половые гормоны - одни из основных регуляторов запрограммированной клеточной смерти.

- И, наконец, какие еще вопросы вы считаете принципиальными для понимания механизмов старения?

**Обри ди Грей:**

- Я думаю, что надо разделять: а) вопросы, на которые необходимо ответить для того, чтобы понять старение; и б) вопросы, на которые необходимо ответить для того, чтобы его победить. Мы можем победить старение без досконального понимания всех процессов. Я считаю, что для этого нам нужно разбираться чуть лучше только в некоторых вещах. Одна из них - механизм ALT, который некоторые раковые клетки используют для поддержания своих теломер без теломеразы. Мы даже не знаем, какие гены за это отвечают, и вероятно, что некоторые из неизвестных генов могут быть хорошими целями для атаки против них. Другая - скорость, с которой "эпигенетический шум" (случайные изменения структуры ДНК, определяющие уровень экспрессии генов) накапливается в головном мозге. Я полагаю, что этот тип повреждений

накапливается настолько медленно, что нам не нужно о нем беспокоиться, но их сложно чинить, поэтому мы действительно должны знать эту скорость.

В настоящее время Фонд Мафусаила спонсирует работы в обоих направлениях. Помимо этого необходимо разработать методы и технологии, использующие уже существующее на данный момент понимание механизмов старения для вмешательств в этот процесс. Все остальные проекты, которые курирует Фонд Мафусаила, и еще некоторые, которые мы планируем финансировать, - такого же типа. Например, перенос митохондриальной ДНК в ядро, чтобы она при этом могла работать, поиск ферментов, разлагающих побочные продукты метаболизма, которые организм не может нормально переварить, уничтожение иммунных клеток, которые не умирают тогда, когда должны, регенерация тимуса и др.

#### **Денис Нобл:**

- Я подозреваю, что некоторые ответы появятся из анализа усложненности организма. Чем организм сложнее, тем более вероятно, что со временем он перестанет работать правильно. Большие геномы нуждаются в механизмах детектирования поломок и их починки. Также большую роль здесь играют исследования стохастичности.

#### **Евгений Маевский:**

- Вопрос в том, как сделать так, чтобы: 1) жизнь каждого стала творческой, наполненной интересом и гармоничной при стрессах не запредельной для индивида силы; 2) определить оптимальные условия существования хотя бы на уровне соотношения нагрузки и восстановительного потенциала, выработать правильное рациональное питание и т.п. Это не могут быть только генетические, метаболические или оксидантные маркеры. Совершенно недостаточно внимания уделяется роли высшего психического компонента. Сегодня здесь вопросов больше, чем путей к ответам.

#### **Дэвид Гемс:**

- Жизнь человека в принципе серьезно зависит от социальных факторов, возможно, из-за долгосрочного воздействия на состояние здоровья психологического статуса. Это очень важно понять, и это прекрасно обобщил Майкл Мармот в своей книге "Синдром статуса".

#### **Федор Северин:**

- Иерархия тканей и органов при старении организма. Возможно, старение организма инициируется старением его "командного центра".

#### **Максим Скулачев:**

- Для меня принципиален вопрос, возможна ли "регуляция" старения. Причем не грубая (происходящая, очевидно, при прогерии или в других катастрофических случаях), а именно fine-tuning (тонкая настройка). При этом надо понимать, что старение - процесс комплексный и, похоже, в разных ситуациях разные его компоненты играют принципиальную роль. Некоторые из этих компонентов вполне могут быть регулируемыми. Не уверен, что разобраться в этом в принципе возможно. Но вопрос, на мой взгляд, крайне интересен. Ответ на него заодно разрешит давний и, на мой взгляд, глупый спор о "запрограммированности" или "спонтанности" старения. Наверное, можно сформулировать еще несколько принципиальных вопросов. Но и отмеченного выше биологам должно хватить на ближайшие 10-50 лет.



Необходимо определить оптимум существования - хотя бы на уровне соотношения нагрузки и восстановительного потенциала

# УКРАСТЬ СЕКРЕТЫ БЕЗ СЕТИ

Уэйт Гиббс

Сегодня можно похитить секретные данные, не преодолевая системы шифрования, не проникая в операционную систему, да и вообще не используя шпионские программы: сам факт просмотра информации делает ее уязвимой

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ



- Лучшие средства сетевой защиты не гарантируют сохранность ваших данных, если хакеры настроены решительно.
- Специалисты научились извлекать информацию даже из отражения монитора в глазном яблоке и звука работающего принтера.
- От таких технологий шпионажа трудно защититься, а их применение невозможно отследить.

Через окуляр маленькой зрительной трубы Celestron, принадлежащей Михелю Баккесу (Michael Backes), шрифт 18-го кегля на экране ноутбука в другом конце холла читался почти так же легко, как если бы компьютер лежал у меня на коленях. Причем ноутбук не только находился в 10 м от меня, но и был обращен ко мне тыльной частью; я наблюдал отражение дисплея в стеклянном чайнике, стоящем на соседнем столе. Проведя в Саарском Университете (Германия) ряд подобных экспериментов, Баккес установил: очень многие предметы отражают экранное изображение с четкостью, достаточной для того, чтобы подсмотреть секретную информацию с помощью оптики. Это могут быть очки, кофейные чашки, пластмассовые бутылки, металлические украшения и даже, как показали последние опыты, глазные яблоки пользователя компьютера. То есть сам факт просмотра информации делает ее уязвимой.

Отражение экранных изображений - только один из многих путей утечки информации по так называемым "побочным каналам" - брешам в концепции компьютерной защиты, основанной на программном обеспечении. Эти пути не предусматривают никакого программного проникновения, поэтому в данном случае бессильны любые системы шифрования, фильтры и антивирусные пакеты. Ученые недавно продемонстрировали пять разных способов того, как можно тайно отследить нажатия клавиш без установки какого-либо специального ПО на контролируемый компьютер. Умелые наблюдатели могут извлекать приватные данные, исследуя мигание светодиодов на сетевых коммутаторах или перехватывая слабые радиоволны, излучаемые любым монитором. Даже шум, издаваемый при работе принтерами, может содержать информацию, полезную для злоумышленников.

Если не считать некоторых секретных военных программ, то специалисты по защите информации почти не занимались атаками через побочные каналы, сосредоточившись на создании все более надежных схем шифрования и сетевых протоколов. Однако такой подход позволяет охранять только информацию, находящуюся внутри компьютера или сети. А для атак через побочные

каналы используется незащищенная зона, через которую компьютеры взаимодействуют с внешним миром, - пространство около клавиатуры, монитора или принтера - на этапе до зашифровки информации или после ее преобразования в форму, доступную для человеческого восприятия. Такие атаки не оставляют никаких следов (например, необычных записей в журналах или искаженных файлов), поэтому специалисты по защите даже не могут определить, насколько часто они происходят. Несомненно одно: если информация уязвима и представляет ценность с коммерческой или разведывательной точки зрения, то рано или поздно кто-нибудь непременно попытается похитить ее.

## УЯЗВИМЫЕ ТОЧКИ ОФИСА

Эксперты выяснили, как можно использовать против вас работу вашей же офисной техники. Каждое отражение, каждый звук, каждый электромагнитный импульс могут раскрыть ваши секреты умелому наблюдателю. Приведенные ниже примеры - описание тех способов нетрадиционного шпионажа, информация о которых опубликована. Что сумели придумать менее откровенные исследователи прорех в компьютерной защите - остается только догадываться

### УЯЗВИМЫЕ ТОЧКИ ОФИСА

Эксперты выяснили, как можно использовать против вас работу вашей же офисной техники. Каждое отражение, каждый звук, каждый электромагнитный импульс могут раскрыть ваши секреты умелому наблюдателю. Приведенные ниже примеры — описание тех способов нетрадиционного шпионажа, информация о которых опубликована. Что сумели придумать менее откровенные исследователи прорех в компьютерной защите — остается только догадываться

**ПРИНТЕР.** Звук, издаваемые матричным принтером, можно использовать для реконструкции печатаемого текста (врезка на стр. 73). Сейчас одна группа исследователей пытается применить эту методику к гораздо менее шумным струйным принтерам

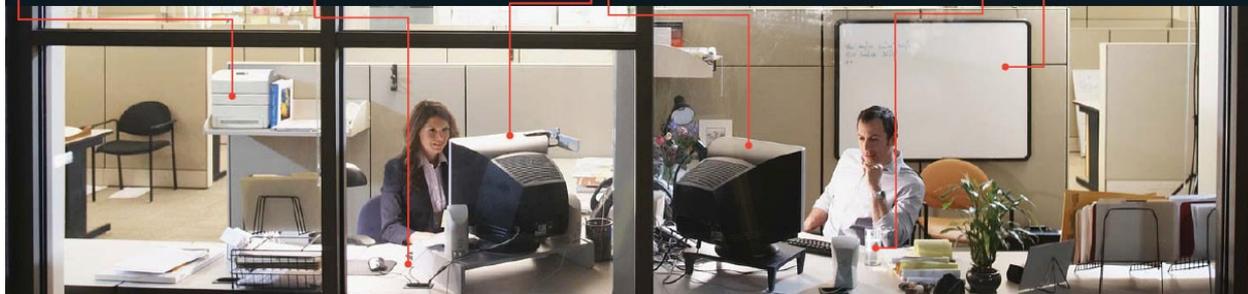
**КЛАВИАТУРА.** Каждая клавиша при нажатии излучает специфический радиосигнал. Недавно два аспиранта продемонстрировали, что по этим сигналам с помощью простой проволоочной антенны можно на дистанции до 20 м даже сквозь стены определить, какие клавиши нажимаются

**ВЕБ-КАМЕРА.** Опрометчивый клик мышкой по шпионской ссылке в электронном сообщении или на сайте передаст контроль над вашей веб-камерой в руки шпиона. Используя новую программу *ClearShot*, определяющую по видеоизображению, какую клавишу нажимает наблюдаемый субъект, шпион может прочитать все, что вы набираете на клавиатуре

**МОНИТОР.** Давно было известно, что ЭЛТ-мониторы испускают электромагнитное излучение, позволяющее реконструировать экранное изображение. Ученые сначала считали современные ЖК-мониторы лишены этого недостатка; однако недавние исследования показали, что видеокабель такого монитора тоже генерирует импульсы, которые можно перехватить и дешифровать

**ОТРАЖЕНИЕ ОТ СТЕКЛА.** Выпуклые стеклянные поверхности — хорошее подспорье для наблюдателя, ведь они отражают большую часть помещения. С помощью компьютерных методов коррекции изображения (врезка на стр. 74–75) шпион может считывать информацию прямо с экрана вашего компьютера

**БЕЛАЯ ДОСКА.** Для анализа изображения годится любая другая отражающая поверхность — настенные часы, металлический кофейник и даже белая доска



## От Tempest'a до чайника

Идея хищения информации через побочные каналы гораздо старше персонального компьютера. Еще в годы Первой мировой войны разведки воюющих сторон могли перехватывать боевые приказы противника, поскольку в полевых телефонах того времени использовался только один провод - в качестве обратного провода выступала земля. Шпионы подслушивали разговоры с помощью воткнутого в грунт штыря, соединенного с усилителем. В 1960-х гг. американские военные специалисты приступили к изучению радиоволн, излучаемых мониторами компьютеров. Результаты программы Tempest (создание средств эффективного экранирования) актуальны по сей день - разработанные в те времена методы все еще применяют в правительственных и банковских компьютерных системах. Без экранирования по системе Tempest изображение, разворачиваемое строка за строкой на экране стандартного ЭЛТ-монитора, можно было реконструировать в соседней комнате или даже в соседнем здании, настроившись на радиоизлучение монитора.

Многие думали, что растущая популярность плоских ЖК-дисплеев, не использующих высокие напряжения и построчную развертку, сделает систему Temprest ненужной. Но в 2003 г. Маркус Кун (Markus G. Kuhn) из Компьютерной лаборатории Кембриджского университета показал: при передаче цифрового сигнала через видеокабель ЖК-мониторов (в том числе и встроенных в ноутбуки) тоже возникает излучение, которое можно принимать и расшифровывать с расстояния в несколько метров. Изображение на мониторе обновляется 60 или более раз в секунду; усреднение общих элементов изображения позволяет выделить только изменяющиеся элементы и получить читабельную копию всего, что отображается на контролируемом экране.

"Тридцать лет назад оборудованием, необходимым для анализа подобных электромагнитных колебаний, располагали только военные, - говорит Кун. - Сегодня такое оборудование можно найти в любой хорошо оснащенной электронной лаборатории, хотя оно остается довольно громоздким. Однако со временем его сумеют встроить во внешний модуль для ноутбука".

Похожим образом обычная радиоразведывательная аппаратура позволяет регистрировать нажатия на клавиши в другой комнате. Это доказали Мартен Вуанью (Martin Vuagnoux) и Сильвен Пазини (Sylvain Pasini), аспиранты Швейцарского национального технологического института в Лозанне. Данная технология не основана на измерении электромагнитных флуктуаций в проводах, поэтому она эффективна и в отношении ноутбуков, работающих от аккумулятора.

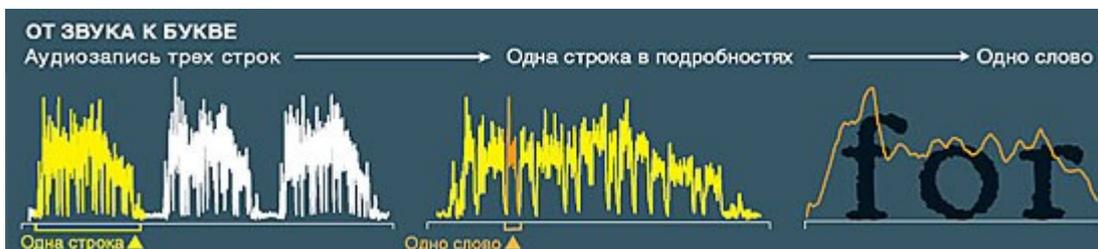
Вуанью и Пазини презентовали свое открытие в онлайн-видеоролике, снятом в октябре 2008 г. Сейчас они готовят доклад, в котором описывают четыре метода фиксации радиосигналов, возникающих при нажатиях на клавиши, с расстояния до 20 м, причем сквозь стены. Самый новый метод обеспечивает точность дешифровки до 95%. "Клавиатура определяет, какая именно клавиша была нажата, путем опроса матрицы из строк и столбцов, - объясняет Кун, который предложил (хотя и не продемонстрировал) один из этих методов еще десять лет назад. - В процессе опроса возникают слабые электромагнитные импульсы, причем источник каждого из них можно запеленговать с большой точностью. Значит, через некоторое время наблюдатель сможет определить, какому импульсу соответствует нажатие какой клавиши".

В мае 2008 г. группа Джованни Виньи (Giovanni Vigna) из Калифорнийского университета в Санта-Барбаре описала пятый способ регистрации нажатий клавиш, не требующий применения сложной приемной аппаратуры. Для него годится обычная веб-камера со специальной программой, которую Винья назвал ClearShot. Она использует видеосъемку пальцев человека, печатающего на клавиатуре. С помощью алгоритмов отслеживания движений и сложной лингвистической модели ClearShot вычисляет наиболее вероятное набранное слово. По словам Виньи, его программа реконструирует набранный текст почти так же быстро, как люди из контрольной группы, хотя и не так точно.

Кажется невероятным, что кто-либо позволит использовать свою веб-камеру для подобной цели. Но это вполне возможно. Получить данные от веб-камеры может быть не труднее, чем заставить пользователя кликнуть мышкой по невинной с виду ссылке на веб-странице. В октябре 2008 г. Джереми Гроссман (Jeremiah Grossman) из компании WhiteHat Security и Роберт Хансен (Robert Hansen) из компании SecTheory обнародовали информацию об ошибках, обнаруженных ими во многих веб-браузерах и в ПО Flash компании Adobe. В совокупности эти "дыры" позволяют шпионскому веб-сайту получать аудио и видеoinформацию с микрофона и веб-камеры компьютера. Для этого достаточно лишь одного неосторожного клика.

## КАК ШПИОНИТЬ ЗА ПРИНТЕРОМ

В матричном принтере печатающая головка ударяет тонкими иглами по красящей ленте. При этом каждому символу соответствует свой звук. Например, для печати прописных букв используется больше игл, поэтому звук получается громче. Однако установить соответствие между неким звуком и конкретной буквой не так просто. Чтобы определить наиболее вероятную последовательность букв, реконструируемый текст дополнительно подвергают лингвистическому анализу



## КАК ЧИТАТЬ ПО ГЛАЗАМ

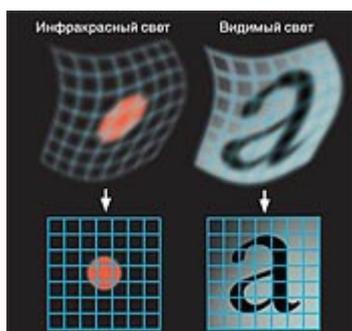
Экран монитора отражается в глазном яблоке; но чтобы получить разборчивое изображение, шпиону придется преодолеть ряд препятствий. Любая предназначенная для этого зрительная труба должна иметь достаточно большой диаметр объектива – значит, потребуются очень точная фокусировка. Все, что находится на несколько миллиметров ближе или дальше фокуса, будет нерезким. Кроме того, при выдержке более 0,03-0,04 секунды изображение окажется дополнительно размытым из-за непрерывного движения глаз. Чтобы справиться с этими проблемами, шпиону нужна адаптивная оптика (схема). В системе надо использовать лазер (инфракрасный, чтобы подглядывание нельзя было заметить) и особую камеру для регистрации

отраженного инфракрасного излучения

### УСТАНОВКА



### РАЗВЕРТКА



Затем шпиону нужно будет обработать результаты наблюдений с помощью математического метода развертки. Изображение искажено и размыто, однако известно, что исходное сечение лазерного луча – правильный круг. Программа определяет, как преобразовать размытое отражение лазерного блика, чтобы привести его к первоначальному виду, а затем подвергает такому же преобразованию и снимки глазного яблока, сделанные обычной камерой. В итоге размытое изображение становится четким

## Всевидящее око

Впрочем, по мнению Баккеса, "подобные методы перехвата могут использовать только специалисты, обладающие соответствующими знаниями и располагающие соответствующим оборудованием. А вот шпионажем с использованием эффекта отражения может заняться почти каждый, у кого есть зрительная труба за \$500, и полностью защититься от этой угрозы почти невозможно".

Баккес - член ученого совета Института программных систем им. Макса Планка в Саарбрюккене (Германия), создавший себе имя еще до вступления в академическое сообщество работами в исследовательской лаборатории IBM в Цюрихе. Область его профессиональных интересов - математические основы криптографии. Однако каждый год он просто для развлечения организует вместе со своими студентами новый проект. Недавно Баккес написал компьютерный код, преобразующий запись шума, возникающего при работе матричного принтера (такие принтеры все еще широко используются авиакомпаниями, банками и лечебными учреждениями), в изображение печатаемой страницы. Сейчас группа Баккеса изучает возможности модификации этого метода для восстановления текста по звукам, издаваемым струйным принтером. "Ясно, что это гораздо труднее, так как струйный принтер почти беззвучен", - отмечает Баккес.

В прошлом году идея очередного развлекательного проекта пришла Баккесу в голову, когда он проходил мимо офиса, где его аспиранты ожесточенно стучали по клавишам. Он заметил слабый бело-голубой отблеск на чайнике, стоявшем на столе одного из аспирантов, и понял, что это отражение компьютерного экрана. "На другой же день я купил простенькую зрительную трубу за \$435 и шестимегапиксельную цифровую камеру".

Установка работала на удивление хорошо. Среднего размера шрифт ясно читался в отсветах дисплея на ложке, винном бокале и стенных часах. Годился почти любой блестящий предмет, но лучше всего работали выпуклые поверхности, поскольку в них отражались более обширные участки помещения. Это избавляло от необходимости искать место, откуда можно увидеть нужное отражение.

А ведь у всех, кто пользуется компьютером, есть на лице блестящие, почти сферические объекты - глаза. Можно ли считывать компьютерные секреты с глазных яблок их хранителя?

Баккес понимал: чтобы выяснить это, понадобятся более сильная зрительная труба и более чувствительная камера. Поскольку глазные яблоки редко остаются неподвижными дольше одной секунды, затвор камеры должен обеспечивать короткую выдержку, чтобы уменьшить смазывание изображения. По словам Баккеса, "в данном случае предельное расстояние, на котором может находиться шпион, определяется не разрешением изображения, а яркостью".

Он купил зрительную трубу за \$1,5 тыс. и взял напрокат в Астрономическом институте Макса Планка в Гейдельберге (Германия) астрономическую фотокамеру ценой \$6 тыс. Теперь он мог различать в человеческом глазу отражение букв 72-го кегля с расстояния в 10 м.

Затем Баккес выяснил, что еще лучших результатов можно добиться, заимствовав у астрономов не только аппаратуру, но и математический метод деконволюции (развертки) изображения, применяемый для улучшения резкости и разрешения при обработке снимков удаленных галактик. Если определить, насколько изображение световой точки (звезды или отражения светодиода на мониторе) смазано при фотографировании, то с помощью деконволюции можно обратить смазывание и восстановить точку, одновременно сделав остальную часть изображения более

резкой (врезка на стр. 74). Программа развертки помогла при тех же условиях (расстояние до объекта 10 м, использование зрительной трубы, которую несложно скрыть в легковом автомобиле) снизить порог разрешения до 36-го кегля. Более мощный телескоп, замаскированный в фургоне, будет работать еще лучше.

Баккес сообщил о достигнутых результатах на майском симпозиуме IEEE по безопасности и приватности, но к тому времени у него уже появились новые идеи насчет дальнейших усовершенствований своего метода. "Реальный шпион сможет нацелить на объект лазер невидимого излучения", - отмечает Баккес. Это позволит добиться автофокусировки на глазном яблоке и повысить качество развертки, уменьшив смазывание. Шпионы могут также использовать ПО компании HeliconSoft, предназначенное для создания четкого единого изображения объекта из множества смазанных (сохраняются только фрагменты, оказавшиеся в фокусе). Кроме того, существует ПО, позволяющее получать изображения с большим динамическим диапазоном, основанное на аналогичном методе создания высококонтрастных фотографий из ряда изображений, снятых с разными выдержками.

**ЧЕМ ДАЛЬШЕ, ТЕМ БОЛЬШЕ.** Возможности шпиона ограничены апертурой (диаметром объектива) зрительной трубы. Если апертура слишком мала, дифракция сильно размывает изображение. Однако зрительная труба с большой апертурой не только дороже стоит, но и становится труднее скрыть сам факт наблюдения. На диаграмме показано, какие зрительные трубы потребуются для считывания с разных расстояний букв 14-го кегля на отражении от кофейника диаметром 85 мм. А чтобы при той же апертуре фиксировать поддающееся дешифровке отражение от глазного яблока, шпиону нужно оказаться примерно в четыре раза ближе



## Защитные завесы

Бороться с излишней "общительностью" наших собственных компьютеров гораздо труднее, чем со спамом, фишингом и вирусами. Удобных программ, способных перекрыть побочные каналы, не существует. С другой стороны, нет и доказательств, что кто-либо активно использует эти каналы. Баккес и Кун уверены, что военные организации применяют для сбора информации описанные методы, однако конкретных примеров привести не могут.

Когда мы с Баккесом обсуждали эти вопросы, шторы в его офисе были задернуты. Занавески и ставни - очевидные средства защиты от шпионов, подсматривающих за отражениями. Но наивно надеяться, что люди постоянно будут помнить о необходимости занавешивать окна, да у них и не всегда будет такая возможность.

Многие пользователи ноутбуков используют специальные фильтры (privacy filters), не позволяющие подглядывать из-за плеча, - однако эти же фильтры повышают яркость отражений от глаз пользователя, облегчая работу другим соглядатаям. ЖК-дисплеи излучают поляризованный свет, поэтому поляризующая пленка на окне могла бы теоретически блокировать отражения от всех экранов в помещении. Однако на практике это не работает. Вектор поляризации излучения дисплеев постоянно изменяется в небольших пределах, и этого

рассогласования достаточно, чтобы с помощью хорошей зрительной трубы можно было разглядеть экран.

Однако Маркус Кун отметил, что использование побочных каналов обладает по сравнению с обычными формами компьютерного шпионажа и рядом недостатков. "Вы должны находиться вблизи объекта и вести наблюдение именно тогда, когда пользователь активно работает с информацией. Гораздо проще побудить кого-то открыть вложение в электронное письмо и установить вредоносную программу, открывающую черный ход ко всей системе. Кроме того, это можно сделать с миллионами людей одновременно".

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ClearShot: Eavesdropping on Keyboard Input from Video. Davide Balzarotti, Marco Cova and Giovanni Vigna in Proceedings of the IEEE Symposium on Security and Privacy, pages 170-183; May 18-22, 2008.
- Compromising Reflections or How to Read LCD Monitors Around the Corner. Michael Backes, Markus Durmuth and Dominique Unruh in Proceedings of the IEEE Symposium on Security and Privacy, pages 158-169; May 18-22, 2008.
- Compromising Electromagnetic Emanations of Wired and Wireless Keyboards. Martin Vuagnoux and Sylvain Pasini. Сайт Технологического института Швейцарской Федерации: <http://lasecwww.epfl.ch/keyboard/>

Следовательно, методы внепрограммного считывания информации едва ли составят конкуренцию фишингу, спаму, троянским атакам и другим формам проникновения через Сеть. Возможно, их будут использовать для наблюдения за компьютерами ключевых фигур - финансистов, руководителей корпораций и высших чиновников. В таких случаях считывание информации через побочные каналы - самый легкий способ обойти сложные защитные системы и не оставить следов, по которым служба безопасности могла бы обнаружить факт вторжения. Кое-какие свидетельства позволяют думать, что это уже происходит. "Некоторые работники инвестиционных банков отмечали случаи утечки информации, явно не связанные с традиционными атаками через Сеть с использованием программных средств или с копированием содержимого жестких дисков уборщицей, - говорит Кун. - Но я пока не слышал, чтобы кого-то поймали с поличным".

Перевод: И.Е. Сацевич

# СПАСТИ МЕДОНОСНУЮ ПЧЕЛУ

*Диана Кокс-Фостер и Деннис Ван Энгельсдорп*

Необычное заболевание вызвало массовую гибель медоносных пчел в США. От активности этих насекомых-опылителей зависит урожайность примерно третьей части всех выращиваемых сельскохозяйственных культур. Причины возникновения болезни до сих пор неясны

Пчеловод Дэйв Хакенберг (Dave Hackenberg) посвятил свою жизнь поиску цветов, нуждающихся в опылении. Во время своих бесконечных странствий он возил ульи и устанавливал их на полях, обеспечивая тем самым опыление дынь во Флориде, яблок в Пенсильвании, голубики в штате Мэн и калифорнийского миндаля. Пропутешествовав таким образом более 40 лет, осенью 2006 г. Хакенберг переехал из Пенсильвании во Флориду. К этому моменту насекомые выполнили свои обязанности по опылению цветущей пенсильванской тыквы и скоро должны были начать готовиться к зимовке, собирая последний нектар флоридской череды двоякоперистой. Когда Хакенберг проверил своих "тружеников", ульи, как обычно, кишели пчелами. Однако месяц спустя из 3 тыс. ульев более половины опустели. Многие из оставшихся в живых колоний семей огромное количество рабочих пчел; только молодняк и матки выглядели здоровыми. При этом мертвых пчел не было обнаружено. По словам Хакенберга, все это напоминало город призраков.

Мы сформировали междисциплинарную рабочую группу, которая уже в декабре 2006 г. описала феномен и позже назвала его коллапс пчелиных семей (или сокращенно CCD, от англ. colony collapse disorder). Любопытно, что мор сре ди пчел Хакенберга текущей весной прекратился, но за это время из 3 тыс. семей выжили только 800.

Кроме того, опрос, проведенный рабочей группой весной 2007 г., показал, что четверть пчеловодов США столкнулись с такими же потерями (погибло более 30% всех семей). Следующей зимой гибель пчел наблюдалась уже в 36% пчеловодческих хозяйств США. Отчеты о крупных потерях поступили также из Австралии, Бразилии, Канады, Китая, стран Европы и других регионов. Пока, к сожалению, мы не располагаем более точными данными, но некоторые пчеловоды говорят о гибели части семей и этой зимой. опылители. Только *Apis mellifera* может выслать армии рабочих пчел в любое время, пока стоит мягкая погода и имеется достаточно цветов. Гибель пчел от CCD, как обнаружили наши коллеги, теоретически может быть вызвана массой причин и, возможно, усиливается рядом дополнительных факторов. Здесь, похоже, нет однозначного решения. Пчелы, пораженные CCD, зачастую страдали несколькими болезнями

Высокая смертность среди пчел вызвала тревогу земледельцев, поскольку одна треть всей сельскохозяйственной продукции зависит от медоносной пчелы (*Apis mellifera*), единственного вида, распространенного в западных странах. Большие монокультурные фермы в течение коротких периодов времени в году нуждаются в интенсивном опылении, и эту потребность не в состоянии удовлетворить шмели, жуки, рукокрылые и прочие дикие опылители. Только *Apis mellifera* может выслать армии рабочих пчел в любое время, пока стоит мягкая погода и имеется достаточно цветов.



## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Миллионы ульев по всему миру опустели из-за таинственного исчезновения пчел, поставившего под угрозу выращивание более 100 культур, нуждающихся в опылителях.
- Исследование указало на комплексную природу болезни: различные комбинации факторов (включая способ возделывания полей) могут снижать устойчивость пчел к вирусам.
- Более тщательный уход за пчелиными семьями - средство профилактики заболевания. А разработка противовирусного препарата будет началом эффективного лечения насекомых.

Гибель пчел от CCD, как обнаружили наши коллеги, теоретически может быть вызвана массой причин и, возможно, усиливается рядом дополнительных факторов. Здесь, похоже, нет однозначного решения. Пчелы, пораженные CCD, зачастую страдали несколькими болезнями одновременно, включая новый недавно открытый вирус, тем не менее все эти инфекции производят впечатление вторичных (как пневмония, убивающая больного СПИДом, не является истинной причиной его смерти).

Судя по полученным данным, заболевание может быть вызвано различными факторами. Поэтому, скорее всего, простого лечения для CCD не существует. Однако риск возникновения болезни значительно снизится, если в существующую практику пчеловодства и сельского хозяйства будут введены серьезные изменения.

Даже до появления CCD численность медоносных пчел неуклонно сокращалась из-за целого ряда заболеваний, вызывавших их смерть. Количество действующих ульев в 2006 г. было равно примерно 2,4 млн, что составляет менее половины от их количества, зафиксированного в 1949 г. Поэтому пчеловодам трудно смириться с массовой гибелью насекомых, произошедшей зимой 2007 и 2008 гг. CCD, возможно, и не поставит медоносных пчел на грань исчезновения, однако эпидемия вполне может вынудить многих людей сменить род деятельности. Тогда сократится и без того малое количество профессиональных пчеловодов-опылителей, и даже полное прекращение вспышек CCD не спасет положение: выращивание целого ряда сельскохозяйственных культур станет просто невозможным из-за отсутствия необходимых для опыления насекомых. Не пострадают такие основные культуры, как картофель, зерновые (пшеница, рожь, ячмень и овес), рис, кукуруза и бобовые. Но многие фрукты и овощи, которые мы привыкли употреблять в пищу - например яблоки, черника и голубика, брокколи и миндаль, - могут исчезнуть с нашего стола и превратиться в еду для избранных.



ДЭЙВ ХАКЕНБЕРГ был первым пчеловодом, поднявшим тревогу в США и осенью 2006 г. обратившимся к энтомологам по поводу неожиданного исчезновения рабочих пчел, которое получило название коллапс пчелиных семей. К концу зимы более 60% из 3 тыс. принадлежащих ему ульев опустели; суммарные потери по всей стране составили около 30%

## Разнообразие симптомов

Когда Хакенберг впервые сообщил о произошедшем, первой мыслью было, что причиной исчезновения пчел может быть клещ варроа - опасный паразит, впервые завезенный в США в 1987 г. С 1987 по 2006 г. он вызвал сокращение численности пчелиных семей на 45%. Взрослые самки варроа питаются гемолимфой (аналогом крови у пчел). Также клещи активно подавляют иммунитет хозяина и могут быть переносчиками вирусных инфекций. Но Хакенберг как пчеловод со стажем уже имел изрядный опыт "общения" с паразитом и был абсолютно уверен, что в этот раз симптомы совершенно другие.

Один из нас (Ван Энгельсдорп) провел вскрытие оставшихся у Хакенберга насекомых и обнаружил целый букет симптомов, не встречавшихся ранее, таких как рубцовые образования на внутренних органах. Помимо этого, предварительные анализы указали на присутствие некоторых привычных "подозреваемых", вызывающих болезни у пчел. В содержимом кишечника насекомых были обнаружены споры ноземы - одноклеточного паразита, возбудителя пчелиного нозематоза (споры присутствовали и тогда, и в более поздних пробах, но в количествах, недостаточных для объяснения таких потерь). Пчелы, безусловно, были заражены и варроатозом (но Хакенберг был прав, клещи встречались в слишком малых для объяснения подобного мора количествах). Молекулярный анализ тканей, взятых у пчел Хакенберга, проведенный Кокс-Фостер, также выявил присутствие вирусных инфекций нескольких известных типов. Но ни один из найденных патогенов не был способен привести к подобному массовому исчезновению насекомых. Другими словами, все пчелы были больны, но в каждой семье обнаруживалась своя комбинация заболеваний.

Мы выдвинули гипотезу, что нечто подрывает пчелиный иммунитет, делая насекомых восприимчивыми к инфекциям, с которыми здоровые семьи обычно справляются. Весной 2007 г. наша рабочая группа приступила к детальным обследованиям, выявляя все аспекты содержания пчелиных семей, проводя интервью с владельцами, которые столкнулись с CCD, и опрос тех, кого эпидемия не коснулась. Ни один отдельный метод ведения пчеловодческого хозяйства не мог быть расценен как причина заболевания. От недуга в равной степени пострадали как представители крупного пчеловодческого бизнеса, так и мелкие предприниматели и любители. Симптомы проявились как в хозяйствах оседлых пчеловодов, так и у мигрирующих. Были

затронуты даже некоторые пчеловоды, соблюдающие стандарты натурального сельского хозяйства США, производящие мед с маркировкой "экологически чистый" (organic).

Когда в средствах массовой информации было упомянуто о масштабах эпидемии, общество также начало активно участвовать в обсуждении этой проблемы. Многие хотели поделиться своими мыслями о причинах происходящего. Некоторые из предположений, например идея о том, что расстройство, приводящее к гибели пчелиной семьи, было спровоцировано излучением от вышек сотовой связи, основывались на результатах не совсем корректно проведенных (зато простых для понимания) исследований. Другие гипотезы, такие как теория похищения пчел пришельцами, вообще не выдерживали никакой критики.

# НЕХВАТКА ПРОДОВОЛЬСТВИЯ И КРАХ ЦИВИЛИЗАЦИИ

*Лестер Браун*

Продовольственный кризис в бедных странах может привести к краху государственной власти, угрожая равновесию во всем мире. Сами кризисы происходят вследствие постоянного ухудшения состояния окружающей среды

Неожиданные перемены предугадать сложнее всего. Обычно мы планируем будущее, экстраполируя тенденции развития прошлого, и, как правило, такой подход работает прекрасно, но иногда прогнозы с треском проваливаются, ошеломляя людей непредвиденными событиями, такими, например, как разразившийся недавно экономический кризис.

Большинству из нас мысль о том, что цивилизация может разрушиться сама собой, кажется абсурдной. Кто думает всерьез о полном исчезновении привычной повседневной жизни? Какие факты могут заставить нас обратить внимание на мрачные предостережения, и как нам реагировать в ответ? Мы так свыклись с длинным списком невероятных катастроф, что, в сущности, уже готовы отмахнуться от них разом: конечно, наша цивилизация превратится в хаос, а Земля столкнется с астероидом!

На протяжении многих лет я изучал мировые тенденции в сельском хозяйстве, экономике, изменении народонаселения и окружающей среды. Направление их развития и вызываемая им политическая напряженность предсказывают падение правительств и социумов. В то же время я долго не хотел признать тот факт, что нехватка продовольствия может привести к исчезновению не только отдельных режимов, но и всей цивилизации.

Однако дальше игнорировать такую угрозу я не могу. То, что мы не способны решить экологические проблемы, которые подтачивают индустрию производства продуктов питания - понижение уровня грунтовых вод, эрозию почв, повышение температуры воздуха, - подталкивает меня к мысли, что кризис неизбежен.

## На краю гибели

Сделанный мной вывод напрашивается даже при беглом взгляде на основные черты нашего мира, а экологи уже третье десятилетие составляют карты и графики деградации окружающей среды, не предпринимая хоть каких-нибудь попыток что-то изменить.

За последние шесть лет мировое производство зерна упало ниже отметки потребления, вызывая постоянный дефицит запасов. К новому урожаю 2008 г. в закромах оставалось зерна на 62 дня - почти рекордная цифра. Цены на него подскочили на невиданную высоту.

Когда спрос на продовольствие превышает предложение, возрастающая инфляция ставит под удар правительства стран, уже балансирующих на грани хаоса. Неспособные купить или сами вырастить зерно, голодные люди выходят на улицы. Перед резким подорожанием зерновых в 2008 г. число стран, оказавшихся на краю пропасти, возросло (врезка на стр. 41). Корни многих проблем таких государств кроются в неудачных попытках замедлить рост населения. Если ситуация с дефицитом продовольствия будет ухудшаться, то целые страны начнут приходить в упадок со все возрастающей скоростью. Мы вступили в новую геополитическую эпоху: в XX в. главная угроза международной безопасности заключалась в конфликте сверхдержав, сегодня - в упадке бедных стран. Не концентрация мощи, но ее отсутствие ставит нас перед лицом угрозы.



## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Скучные запасы продуктов питания и высокие цены на них ввергают бедные страны в состояние хаоса, в результате чего они могут стать источником болезней, терроризма, наркотиков и беженцев.
- Производство продовольствия ограничено недостатком водных ресурсов, потерями плодородия земель и подъемом температуры воздуха в результате глобального потепления.
- Без быстрого и широкомасштабного вмешательства, направленного против данных факторов окружающей среды, как утверждает автор статьи, мировому общественному порядку может грозить череда правительственных кризисов.

Государства слабеют, когда их правительства более не могут обеспечивать безопасность граждан, их потребность в продовольствии, функционирование основных социальных институтов, таких как образование и здравоохранение, и контроль над частью или всей своей территорией. Когда правительства не могут сохранить монополию на власть, закон и порядок перестают действовать. В определенный момент обстановка может так накалиться, что люди, участвующие в программах гуманитарной помощи, оказываются под угрозой, и программы сворачиваются, как произошло в Сомали и Афганистане.

Такие государства вызывают международное беспокойство. Они становятся источником терроризма, наркотиков, оружия и беженцев, угрожая политической стабильности во всем мире. Сомали, занявшая первое место в списке несостоятельных государств 2008 г., превратилась в оплот пиратства. Ирак, пятый по списку, стал школой подготовки террористов. Афганистан, седьмой номер - ведущий мировой поставщик героина. После массового геноцида 1994 г, в Руанде беженцы, среди которых были сотни вооруженных солдат, способствовали дестабилизации обстановки в соседней Демократической Республике Конго, значащейся в списке под шестым номером.

Мировая цивилизация зависит от функционирующей сети политически здоровых национальных государств, способных сдерживать распространение инфекционных заболеваний, управлять международной монетарной системой, контролировать мировой терроризм и выполнять множество других задач. Упадок большого числа государств угрожает стабильности всего мира.

## ГОСУДАРСТВА НА КРАЮ ПРОПАСТИ

Каждый год Американский фонд мира и Фонд Карнеги за международный мир определяют места стран по уровню национального благосостояния на основе 12 показателей социально-экономического, политического и военного положения. Мы приводим список из 20 стран, которые находятся ближе всех к крушению, начиная с тех, что оказались в самом бедственном положении. Страны располагаются в соответствии с обобщенными показателями, рассчитанными в 2007 г.:

- Сомали
- Судан
- Зимбабве
- Чад
- Ирак
- Демократическая Республика Конго
- Афганистан
- Берег Слоновой Кости
- Пакистан Центральноафриканская
- Республика
- Гвинея
- Бангладеш
- Бирма (Мьянма)
- Гаити
- Северная Корея (КНДР)
- Эфиопия
- Уганда
- Ливан
- Нигерия
- Шри-Ланка

Источник: The Failed States Index 2008, by the Fund for Peace and the Carnegie Endowment for International Peace, in Foreign Policy; July/August 2008

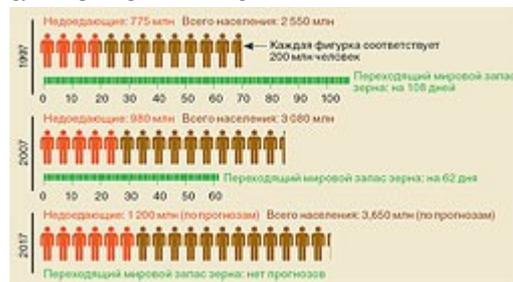
## МАССА ГОЛОДНЫХ ЛЮДЕЙ



Как абсолютное, так и относительное число постоянно недоедающих людей в 70 самых слаборазвитых странах мира возрастает, в то время как переходящий запас зерна в мире (количество зерна, оставшееся в закромах на начало нового урожая) убывает

Источник: U.S. Department of Agriculture, 2008; U.S. Census Bureau

## РОСТ ЧИСЛА ГОЛОДАЮЩИХ В 70 САМЫХ СЛАБОРАЗВИТЫХ СТРАНАХ МИРА



## Недостаток продовольствия в современных условиях

Подорожание зерна в 2007 и 2008 гг. и угроза, которую оно представляет продовольственной безопасности, приобретают иные, более тревожные черты, чем в прошлом. Во второй половине XX в. зерно дорожало несколько раз. В 1972 г. Советский Союз, рано осознав, что урожай будет плохим, тихо загнал в угол весь мировой рынок пшеницы. В результате ее стоимость повсеместно более чем удвоилась, а вслед за ней подорожали рис и кукуруза. Но раньше скачки цен были обусловлены изменившимися обстоятельствами - засухой в СССР, отсутствием муссонных дождей в Индии, жарой, вызвавшей неурожай в кукурузном поясе США, - и были недолговечны: ко времени сбора следующего урожая цены возвращались на прежний уровень.

В наши дни без изменения мировых тенденций такой возврат невозможен. Если рассмотреть ситуацию с точки зрения спроса, то мы увидим непрерывный прирост населения - более 70 млн человек в год; все больше людей употребляют в пищу продукты животноводства, где в качестве корма используются зерновые культуры (см.: Фиала Н. Парниковый гамбургер // ВМН, № 4, 2004), плюс огромные количества американского зерна идут на производство этилового спирта, используемого как автомобильное топливо.

Повышенный спрос на зерно, связанный с возрастающим благосостоянием, широко варьирует между разными странами. В бедных государствах, например в Индии, где зерновые составляют 60% рациона, потребляется около 500 г зерна на человека в день. В богатых, таких как США и Канада, количество зерна на душу населения почти в четыре раза больше, причем около 90% расходуется опосредованно, в виде мяса, молока, яиц, когда само зерно идет на корм скоту.

Потенциальный рост дальнейшего потребления зерна по мере увеличения доходов бедной части населения представляется огромным. Но и он кажется мизерным по сравнению со спросом на автомобильное топливо: в текущем году отведенная для него доля составит четверть урожая США, а ведь такого количества достаточно, чтобы прокормить 125 млн американцев или полмиллиарда индийцев. Но даже если все собранное в США зерно было бы переработано на этанол, его количество покрыло бы только 18% потребностей автомобилистов страны. Зерном, необходимым для наполнения топливом одного бака внедорожника, можно прокормить одного человека в течение года.

Происходящее слияние пищевой и энергетической отраслей экономики означает, что если прибавочная стоимость зерна в пищевой промышленности будет меньше, чем в топливном секторе, то рынок переместит зерновые в энергетику. Такое раздвоение спроса ведет к беспрецедентному соревнованию машин и людей. США, предпринимая необоснованные попытки уменьшить свою зависимость от импортной нефти и перейти на новый вид горючего, провоцируют всемирную нестабильность обеспечения продовольствием в невиданных масштабах.



# КАК ДВИГАТЬ НАНОРОБОТЫ

Томас Маллук и Аюсман Сен

Каталитические моторы позволяют крошечным пловцам извлекать энергию из окружающей их среды и преодолевать необычные физические условия мира молекулярных масштабов

Вообразите, что вы можете построить автомобиль, самолет или подводную лодку размером с бактерию или молекулу. Микроскопические роботы-хирурги, введенные в тело, смогут выявлять и ликвидировать причины заболеваний, например атеросклеротические бляшки в артериях или отложения белка, которые могут вызывать болезнь Альцгеймера. А нанороботы, оснащенные ремонтным комплектом соответствующего размера, способные проникать в стальные балки мостов или крылья самолетов, будут устранять невидимые трещины до того как они разрастутся, предотвращая таким образом катастрофические разрушения.

В последние годы химики создали ряд удивительных структур, которые могут стать элементами микроскопических машин. Так, Джеймс Тур (James Tour) из Университета Райса и его коллеги синтезировали "тележку", колесами которой служат четыре фуллерена (шаровидные молекулы углерода), и которая в 5 тыс. раз меньше клетки человеческого организма.

Но нанотележки Тура лишены двигателя и пока перемещаются только под действием беспорядочных толчков со стороны окружающих молекул - процесса, называемого броуновским движением. Сегодня главная проблема молекулярных машин такова: мы знаем, как их построить, но не знаем, как привести в движение.

В масштабах клетки и еще меньших эта задача наталкивается на специфические трудности. Вода и даже воздух становятся густыми, как патока, а броуновское движение не позволяет организовать движение молекул по заданному пути. В таких условиях никакие моторы наномасштаба, основанные на привычных принципах работы, не заставят машину сдвинуться с места.

В природе, напротив, представлено множество примеров таких двигателей. Чтобы увидеть, на что они способны, достаточно взглянуть на живую клетку. Она использует наномоторы для изменения своей формы, раздвигания хромосом при делении, построения белков, перемещения окружающих ее химических соединений и т.д. Все эти моторы, как и те, что вызывают сокращения мышц и вращение жгутиков бактерий, основаны на одном и том же принципе: преобразовании химической энергии, запасаемой обычно в аденозинтрифосфате (АТФ), в механическую. И во всех



## МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ РОБОТЫ

будущего (в представлении художника) смогут со временем сами находить источник энергии. Моторы, преобразующие химическую энергию в движение, однажды позволят плавающим наномашинам работать, преодолевая броуновское движение и сопротивление жидкости, которые в микроскопических масштабах преобладают

них используются катализаторы - соединения, ускоряющие химические реакции, в частности, расщепление АТФ. Ученые сегодня успешно используют те же принципы для создания искусственных наномоторов.

В 2004 г. авторы настоящей статьи работали в составе группы Пенсильванского университета, которая разрабатывала простые наномоторы, каталитически превращавшие энергию, запасенную в молекулах топлива, в движение. Вдохновение мы черпали из проекта значительно более крупного каталитического мотора, описанного в 2002 г. Рустемом Исмагиловым и Джорджем Уайтсайдсом (George Whitesides) из Гарвардского университета. Они обнаружили, что "лодочка" сантиметрового размера с каталитическими полосками платины на корме спонтанно движется по поверхности водного раствора перекиси водорода ( $H_2O_2$ ) в резервуаре. Платина способствует разложению перекиси водорода на кислород и воду, и пузырьки кислорода формируют то, что, как представляется, толкает лодку вперед силой отдачи.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Нанотехнология предвещает появление в будущем микроскопических роботов, способных собирать другие наномашинки, перемещаться внутри живых организмов, доставляя лекарственные препараты или проводя микрохирургические операции.
- Этим машинкам придется работать в необычных физических условиях. В малых масштабах жидкости становятся вязкими, как патока, а броуновское движение заставляет все непрерывно дрожать.
- Вдохновленные биологическими моторами живых клеток, химики научились приводить в движение микро- и наномасштабные машинки с помощью каталитических реакций.

## Надежная миниатюризация

Наша миниатюризованная версия гарвардского мотора представляла собой золото-платиновый стержень длиной примерно с бактериальную клетку (2 мкм) и вдвое тоньше ее (350 нм). Такие стерженьки мы смешивали с раствором, а не оставляли плавать на поверхности. Как и питаемые энергией АТФ молекулярные моторы в клетках, наши крошечные каталитические цилиндрики были погружены в свое топливо. И они самостоятельно двигались со скоростью в десятки микрон в секунду, пугающе напоминая под микроскопом живые бактерии.

Однако гипотеза, на основе которой был задуман и проведен наш эксперимент, оказалась ошибочной. Мы полагали, что наши наностерженьки образуют позади себя крошечные пузырьки, отдача от которых и движет их вперед. Но то, что происходит на самом деле, гораздо интереснее, поскольку напоминает нанотехнологам, что движение в малых пространственных масштабах нужно представлять себе совсем иначе.

В макромире отдача имеет определенный смысл: например, когда пловец отталкивает воду назад руками и ногами, сила отдачи, или реакции, толкает его вперед. Прекратив грести, он какое-то время продолжит движение по инерции. Расстояние, на которое он при этом продвинется, зависит от сопротивления движению и инерции. Сопротивление движению пропорционально ширине тела, а инерция - его массе, которая, в свою очередь, пропорциональна ширине тела в третьей степени. В микронном масштабе движение по инерции прекращается примерно за одну

микросекунду, так что проходимое расстояние составляет меньше 0,01 нм. Поэтому тело микронного размера плавает в воде, как в меду. У наномотора нет памяти о том, что двигало его - нет инерции, поэтому схемы обеспечения движения с ее использованием (вроде дрейфа после отдачи от пузырьков) бесперспективны.

На самом деле наши наностерженьки приводились в движение непрерывно действующей силой, превышающей силу сопротивления без использования инерции. На платиновом конце каждая молекула  $H_2O_2$  разлагается на молекулу кислорода, два электрона и два протона, а на золотом конце электроны и протоны соединяются с каждой молекулой  $H_2O_2$ , образуя две молекулы воды. Реакции создают избыток протонов у платинового конца стерженька и нехватку их у золотого. Это заставляет протоны двигаться вдоль стерженька от платинового конца к золотому.

Как и все положительные ионы в воде, протоны притягивают к себе отрицательно заряженные концы молекул воды, увлекая их за собой. В результате, по закону Ньютона, согласно которому всякому действию соответствует равное по величине и противоположное по направлению противодействие, на стерженек действует сила, направленная от золотого конца к платиновому.

Когда мы поняли этот механизм, мы создали еще несколько каталитических наномоторов. А группы Адама Хеллера (Adam Heller) из Техасского университета в Остине и Джозефа Уонга (Joseph Wang) из Аризонского университета показали, что смесь разных видов топлива - глюкозы с кислородом или  $H_2O_2$  с гидразином - может заставить такие моторы двигаться быстрее, чем при использовании одного вида.

Если свободно взвешенные металлические наностерженьки движутся относительно раствора, то неподвижная металлическая структура в присутствии  $H_2O_2$  может создать поток жидкости вдоль границы раздела металл/жидкость, потенциально способный приводить в движение что-то еще. Мы продемонстрировали этот эффект жидкостного насоса на поверхности золота с нанесенным на нее серебряным рисунком.

## НЕ ВИДЯ ЗЛА?

Приматы могут быть опасны. Особенно человек

У Тарзана была шимпанзе Чита. Конечно, он был воспитан обезьянами и жил в джунглях, поэтому и его домашние животные были особенными. Но ведь и Клинт Иствуд сыграл водителя грузовика, путешествующего с орангутаном по имени Клайд. Росс в сериале "Друзья" заводит себе соседа по комнате - обезьяну-паука по кличке Марсель. Человек в Желтой Шляпе становится обладателем Джорджа, проказника-шимпанзе, и ничего непоправимо плохого с ними не случается. Почему же тогда моя жена наложила вето на мое предложение купить обезьяну, одеть ее в костюм ковбоя и покатать на спине нашей собаки на потеху публике в Центральном парке? Что она имеет против обезьян?



Само собой разумеется, моя жена права. Беллетристика преподносит обезьян как умных, очаровательных компаньонов, которые в худшем случае могут нашалить, а в лучшем - стащить ключи у охраны, отпереть тюремную камеру, и выпустить вас на волю. В действительности все иначе: мало того, что их сложно приручить, и они легко подвержены болезням, в довершение ко всему ревнивый нрав и непонимание языка человеческого тела могут сделать обезьяну агрессивной и заставить напасть без предупреждения. Так, в феврале прошлого года шимпанзе в Коннектикуте атаковал друга своего хозяина.

В палате представителей США принят Закон о безопасном содержании находящихся в неволе приматов, запрещающий использовать их в качестве домашних животных. Как и Закон о безопасности дикой природы от 2003 г, который запретил торговлю львами и другими большими дикими кошками, он делает исключение для исследовательских центров, зоопарков и организаций, обучающих обезьян-помощников для инвалидов. Хорошо бы, если бы Сенат его одобрил.

Критики утверждают, что нападения обезьян едва ли представляют собой непосредственную угрозу нации. Это верно, однако ограничение продажи приматов не столько защитит людей от их более волосатых родственников, сколько наоборот.

Содержание приматов в качестве домашних животных жестоко. Они не "маленький народец", не какое-то промежуточное эволюционное звено, и им не место в человеческом обществе. И мы не должны забывать, что хотя они не люди, они могут испытывать страдания. Несмотря на то что лично я по-прежнему считаю возможным использование приматов как лабораторных животных, все новые свидетельства их высокого интеллекта и уровня понимания уже заставляют меня усомниться в этичности такого положения.

История отделения человека от других приматов в ходе эволюции может быть воссоздана. Если сравнить ДНК человека и шимпанзе, как Кэтрин Поллард в своей статье "Что делает нас людьми",

то вы обнаружите удивительно мелкие изменения в геноме, которые отличают Тарзана от Читы. И если вы ищете ковбойский костюм маленького размера, я могу предложить вам сделку.

Джон Ренни

## РАЗБОРКИ С АТОМОМ - БЕЙСБОЛ С ПОДСВЕТКОЙ - ШАХ И МАТ ШАХМАТАМ

### ИЮЛЬ 1959

#### ПОЛУЦЕЛЫЕ СПИНЫ.

"Хорошо известно, что физики-теоретики весьма неловки в обращении с экспериментальным оборудованием; фактически можно сказать, что репутация физика-теоретика измеряется его способностью ломать хрупкие устройства, буквально едва прикоснувшись к ним. С этой точки зрения Вольфганг Паули (Wolfgang Pauli) был выдающимся ученым: приборы падали, ломались, разбивались, загорались, стоило ему только войти в лабораторию. Если говорить серьезно, то значение работ Паули трудно переоценить: его принцип исключения, за который исследователь получил Нобелевскую премию, помог прояснить внутреннюю структуру атома согласно модели атома, разработанной Нильсом Бором". - Г.А. Гамов.

#### РАСТИТЕЛЬНЫЕ АЛКАЛОИДЫ.

С древних времен алкалоиды (такие как морфий и кофеин) служили человеку лекарствами, ядами и тем материалом, из которого сделаны мечты. Наш эгоцентрический взгляд на мир побуждает нас ожидать, что эти вещества играют некую сопоставимую по значимости роль и в жизненном цикле растений, которые их вырабатывают. Однако было сюрпризом обнаружить, что многие алкалоиды вообще не имеют никакой определенной функции. В целом похоже на то, что они представляют собой случайные или побочные продукты метаболизма растений.

### ИЮЛЬ 1909

#### ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ.

На представленной гравюре показана сравнительная усваиваемость разных видов еды. Мы видим, что ближе всех к финишу печеное яблоко, затем - ноздря в ноздю - сырое яйцо и рыба, и с небольшим отставанием - оленина: все эти продукты перевариваются в течение часа. За два часа усваиваются молоко, индюшатина, утятина и устрицы; за три - говядина, сыр и свежий хлеб; за четыре - репа, картофель, капуста и жареная курица. Замыкают вереницу соревнующихся свинина и телятина, для переваривания которых при самых благоприятных условиях требуется пять часов. За шестичасовой отметкой мы обнаруживаем джем, крабов и различного рода алкогольные напитки.



ГОНКИ ЕДЫ в человеческом организме, 1909 г.

#### НОЧНЫЕ ИГРЫ.

Удачный эксперимент по проведению бейсбольного матча ночью состоялся недавно в Цинциннати. Для освещения поля были задействованы мощные прожекторы. Бейсбольный парк Национальной лиги Цинциннати, где прошла первая игра (между командой Цинциннати и командой Ньюпорта, штат Кентукки), был окружен 30-метровыми стальными башнями, на каждой из которых были укреплены две чрезвычайно сильные угольные лампы накаливания. Каждый угол поля был ярко освещен при помощи 14 ламп. Изобрел эти прожекторы Джордж Кэхилл (George F. Cahill), весьма заинтересованный в любой возможности технического усовершенствования игры в бейсбол.

## ИЮЛЬ 1859

#### БУРНЫЕ ВОДЫ.

Мальстрем, кипящий водный котел, закручивающийся в большую воронку, в которую иногда попадают киты и корабли, находя вечный покой под этими страшными водами, - не миф, хотя древние свидетельства о водовороте у побережья Норвегии несколько преувеличивают приписываемые ему ужасы. Он действительно существует, но не так чудовищен. М. Хагеруп (M. Hagerup), министр Норвежского морского флота, свидетельствует, что большой водоворот возникает из-за взаимодействия течений, циркулирующих между Лофотенскими островами, и наиболее опасен между отливом и приливом.

#### О ВРЕДЕ ШАХМАТ.

Пагубное увлечение игрой в шахматы распространилось по всей стране, и во многих городах и деревнях открылись клубы шахматистов. Почему мы должны сожалеть об этом, спросите вы. Ответ прост: эта игра - не более чем забава, причем достаточно низкого разбора, потому что она отнимает драгоценное время, которое могло быть посвящено приобретению гораздо более достойных умений; к тому же она никак не способствует совершенствованию тела. Высокая репутация шахмат обусловлена тем, что они тренируют ум, однако те, кто занимается сидячей работой, ни в коем случае не должны предаваться этой унылой игре: эти люди нуждаются в физических упражнениях на свежем воздухе, а не в умственных гладиаторских боях.

## ЭПИДЕМИЯ В ПРЕРИИ

Возможно, вспышки чумы в США удастся подавить благодаря большой песчанке из Казахстана

В средние века эпидемии чумы выкашивали целые города. Груды тел на грубых деревянных телегах - страшная картина прошлого, которое, как кажется, давно миновало. Однако на самом деле вспышки этого ужасного заболевания каждый год уносят жизни нескольких сотен человек по всему миру. Возбудитель болезни, бактерия *Yersinia pestis*, или чумная палочка, убивает, поражая легкие, лимфатические узлы или кровь инфицированного. Жертвами заболевания становятся и животные. Завезенная в США более века назад, чума распространилась по северной части Среднего Запада, истребляя луговых собачек и ставя под угрозу существование черноногого хорька - одного из редчайших видов Северной Америки. Болезнь пока не представляет угрозы населению - в США от нее умирают лишь несколько пациентов в год. Но все может измениться, если бактерия распространится среди синантропных грызунов, например крыс.



ЖЕРТВЫ ЭПИДЕМИИ: черноногий хорек, находящийся на грани исчезновения, заражается чумой, охотясь на инфицированных луговых собачек

В настоящее время ряд исследователей считают, что необходимую информацию о распространении инфекции по США можно получить, изучая биологию большой песчанки, обитающей в Средней Азии. Это некрупный зверек, достигающий 30 см в длину, житель пустынь и полупустынь Центральной Азии. Сейчас песчанки - естественные резервуары чумной палочки, хотя, по мнению некоторых ученых, много веков назад эта опасная бактерия была занесена в популяцию данных животных из монгольских степей с блохами.

До Второй мировой войны вспышки чумы в Средней Азии каждый год уносили сотни жизней. Советский Союз, в состав которого в то время входил этот регион, предпринял решительные действия по борьбе с болезнью: начиная с 1949 г. в степи выезжали группы ученых, собиравшие информацию о песчанках и паразитирующих на них блохах. Они определяли масштабы эпидемии и проводили обработку нор инсектицидами, что позволяло истребить блох, но сохранить популяцию песчанок. Смертность среди людей тогда упала до нескольких случаев в год. (При своевременном обращении чуму можно вылечить с помощью антибиотиков.) Эта программа более или менее выполняется и сегодня, хотя правительство Казахстана в последние годы урезало финансирование. По словам Майкла Бигона (Michael Begon), эколога из Ливерпульского университета, за годы исследований был собран богатейший материал. Все данные находятся в архиве Казахского научного центра карантинных и зоонозных инфекций в Алма-Ате, привлекая внимание исследователей из разных стран.

В 1996 г. бельгийский эколог Хервиг Лирс (Herwig Leirs) из Антверпенского университета просматривал финансовые документы Центра и был поражен. По словам Лирса, этот архив - потенциальная золотоносная жила для исследователей. Проанализировав лишь малую часть данных по эпидемиям, Стивен Дэвис (Stephen Davis), австралийский исследователь, сейчас работающий в Высшей школе общественного здравоохранения при Йельском университете, Бегон и Лирс с коллегами в 2004 г. опубликовали в Science предварительные результаты своих изысканий. В частности, они обнаружили, что если численность популяции песчанки превышает определенный порог, то спустя два года разражается эпидемия. Сейчас ученые пытаются разработать систему раннего оповещения, говорит Бегон. Один из членов исследовательской группы (Дэвис) прошлым летом опубликовал в Nature статью, в которой для объяснения теоретических принципов распространения эпидемии использовал физическую теорию перколяции (протекания). Из нее следует, что жидкость начинает просачиваться только при наличии достаточного количества соединяющихся пор; в противном случае она лишь скапливается в "карманах", но не проникает дальше. Применительно к эпидемиологии, в ситуации среды с фиксированными в пространстве и расположенными далеко друг от друга норами песчанок, которые не пересекаются, можно получить модель распространения болезни. Согласно модели, для предотвращения эпидемии достаточно прицельно обрабатывать отдельные зоны, а не весь инфицированный участок. Второй вывод: раз структура расположения нор у других видов грызунов аналогична таковой у песчанок, то распространение инфекции, например, среди луговых собачек в США будет проходить в соответствии с теми же закономерностями. Начиная с 1898 г. (когда чума была завезена из Азии) в США время от времени случались локальные "карманные" вспышки заболевания. Но за последние два года положение изменилось: чума начала распространяться по Южной Дакоте, как отмечает Кристофер Брэнд (Christopher Brand) из Национального центра здоровья диких животных. Луговые собачки особенно уязвимы для этой инфекции; смертность составляет около 90% поголовья. Эпидемия уже убила треть популяции луговых собачек в районе Коната-Бейсн. Это вызывает тревогу у людей, занимающихся природоохранной деятельностью, т.к. данные территории - место обитания черноногого хорька, исчезающего вида, а луговая собачка - его главный кормовой ресурс. Сокращение численности основной добычи пагубно отразится на и без того небольшой популяции хищника. В отчаянной попытке спасти единственного коренного североамериканского хорька Управление рыбного и охотничьего хозяйства США начало обработку нор луговых собачек инсектицидами. Также они запустили программу вакцинации хорьков, при которой животных отлавливают, прививают и выпускают обратно в те места, где они были пойманы. Если "пороговая" модель распространения болезни будет успешно перенесена на луговую собачку, то можно будет избежать проведения части этих трудоемких и дорогостоящих мероприятий.

Пол Вузен

## ТЕРМОЯДЕРНАЯ ЛЕКЦИЯ

17 мая в Москве с публичной лекцией "На пути к термоядерной энергетике" выступил известный физик-теоретик, сэр Кристофер Ллевеллин Смит (Великобритания). Лекция в Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН была организована при ключевом участии Фонда Дмитрия Зимина "Династия", который с 2005 г. приглашает ученых с мировым именем, давая общественности возможность послушать публичные лекции по различным наукам.



Знаменитый ученый отметил, что работал в ФИАНе 41 год назад и теперь вернулся, чтобы рассказать о прошлом, настоящем и будущем термоядерной физики. "Уже в конце 1960-х гг. мы знали, что термоядерный синтез возможен, - подчеркнул Кристофер Смит. - Однако до конца 1980-х гг. никто не интересовался альтернативными источниками энергии, природное топливо казалось неисчерпаемым. Сейчас эти иллюзии рассеиваются". Сегодня атомные электростанции зависят от наличия дешевого урана, запасы которого могут закончиться через 100-200 лет. Энергии ветра, воды и солнца также может не хватить в связи с возрастающими энергозатратами человечества. Поэтому так важно уделять внимание управляемому термоядерному синтезу, который при решении ряда физических проблем позволяет получать энергию из имеющегося топлива без угрозы загрязнения окружающей среды и радиационного заражения. Показательна реакция синтеза ядер изотопов водорода - дейтерия и трития. Дейтерий содержится в обычной воде, и технология его получения хорошо отработана. Тритий можно получить из лития. "Представьте себе, что из лития, содержащегося в одной стандартной батарее для ноутбука, и 40 л воды можно получить столько же энергии, сколько при сжигании 70 т угля", - так британский ученый популярно описывает термоядерную энергетiku. С 2007 г. во Франции ведется строительство Международного экспериментального термоядерного реактора (ИТЭР). Партнеры проекта - Евросоюз, Российская Федерация, США, Япония, Китай, Индия, Южная Корея. Строительство ИТЭР должно завершиться через 10 лет. Затем необходимы около 20 лет для накопления научных знаний и далее примерно столько же для постройки и запуска первой термоядерной станции. "Я и мои коллеги - теоретики, - с иронией отметил Смит, - и потому я точно знаю, что нам нельзя доверять. Все, что мы утверждаем, надо проверить экспериментально".

Говоря об актуальности пути к термоядерной энергетике, Кристофер Ллевеллин Смит вспомнил: "Много лет назад я начинал свою научную деятельность под руководством блестящего российского ученого Л.А. Арцимовича. Однажды я спросил у него, когда будет разработан источник термоядерной энергии. И он ответил мне: "Термоядерная энергия будет получена тогда, когда она станет необходимой человечеству". Я верю его словам и считаю, что этот момент уже совсем близко".

Дмитрий Мисюров

## НА ДНО БАЙКАЛА

Байкал - не только одно из красивейших на планете мест, но также уникальный по своим свойствам водоем и резервуар питьевой воды. В Российской академии наук озеро Байкал изучают в течение десятилетий, однако ряд исследований можно провести, только опустившись на дно озера. Чтобы осуществить такую экспедицию, понадобилось объединить усилия нескольких научных институтов и финансовых структур. Так был создан Фонд содействия сохранению озера Байкал, благодаря которому прошлым летом стала возможной Байкальская подводная экспедиция. В исследованиях были заняты в основном сотрудники Института океанологии РАН, Лимнологического института и Института нефти и газа Сибирского отделения РАН. В ходе погружений на глубоководных аппаратах "Мир" были взяты пробы грунта и воды, получены новые данные о состоянии животного и растительного мира Байкала, а также новая информация о тектонических процессах на дне водоема. Сбор организмов и проб проводился на различных участках, в местах естественного выхода нефти и газа, а также в зоне влияния Байкальского целлюлозно-бумажного комбината. Одно из научных направлений экспедиции - исследование углеводородов Байкала, определение их фонового уровня для оценки загрязнения воды, прогнозирование их выбросов. Биологи отобрали образцы различных групп микро- и макроорганизмов, наблюдали вертикальные миграции планктона и рыб и их скопления на определенных глубинах. В донных отложениях учеными был обнаружен новый, доселе неизвестный вид байкальской планарии, обитающий на большой глубине. Подводные съемки позволили визуально оценить пространственное распределение амфиподов; на отвесных скалах неожиданно обнаружены большие скопления рачков отряда амфиподов - гамарусов. Биологи получили дополнительные данные о микробных сообществах; в частности, определено участие органотрофных бактерий (тех, что используют органические вещества для своей жизнедеятельности) в образовании карбонатных корок на донных отложениях озера. Отдельные виды бактерий в водах озера выявлены впервые. Первое пробное погружение состоялось в июне, до сентября их планируется совершить более ста.



Ирина Прошкина

## НАПОЛОВИНУ ПУСТ ИЛИ НАПОЛОВИНУ ПОЛОН?

Большинство людей охотнее замечают либо хорошие, либо плохие события. Вероятно, подобная склонность к оптимизму или пессимизму определяется генетически. Группа специалистов из Университета Эссекса в Англии исследовала серотонин - один из нейромедиаторов, связанных с настроением. 97 испытуемых выбирали картинки из предложенного им набора изображений. Далее ученые анализировали гены транспортного белка для серотонина, от которого зависит уровень содержания данного нейромедиатора в мозге. Выяснилось, что люди, обладающие

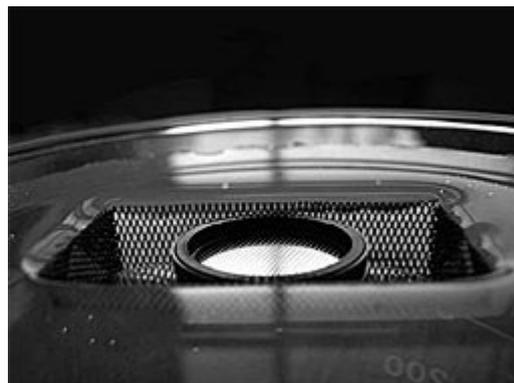


исключительно более длинной модификацией гена, уделяют больше внимания приятным изображениям (например, фотографиям шоколада) и избегают негативных картинок (например, снимков пауков). Испытуемые, у которых была выделена более короткая модификация гена, продемонстрировали, хоть и менее ярко, противоположную тенденцию. Данные были представлены в Записках Королевского научного общества (секция биологии) 25 февраля. Они объясняют причины большей или меньшей склонности различных людей к тревожным расстройствам и депрессии. Возможно, на основании данного исследования ученые разработают новые методы лечения этих недугов и помогут многим людям вернуть свет в свою жизнь.

Чарлз Чой

## ЛОДКА ИЗ РЕШЕТА

Вообразите сетку, которая не пропускает, а отталкивает воду, причем настолько сильно, что сделанный из нее спасательный плот мог бы выдержать лошадь. Ученые из Харбинского технологического института в Китае изготовили такую сетку из медных проволок толщиной 200 мкм с порами примерно такого же или меньшего размера. Они окунули эту сетку сначала в раствор нитрата серебра, а затем в кислоту, в результате чего на сетке отложилось серебро в виде листовидных структур высотой 7 мкм. Подобно волоскам на нижней стороне брюшка жука-плавунца (*Dytiscus marginalis*) эти серебряные листочки удерживают пленку воздуха, делая сетку сверхводоотталкивающей.



Лодочка размерами с почтовую марку способна удерживать втрое больше песка, чем сделанная из необработанной сетки, и держаться на поверхности даже тогда, когда края ее "бортов" оказываются погруженными в воду. Хотя специалисты допускают, что в реальных условиях эта технология сверхплавучести едва ли найдет применение (гидрофобное водоотталкивание окажется, вероятно, слишком слабым для крупных судов), но они указывают, что она может оказаться полезной для нового поколения миниатюрных водных роботов. Работа опубликована в февральском номере Applied Materials & Interfaces.

Чарлз Чой

## ПАРАЗИТ ПРОТИВ ПАРАЗИТА

Почему москиты, будучи переносчиками смертельно опасных вирусных инфекций, таких как лихорадка Западного Нила или тропическая лихорадка, не болеют ими?



**ПЕРЕНОСЧИКИ ИНФЕКЦИИ:** иммунная система москитов сдерживает смертельно опасную силу вирусов

Наиболее распространенная теория утверждает, что совместная эволюция привела вирусов и москитов к жизни в гармонии друг с другом. Но энтомологи обнаружили нечто совершенно противоположное. Они инфицировали москитов тестовым вирусом и увидели, что иммунная система москитов распознает и вырезает чужеродный генетический материал, благодаря чему насекомое не заболевает. Но в тех случаях, когда москитов инфицировали генетически модифицированной версией, которая блокирует механизм вырезания вирусных генов, насекомые были неспособны побороть инфекцию и гибли в четыре раза быстрее. Это открытие может привести к разработке препаратов противовирусной защиты, которые будут подавлять способность иммунной системы москитов к сопротивлению вирусам. Результаты исследования были опубликованы в декабре 2008 г. в Трудах Национальной академии наук США.

Сюзанна Лок

## ЛОГИКА, ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ К ШУМУ

По мере уменьшения размеров микросхем растет опасность того, что неизбежный электронный шум, обусловленный тепловыми флуктуациями, перекрестными наводками и другими источниками, может нарушить их работу. Обойти эту трудность может помочь стохастический резонанс - явление, при котором шум может усиливать слабый сигнал и тем улучшать работу системы. Некоторые структуры, в частности афферентные нервы, выдают выходной сигнал только при достаточно высоком уровне фонового шума. Ученые из Аризонского университета сконструировали логические вентили (схемные элементы, выполняющие логические функции), которые действуют подобным образом. Когда уровень шума низок, эти вентили работают ненадежно, однако при уровнях шума, ожидаемых для самых малых транзисторов, их работа становится правильной. Такое необычное нелинейное поведение может открыть путь дальнейшему уменьшению размеров микросхем. Более того, изменение некоторых приложенных к такой схеме напряжений может переконфигурировать ее на ходу. Подробности - в выпуске Physical Review Letters от 13 марта 2009 г.

Чарлз Чой

## НОВЫЙ ТИП ТЕРМОМЕТРА

Для физиков измерение температуры - это не просто отсчет делений по ртутному столбику термометра. Они хотели бы определять температуру через фундаментальную физическую постоянную, как расстояние определяют через скорость света. Сегодня основная единица температуры, Кельвин (К), нескладно определяется как  $1/273,16$  разности между абсолютным нулем и тройной точкой воды - температурой, при которой газообразная (пар), жидкая и твердая (лед) фазы воды находятся в равновесии при определенном давлении. Разность температур в 1 К точно равна разности температур в  $1^\circ\text{C}$  (по определению).

Сегодня физики изобрели электронный термометр, который непосредственно связывает температуру с фундаментальной физической константой - постоянной Больцмана  $k$ , которая, в свою очередь,



непосредственно связана с кинетической энергией молекул. Принцип действия этого термометра основан на прямой пропорциональности проводимости системы туннельных переходов - тонких изолирующих слоев между электродами - и произведения постоянной Больцмана на температуру.

Несмотря на то что такой метод измерения температуры ("кулоновская блокада") уже применяется в некоторых специальных устройствах, флуктуации электронных свойств существующих вариантов этих приборов делают его ненадежным при очень низких температурах. Новый термометр, созданный физиками из Хельсинкского технологического университета, работает при температурах до 150 мК. Более того, финские физики утверждают, что он пригоден для массового производства с использованием стандартных технологических процессов полупроводниковой промышленности.

Чарлз Чой

## ПРЫГАЮЩИЕ ЯЩЕРЫ

Что говорит биомеханика о том, как взлетали птерозавры величиной с жирафа?

В течение почти ста лет ученые пытались объяснить, как вымершим рептилиям, называемым птерозаврами, удавалось подняться с земли. Как взлетали мелкие птерозавры, можно описать при помощи модели птиц: или из состояния покоя, активно взмахивая крыльями, или с разбега. В отношении крупных ящеров с размахом крыльев почти 8 м и весом более 90 кг ученые не могли провести такой аналогии.

Они взлетали не как птицы, считает Майкл Хабиб (Michael Habib), изучающий функциональную анатомию и эволюцию в Университете Джонса Хопкинса. Проанализировав биомеханику этих животных, Хабиб решил, что птерозавры отрывались от земли с помощью всех четырех конечностей, прыгая с места вверх, а не разбегаясь на двух задних ногах или спрыгивая с высоты, как было принято считать.

"Я начинал как орнитолог, - говорит Хабиб. - Затем заинтересовался механическими ограничениями летающих животных, что естественно привело меня к птерозаврам".

А у летающих ящеров, таких как кетцалькоатль, подобные ограничения выражены наибольшим образом. Даже обладая полыми, как у птиц, костями, кетцалькоатль весил от 113 до 250 кг, и имел размах крыльев около 11 м. Для сравнения: вес альбатроса - около 8 кг при размахе крыльев в 3,4 м. Птерозавр должен был как-то взлетать, но как, никто точно не знает.



ВВЕРХ И ВПЕРЕД: возможно, кетцалькоатль взлетал, отталкиваясь всеми четырьмя конечностями

Изучая форму передних конечностей ящеров, Хабиб подсчитал, что они могут вынести гораздо большую нагрузку, чем та, что возникает во время полета. Но зачем были так сильно развиты крылья, если им не надо было испытывать большое давление? Затем Хабиб провел параллель между походкой больших четвероногих птерозавров и тем, как отрываются от земли прыгающие четвероногие, такие как летучие мыши-вампиры (кровососы). Если крупные птерозавры использовали все четыре конечности, чтобы подняться в воздух, то это объяснило бы всю мощь их передних конечностей и разрешило бы загадку полета.

Но то, что животное было способно что-либо делать, вовсе не означает, что так и происходило на самом деле. Поэтому объяснение Хабибом летательных возможностей птерозавров не убедило некоторых палеонтологов в реальности их осуществления. "Когда я прочел рукопись, сначала она показалась мне странной. Но когда вы занимаетесь птерозаврами, то вы привыкаете к странным вещам", - замечает Дэвид Анвин (David Unwin), палеонтолог из Лестерского университета в Англии, автор книги *The Pterosaurs: From Deep Time* ("Птерозавры: из глубины времен"). "Крупные и гигантские птерозавры, - поясняет он, - должны были развивать довольно большую скорость полета, 48-64 км в час, и очень трудно понять, как они достигали этого, прыгая с места".

Палеонтолог Кевин Падиан (Kevin Padian) из Калифорнийского университета в Беркли также ставит под вопрос выводы Хабиба. Он считает, что мелкие птерозавры, некоторые величиной с воробья, были двуногими и взлетали, отталкиваясь двумя, а не четырьмя конечностями. Он также полагает, что Хабиб принял во внимание не все виды соответствующего давления на кости.

Разделение мнений в палеонтологии между исследователями птерозавров и экспертами по другим вопросам - довольно обычное дело. Анвин и Хабиб считают, что специалисты по биомеханике рассматривают птерозавров с их невероятными размерами и способностью летать больше с точки зрения физики, а не доисторической биологии. "Странная природа летающих ящеров привлекает внимание многих, - говорит Анвин. - Поэтому сложилась диспропорция в пользу людей, не занимающихся непосредственно палеонтологией: многие готовы попытаться счастья в аэродинамике, не изучая перед этим птерозавров".

Все сходятся на том, что Хабиб разработал интересные положения, которые больше относятся к биомеханике. То, что крупные птерозавры могли подняться в воздух, не прыгая с утесов, говорит о расширении ареала их обитания, и это, соответственно, поднимает ряд вопросов относительно экологии летающих ящеров больших размеров. Падиан отмечает: "Каждый раз мы думаем, что узнали о них все, а они задают нам новые вопросы".

Чарлз Чой

## ПРЕКРАСНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА

Что говорит биомеханика о том, как взлетали птерозавры величиной с жирафа?

Амниоцентез и другие пренатальные тесты для определения здоровья плода достаточно безопасны, но в редких случаях могут спровоцировать выкидыш. Китайские исследователи разработали совершенно безвредный для здоровья матери и ребенка альтернативный метод диагностики, основанный на технике обнаружения в материнской крови ДНК плода. При этом диагностические процедуры сократятся до простого анализа крови, по которому можно будет определить, имеет ли плод наследственные заболевания, обусловленные мутацией отдельных генов, например фиброзно-кистозную дегенерацию (муковисцидоз) или серповидноклеточную анемию. ДНК плода, которые обычно короче материнских, дублируются и анализируются с помощью техники "молекулярного счета", которая работает как с мутантным, так и с нормальным генетическим материалом. Полученные данные исследователи могут использовать для диагностики моногенных заболеваний плода. Расположенная в Сан-Диего биотехническая компания Sequenom планирует разработать тест, пригодный для коммерческого использования. Сообщение об этом появилось 16 декабря 2008 г. в Трудах Национальной академии наук США.

Гэри Стикс



ПРЕНАТАЛЬНЫЕ ТЕСТЫ, позволяющие увидеть, имеет ли плод генетически обусловленные нарушения в развитии, могут быть заменены простым и безопасным анализом крови

## ПОБОЛЬШЕ СТРАСТИ, ДОРОГАЯ

Приведет ли широкое внедрение методов стимуляции мозга к появлению секс-чипов?

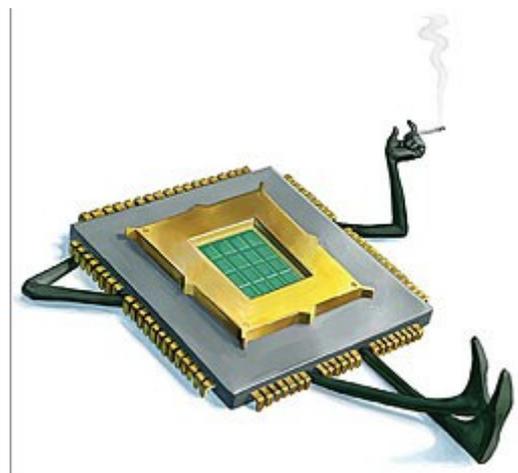
Одна из фундаментальных задач нейробиологии состоит в том, чтобы разгадать мозговые механизмы важнейших мотиваций - таких как голод, жажда и секс. В 1956 г. известный физиолог Джеймс Олдс (James Olds) опубликовал в журнале *Scientific American* статью *Pleasure Centers in the Brain* ("Центры удовольствия в мозге"). В ней ученый описал, как голодная крыса стремилась к платформе с вкусной едой, однако на пути к обеду получала приятную для себя стимуляцию электрическим током, и в результате так и не добиралась до пищи. Крыса предпочитала останавливаться и получать наслаждение от электростимуляции. С оптимизмом, характерным для того времени, Олдс заключил, что такие эксперименты позволят понять функционирование мозга и приведут к созданию лекарств, способных управлять силой голода, полового влечения и т.п.

С того времени прошло уже около 50 лет, однако у нас до сих пор нет хороших препаратов, способных подавлять аппетит или зажигать половое желание. Правда, в последнее время вырос интерес к реализации идеи Олдса с прямой стимуляцией мозга.

Никто пока еще не придумал в реальности что-либо похожее на оргазмотрон, изображенный в комедийном фильме Вуди Аллена "Спящий", вышедшем в 1973 г. Однако Стюарт Мелой (Stuart Meloy), врач из Северной Каролины, специализирующийся на имплантации электродов в спинной мозг с целью облегчения боли, однажды случайно обнаружил, что небольшое смещение электрода от заданного положения в спинном мозге его пациентки заставило ее вдруг воскликнуть: "Научите моего мужа делать мне так же!".

В 2006 г. Мелой сообщил, что 10 из 11 женщин, прекративших испытывать оргазм или не знавших его никогда, ощущали половое возбуждение при воздействии через имплантированные электроды; более того, к четырем женщинам из этой группы вернулась способность испытывать оргазм. Сейчас Мелой ищет компанию, которая взялась бы изготавливать устройства для постоянной имплантации по цене, не превышающей \$12 тыс. (примерно столько же стоит операция по увеличению груди).

Когда-нибудь электроды поднимутся из спинного мозга в орган, который в шутку называют главной эрогенной зоной - головной мозг. Глубокая стимуляция мозга, при которой электроды размещают в стратегически важных участках головы, используется в настоящее время для лечения ряда заболеваний, включая болезнь Паркинсона и дистонию (неконтролируемые движения



**СЕКСУАЛЬНАЯ МИКРОСХЕМА:** не исключено, что когда-нибудь можно будет включить электронное устройство, и импульсы от него пойдут прямо в центр удовольствия в мозге

частей тела из-за произвольных сокращений мышц). Иногда в качестве побочного эффекта может возникать половое возбуждение.

Типу Азиз (Tiru Aziz), нейрохирург из Оксфордского университета, полагает, что дальнейшие исследования центров удовольствия в мозге - в сочетании с совершенствованием методов хирургического вживления электродов и электрической стимуляции - смогут когда-нибудь сделать мозговой сексчип реальностью. "Отсутствие сексуального удовлетворения лишает человека очень много, и если его восстановить, то это позволит значительно повысить качество жизни", - замечает Азиз.

Некоторые нейробиологи настроены не столь оптимистично. Мортен Крингельбах (Morten L. Kringselbach), исследователь из Оксфорда, автор книги *The Pleasure Center* ("Центр удовольствия", 2008) и соавтор некоторых совместных работ с Азизом, предупреждает, что гедонические переживания могут складываться из двух отдельных составляющих - желания и удовольствия. Секс-чипы окажутся эффективными лишь в том случае, если будут активировать нервные структуры, ответственные за обе составляющие. В статье, опубликованной в 2008 г. в журнале *Psychopharmacology* совместно с психологом Кентом Берриджем (Kent Berridge) из Мичиганского университета в Анн-Арборе, Крингельбах иллюстрирует разницу между этими двумя составляющими на примере одного печально известного случая. В 1960-х гг. психиатр Роберт Хит (Robert Heath) вживил "электроды удовольствия" мужчине-гомосексуалисту, известному под кодовым именем В-19, с целью "вылечить" того от гомосексуализма. После операции пациент навязчиво стремился нажимать на кнопку, которая включала стимуляцию через электрод и должна была тем самым вызывать у него половое желание, однако так и осталось неясным, нравилось ли пациенту возникавшее при этом ощущение. Сама по себе стимуляция мозга не приводила его к оргазму, и В-19 никогда не проявлял видимых признаков удовольствия при нажатии кнопки. Крингельбах предостерегает против подобного ошибочного использования современного метода глубокой стимуляции мозга. "Важно, чтобы мы не дали завлечь себя подобной технологией и не оказались в новой эре психохирургии", - говорит он, имея в виду популярность лоботомии как средства лечения психиатрических заболеваний в середине XX в.

В общем, что бы нам ни показывали про секс-чипы в кино, в реальной жизни никому из нас, скорее всего, не доведется нажимать на кнопки для возвращения себе утраченных красок жизни.

Гэри Стикс

## НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ

*Дэвид Эппел*

Глобальное потепление ставит жизнь некоторых видов животных и растений под угрозу, потому что сами они не могут переселиться туда, где климат более прохладный. Камилла Пармезан (Camille Parmesan) считает, что человек должен помочь

Камилла Пармезан - один из ведущих биологов-специалистов по охране природы, отслеживающих, как быстрое изменение климата влияет на существование флоры и фауны в мире. Как и многие ее коллеги, она без устали говорит о надвигающемся экологическом бедствии, но в отличие от них предлагает выход - путь спасения видов, находящихся под угрозой, который для большинства биологов неприемлем: способствовать их расселению на другие территории.

Столь нетипичный подход может стать единственным способом спасти исчезающие виды, которые, с одной стороны, не могут адаптироваться к неестественно высоким температурам и засухе, а с другой - не способны сами мигрировать в области с более подходящим климатом. Искусственное переселение должно быть проведено, считает она, даже если это рискованно и может породить другие проблемы (новые инфекции и инвазии, иные непредусмотренные осложнения).

Когда в 1996 г. Пармезан опубликовала данные о бедственном положении бабочек-шашечниц (*Euphydryas Editha*), нежных созданий размерами не более сантиметра, расцвеченных коричневыми, оранжевыми и белыми пятнышками, она и сама не поддерживала эту точку зрения.

Почти пять лет она провела в путешествиях по отдаленным сельскохозяйственным уголкам вдоль побережья Тихого океана, от Мексики до Канады, подкрадываясь к этим насекомым под прикрытием кустиков львиного зева. Шашечница очень чувствительна к температурному режиму, т.к. растение, которое выступает как основной кормовой ресурс насекомого на стадии гусеницы, при повышении температуры страдает от засухи.

Ученым уже известно, что деятельность человека и потепление климата приводят к снижению численности популяции, но результаты систематических исследований Пармезан удивили всех: 3/4 популяций в южных областях ареала оказались на грани исчезновения, тогда как в Канаде под



**ПРИЗЫВ К ПЕРЕМЕЩЕНИЮ:** защищает идею искусственной миграции, при которой люди активно перемещают виды, чтобы помочь им обойти экологические изменения, обусловленные резким потеплением климата.

**ПЛАНЫ НА БУДУЩЕЕ:** Земля за период с доиндустриальных времен по сегодняшний день "разогрелась" на 0,7° C, из-за чего 40% видов были вынуждены изменить свой ареал обитания; Пармезан думает, что если человечество будет действовать как обычно, бездумно выделяя энергию, то число таких видов дойдет до 100%, причем на существовании 75% видов это изменение скажется глубоко отрицательно.

угрозой находятся только 20%. В той же южной части ареала, но в гористой местности, на возвышенностях, под угрозой исчезновения оказалась только 1/3 популяций.

Переместившись в Техасский университет в Остине, Пармезан продолжила свою работу и обнаружила сходные тенденции в популяциях бабочек Европы, данные об ареалах обитания которых изменяются гораздо быстрее. Результаты анализа таковы: за последние 30 лет большинство видов растений и животных сместились к северу относительно прежних границ ареалов; скорость перемещения составила примерно 6 км за десятилетие. Начало цветения, откладывание икры лягушками, прилет мигрирующих птиц и прочие весенние события сдвинулись в среднем на 2,3 дня за десятилетие. Тропические болезни переместились севернее, и теперь поражают виды, не приспособленные к борьбе с ними. Около 2/3 из 110 известных видов пестрых лягушек в Коста-Рике вымирают, т.к. их иммунную систему, ослабленную слишком высокой температурой, подавляет смертоносный грибок, который благодаря повышению среднегодовой температуры смог расселиться севернее.

В прошлом декабре ученые предсказали возможное исчезновение из-за климатических изменений и первого вида млекопитающих - белого лемуриного поссума, обитающего в районе Квинсленда в Австралии. Поссум, который живет только на высоте от 1 тыс. м над уровнем моря, может погибнуть из-за такой мелочи, как пять часов при температуре выше 30° С. Хотя подобные предварительные прогнозы не слишком точны, Крис Томас (Chris D. Thomas) из Университета Лидса в Англии рассчитал, что даже если развитие глобального потепления пойдет по умеренному сценарию, то к 2050 г. исчезнут от 15 до 37% сухопутных видов. Добавим, что помимо климатических изменений на сохранность видов влияет скорость разрушения мест их обитания и появления миграционных барьеров в виде городов и шоссе. На этом фоне будущее мирового биоразнообразия выглядит все более печальным.

Правительства некоторых стран готовы позаботиться о будущем и уже сейчас ввести контроль над выбросом парниковых газов в атмосферу, но они остаются в меньшинстве. Поэтому единственным способом сохранения биоразнообразия Камилла Пармезан считает вмешательство человека. В искусственном переселении видов она видит единственную надежду на спасение хотя бы некоторых из них. Джессика Хеллман (Jessica J. Hellmann) из Университета Нотр-Дам полагает, что искусственное переселение возможно лишь для некоторого числа редких видов, выбор которых будет зависеть как от сентиментальности человека, принимающего решение, так и от экономических факторов. (Пармезан по понятным причинам держит в уме несколько видов западных бабочек.)



ПОД УГРОЗОЙ: хрупкие бабочки шашечницы (сфотографированы в процессе спаривания) могут исчезнуть из-за того, что повышение температуры приводит к засухе и исчезновению их кормовой базы

Камилла Пармезан допускает, что искусственная миграция приведет в ужас некоторых специалистов по охране природы. "Они проводят большую часть своего времени, оберегая

экосистемы от инвазивных видов: ведь одна из распространенных причин исчезновения видов - вытеснение их видами-пришельцами". Исследовательница ратует за систематическое изучение ареалов редких видов. Где эти животные или растения процветают и почему, что может им угрожать - вот вопросы, на которые нужно вовремя получить ответы.

Использование современного теоретического инструментария несомненно облегчит процесс. Сегодня ученые активно разрабатывают математические модели, описывающие температурные и почвенные предпочтения видов, годовое количество осадков, которое благоприятствует процветанию. Затем эти данные вносятся в модель возможного изменения климата, чтобы показать, какие области станут предпочтительными для вида, и куда он сможет распространиться естественным путем.

Так, Джессика Хеллманн работает над моделью, которая, помимо прочего, включает в себя биологические факторы, такие как генетическая структура популяции и межвидовая конкуренция, чтобы более полно отразить влияние исследуемого вида на экосистему, увидеть, какие его особенности будут способствовать или мешать процветанию соседей. Эти данные, как считает Хеллманн, помогут вывести некие универсальные правила, следуя которым можно сделать искусственное переселение наименее травматичным для природы. Идея искусственного переселения более распространена в академической среде; в традиционных природоохранных организациях она пользуется меньшей популярностью. Одна из организаций, рассматривающих концепцию Пармезан, - Общество охраны природы. Его сотрудник Патрик Гонсалес (Patrick Gonzalez), эксперт по климатическим изменениям, считает, что это слишком сильнодействующий вариант, но если все прочие попытки провалятся, и видам по-прежнему будет грозить исчезновение, то выбора не останется. Этот способ будет задействован несмотря на возможный риск, хотя этот риск велик.

Такие слова вызывают у Пармезан фрустрацию. В 2008 г. в соавторстве с другими учеными она опубликовала в Science статью, в которой описала разработанную ими модель, позволяющую оценить возможный риск, связанный с перемещением исчезающих видов. "Если мы ничего не сделаем, то мы тоже нанесем ущерб биоразнообразию. Природоохранные организации придерживаются позиции, что невмешательство - это хорошо, но я считаю, что бездействие гораздо хуже возможных последствий", - объясняет она.

Еще больший ужас внушает Камилле Пармезан деятельность политиков. В последние месяцы своей работы администрация Буша изменила Закон об охране вымирающих видов так, что теперь виды, оказавшиеся под угрозой исчезновения из-за климатических изменений, не должны в обязательном порядке подвергаться независимому всестороннему изучению. Реакция Пармезан была по большей части непечатной - это открытое пренебрежение тем, за что ратует сейчас каждая природоохранная организация. Джон Костяк (John Kostyak) из Национальной федерации дикой природы считает, что администрация Обамы скорее всего отменит это "новшество", хотя на это потребуется не меньше года.

Вне зависимости от того, что предпримет (или не предпримет) Белый дом, климатические изменения будут неизбежно происходить, и экосистемы всей Земли будут подвергаться действию потепления. Поэтому с каждым годом призыв Пармезан будет звучать все громче.

Перевод: Т.А. Митина

# ПОСТИГАЮЩИЕ ВРЕМЯ

## Интервью

Что такое время? Почему его нельзя повернуть вспять? Можно ли хоть ненадолго остановить неумолимый бег минут и секунд? Тайну самого загадочного, четвертого измерения - времени - во все века пытались понять и ученые, и философы. Да и любого человека независимо от образования, интересов, возраста волнует, почему наша жизнь столь мимолетна и невозвратна. На протяжении четверти века в Московском государственном университете работает Российский междисциплинарный семинар по изучению времени. Его неотъемлемая часть - организованный десять лет назад Веб-институт исследований природы времени. Координирует деятельность этой организации ведущий научный сотрудник кафедры общей экологии биологического факультета МГУ, доктор биологических наук Александр Петрович Левич

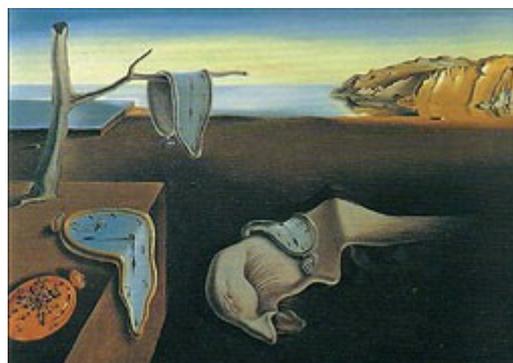
**- Явление времени волнует людей с давних пор. Могли бы вы привести какие-то примеры повышенного интереса к его изучению из истории?**

- Попытки осмыслить четвертое измерение делали многие мыслители древности, например святой Августин и Аристотель. В частности, Аристотель задавался вопросом, что можно считать временем, а что нет. Он выдвинул концепцию, согласно которой время есть движение. А Августин считал, что время появилось вместе с возникновением материального мира, и поэтому вопрос о том, что было до начала возникновения Вселенной, некорректен. Ричард Фейнман в своих знаменитых лекциях приходит к выводу, что дать определение времени невозможно, задача физики - уметь его точно измерять.

Немецкий писатель Эрих Мария Ремарк сравнивал время с рекой, вытекающей из мрака и впадающей во мрак, а советский писатель В.С. Гроссман писал о нем как о прозрачной среде, в которой возникают, движутся и бесследно исчезают люди. Подобных примеров осмысления одной из самых загадочных структур нашего мира множество.

**- Время исследуют и сегодня. Кто этим занимается? Есть ли специализированные организации, деятельность которых была бы полностью посвящена этому явлению?**

- Тема времени интересна не только специалистам из разных областей науки. Почти каждый поэт и писатель хотя бы раз обращался к теме скоротечности минут, дней, лет. Однако в мире очень мало организаций, деятельность которых была бы полностью посвящена исследованию времени. Одна из них - Международное общество по изучению времени (МОИВ), основанное в 1966 г. доктором Джулиусом Фрейзером (Julius Thomas Fraser) - ведущим мировым специалистом в

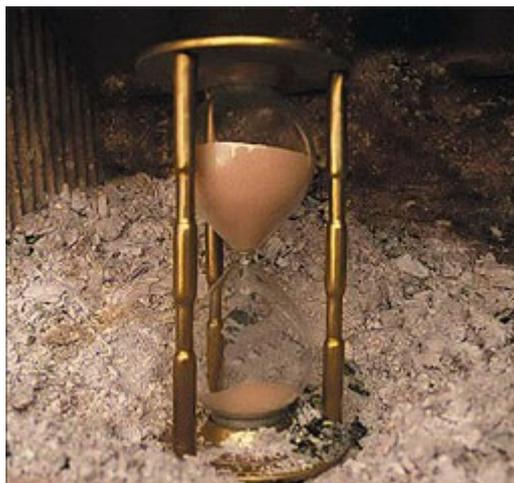


Чтобы время стало предметом содержательного изучения, необходимо вывести его из неопределяемых представлений логического базиса науки

области междисциплинарного изучения времени. Члены этого общества уделяют большое внимание также гуманитарным аспектам проблемы.

**- Александр Петрович, могли бы вы как специалист ответить, что же такое время и как его следует изучать?**

- В современной научной парадигме время - исходное и неопределяемое понятие. Его использование опирается на интуицию и профессиональный опыт исследователя, элементы вненаучных, часто подсознательных представлений о мире. Не оправдана надежда и на возможность инструментального введения единых представлений о времени: часы для его измерения могут быть совершенно различными по своей природе в зависимости от конкретной области науки.



Считать ли время внутренне присущим миру элементом бытия, или это лишь конструкция человеческого мышления?

Чтобы время стало предметом содержательного изучения, необходимо вывести его из неопределяемых представлений логического базиса науки. Для этого интуитивный и достаточно расплывчатый образ времени следует заменить другими базовыми представлениями. Тогда свойства времени из "аксиом" превратятся в "теоремы". Другими словами, станет возможным научное обсуждение понятия времени.

Сегодня научные представления о времени тесно переплетены с другими исходными понятиями, такими как пространство, материя, заряд, взаимодействие, энергия, развитие, жизнь, сознание и т.п. Поэтому некорректно изучать "кирпичики времени" изолированно от других элементов понятийного фундамента естествознания. Фактически речь идет о построении новой "картины мира", на которой будут базироваться новые динамические теории. Создание такой картины мира становится для теоретика естествознания необходимым этапом профессиональной деятельности по согласованию исходных понятий теории.

**- Вы - инициатор единственного в России семинара по изучению времени. Что представляет собой эта форма деятельности?**

- Российский междисциплинарный семинар по изучению времени и Веб-институт исследований природы времени отличаются по своему характеру от МОИВ. Наша главная задача - создание модели времени как инструмента, который позволил бы решать прикладные задачи. В физике такой инструмент есть, потому что существуют математические формулировки основных законов движения, куда время входит как параметр. В других областях подобные формулировки имеют скорее качественный характер. Построение теории времени для каждой области науки неразрывно связано с пониманием природы и динамики основных процессов, которые в этой области изучаются.

Участники семинара стараются придерживаться "принципа сочувствия", предложенного палеоботаником и стратиграфом С.В. Мейеном.

Цель семинара - предоставить по возможности полный обзор существующих идей, гипотез, мыслей о времени, помочь тем, кто изучает это явление, проникнуть в интуитивные и описанные формально представления о четвертом измерении, сложившиеся у специалистов различных научных дисциплин. Большое внимание уделено созданию условий, форм деятельности и стимулов для профессионального изучения времени, социализации новых идей.

К слову, нынешний год для семинара - юбилейный, его организаторы и участники отмечают 25-летие. Каждый семестр посвящен определенной идее. Например, темой сезона зима-весна - 2009 было "Время и развитие. Жизнь и смерть". На одном из заседаний выступали сотрудники Санкт-Петербургского Зоологического института РАН - заведующий лабораторией пресноводной и экспериментальной биологии, доктор биологических наук академик А.Ф. Алимов и старший научный сотрудник, кандидат биологических наук Т.И. Казанцева. Они рассказали о биологическом времени, напрямую связанном с интенсивностью физиологических процессов у рыб и птиц. Исходя из предположения, что скорость биологического времени у рыб пропорциональна удельному приросту массы, исследователи вывели формулу, связывающую их возраст с весом. Полученный результат был проверен на большом количестве водных обитателей, формула оказалась корректной. Прямо противоположная ситуация у птиц, живущих на наших широтах. Птенцы должны вырасти и научиться летать за те несколько месяцев, пока длится лето. Санкт-петербургские ученые предложили в качестве единицы "птичьего времени" использовать скорость метаболизма, а точнее - количество кислорода, потребляемое в единицу времени на каждый грамм веса. И снова формула хорошо согласовывалась с наблюдениями. Правда, уравнение пришлось чуть подкорректировать для отряда воробьинообразных, у которых процессы метаболизма протекают заметно быстрее, чем у других птиц.

#### ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЕЖДУНАРОДНОГО ОБЩЕСТВА ПО ИЗУЧЕНИЮ ВРЕМЕНИ

Раз в три года члены общества собираются на конференции. У МОИВ есть свой интернет-сайт с форумом, где члены общества обмениваются мнениями, обсуждают важные и интересные, на их взгляд, вопросы. Несколько лет назад МОИВ начало выпускать журнал KronoScope на английском языке

**- Известно, что в любом деле решающую роль играет человеческий фактор. Какие требования вы предъявляете к докладчикам? Кто из известных ученых выступал? И в целом - что дает семинар тем, кто занимается изучением времени?**

- С самого начала инициаторы семинара по изучению изменчивости нашего мира (что, по сути, есть время) ставили перед каждым докладчиком непростые вопросы-задачи. Может ли он предложить непротиворечивую модель времени? Достаточно ли существует средств описания времени в выбранной им области знаний? Нужны ли для понимания четвертого измерения новые "сущности"? Необходимо ли вводить некое специфичное время в области исследований докладчика, или ему достаточно использовать универсальные, общенаучные представления? Если такое специфичное время имеется, то как оно измеряется? Считать ли время внутренне присущим миру элементом бытия, или это лишь конструкция человеческого мышления? Каковы пути экспериментального исследования времени?

Еще одна важная задача семинара - создание "критической массы" исследователей, необходимой для эффективного решения любой проблемы. Это существенно повышает продуктивность научной работы и создает дополнительные стимулы. Многие находят на семинаре единомышленников или оппонентов, что усиливает мотивацию исследований.

Первым докладчиком на семинаре "Время в геологии и науках о Земле", который состоялся в марте 1984 г., был С.В. Мейен - специалист, занимающийся изучением времени, имея дело с геологической и биологической летописями природы. Среди первых выступавших были философы Ю.Б. Молчанов, И.А. Акчурин, В.П. Казарян, ботаник А. Мауринс, а также биолог Т.А. Детлаф, открывшая биологическую единицу времени, называемую теперь "детлафом" (временной промежуток между делениями клетки на ранних стадиях развития эмбриона).

Авторы уже прочитанных докладов представляют 35 разных областей наук и разные страны: Белоруссию, Германию, Италию, Киргизию, Латвию, Нидерланды, Сербию, Словакию, США, Таджикистан, Узбекистан, Украину.

#### **- Вторая составляющая вашей деятельности - институт. Какова его структура?**

Веб-институт исследований природы времени представлен на двух языках - русском и английском. Это информационная система с развитой инфраструктурой. Она включает в себя 15 лабораторий-кафедр, которые ведут исследовательскую, образовательную и просветительскую работу. Любой желающий может связаться с их руководителями, обсудить какие-то вопросы. Нередко такие контакты имеют результат в виде опубликованных совместных статей.



#### **ВРЕМЯ ДИАЛОГА**

- Подобно тому как для работоспособности коллектива необходим оптимальный психологический климат, для успешного развития науки необходимо строгое соблюдение этических принципов. Этика может играть роль мощного эвристического инструмента. В науке продуктивен не спор, в котором участники опасаются за собственное достоинство, а диалог, в котором собеседники стремятся к взаимопониманию. Коллективные усилия мыслимы лишь на высокой нравственной основе. Признание достижений данного ученого способствует его дальнейшей продуктивности, тогда как жесткая критика с разоблачением порождают встречную агрессивность, упорство в заблуждениях, стремление к защите однажды заявленной позиции, а не к истине. Поэтому любые достижения должны при каждой возможности персонифицироваться, а заблуждения, их критика - деперсонифицироваться, направляться на отвлечение от них их сторонников и тем более авторов. В обсуждении научных проблем большой вред причиняют "милитаризированные" выражения, такие как "борьба школ", "победа направления" и т.д. Сомнительна ценность для науки и духа соперничества, соревнования. Не существует научной идеи, ради утверждения которой можно пожертвовать достоинством хотя бы одного человека. В науке индивидуальность всегда имеет право противостоять притязаниям большинства. На первом месте должно быть не желание переубедить оппонента, а стремление понять его. Для этого надо мысленно встать на место оппонента и с его помощью изнутри рассмотреть то "здание", которое он построил. - С.В. Мейен

Страницы сайта содержат полные сведения о работе семинара - текущая программа, ретроспектива с 1984 г., аннотации и тексты состоявшихся докладов, список предстоящих выступлений. Имеются библиографическое описание публикаций о времени с 1900 г., биографический справочник, авторские и систематические рубрики материалов. Посетители сайта могут поделиться своими мыслями, замечаниями в "зале дискуссий". В "зале искусств" представлены проза и поэзия, имеющие отношение к времени, художественное фото, произведения живописи и графики. Желаящие обновить заставку на компьютере могут использовать для этого представленные в институте темпорологические скринсейверы в виде различных интересных часов. Библиотека электронных публикаций насчитывает более тысячи книг и статей. Есть толковый словарь по темпорологии, коллекция цитат и афоризмов о времени.

Институт постоянно расширяется. Примерно раз в неделю происходит обновление сайта. Появляются новости, "выступления" в зале дискуссий, новые электронные публикации, книги. Кроме того, за 25 лет работы семинар собрал оригинальную коллекцию статей, книг на бумажных носителях. Эта коллекция располагается на биологическом факультете МГУ и доступна всем желающим. Создается видеотека докладов семинара на DVD-дисках.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- On the Way to Understanding of Time Phenomenon: the Constructions of Time in Natural Science. Part 1. Interdisciplinary Time Studies / Ed. A.P. Levich. Singapore, New Jersey, London, Hong Kong: World Scientific, 1995.
- On the Way to Understanding of Time Phenomenon: the Constructions of Time in Natural Science. Part 2. The "active" Properties of Time According to N.A. Kozyrev / Ed. A.P. Levich. Singapore, New Jersey, London, Hong Kong: World Scientific, 1996.
- Конструкции времени в естествознании / Ред. Б.В. Гнеденко. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. На пути к пониманию феномена времени: конструкции времени в естествознании. Часть 3. Методология. Физика. Биология. Математика. Теория систем / Ред. А.П. Левич. М.: ПрогрессТрадиция, 2008.
- Левич А.П. Знаем ли мы, что такое время? // В мире науки, 2003, № 1.

Все события неминуемо уходят в прошлое. Но так хочется порой владеть казалось бы неуправляемой стихией. Быть может, нам когда-нибудь все же удастся постигнуть суть "материи времени"? Если такое произойдет, то мы получим большие возможности, интригующие перспективы почти в любых исследованиях.

Беседовала Венера Салихова

## УСТРАНИТЬ УГРОЗУ

Портальная гипертензия (ПГ) - сложное заболевание пищеварительной системы, которое встречается и у детей, и у взрослых. Повышение давления в системе сосудов воротной вены вызывает кровотечение из варикозных вен пищевода, что может стать причиной летального исхода.

Существуют несколько объяснений, почему повышается давление в системе воротной вены. У взрослых людей причиной заболевания часто становится цирроз печени, когда поражается

паренхима (печеночные клетки). В этом случае кровь в печень не попадает, орган уже поражен болезнью - это внутрипеченочная гипертензия. Очень редко встречается надпеченочная ПГ, когда кровь не может оттекать от печени, т.к. печеночные вены по какой-либо причине заблокированы. Это редкое и очень тяжелое заболевание. Вопрос лечения здесь решается индивидуально.

Как показывают наблюдения врачей, у детей в большинстве случаев болезнь возникает вследствие блокирования портального кровотока вне печени. Для внепеченочной ПГ характерно, что воротная вена, несущая кровь в печень, заблокирована, но при этом, что очень важно, сам орган работает нормально. Причины непроходимости кровотока бывают разными. В нашей стране самая распространенная - катетеризация пупочных вен. Если новорожденному вставляли катетер в пупочные сосуды, связанные с воротной веной, то теоретически возможно возникновение воспаления пупочных сосудов. Другая причина - порок развития.

При этом варианте заболевания хирургическое лечение наиболее благоприятно. Обычно оперативное вмешательство назначается после того, как все возможности консервативной терапии исчерпаны, а кровотечение продолжается. Также выполнение операции оправдано, когда у больного даже при отсутствии постоянного кровотечения сильно увеличены варикозные вены, и к тому же он проживает в отдаленном от крупных медицинских центров районе.

## Основные методы лечения

В наше время возможности лечения болезни стали значительно шире, ведь ни наука, ни практическая хирургия на месте не стоят. Уже в 1980- 1990-е гг. были сформированы основные подходы для лечения детей с ПГ.

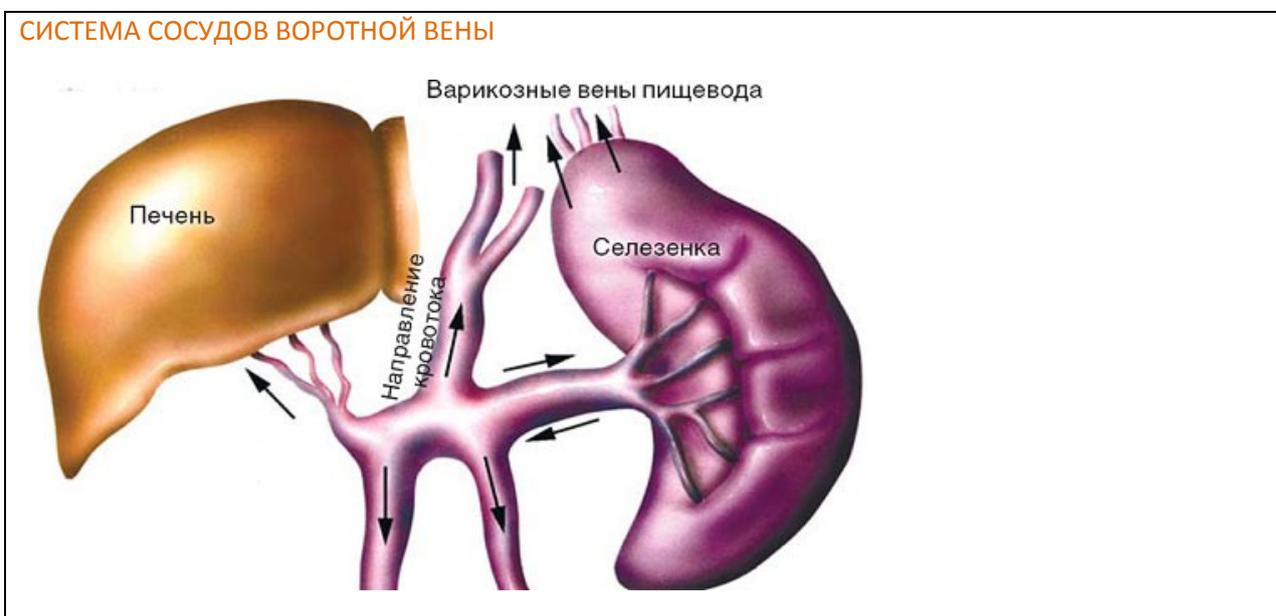
Во всем мире широко применяются методы создания альтернативного кровотока. Одним из эффективных способов предотвращения кровотечений из варикозных вен считается операция портосистемного шунтирования - создание искусственного пути перетока крови из бассейна портальной системы с высоким давлением в систему нижней полой вены с низким давлением. Ограничений при выполнении таких операций немного. В основном это отсутствие висцеральных вен, пригодных для выполнения сосудистого анастомоза, или внутрипеченочная форма портальной гипертензии. И даже возраст ребенка не мешает современным хирургам - например, самому маленькому пациенту, прооперированному в Филатовской клинике, было всего четыре месяца. По наблюдениям ученых, эффективность портосистемного шунтирования очень высока.

Однако есть и минусы. Во-первых, после выполнения подобных операций естественный объем кровоснабжения печени прогрессивно уменьшается. Даже в случае использования так называемых "селективных шунтов", которые только частично разгружают систему кровоснабжения, через некоторое время кровоток все-таки снижается до минимальных значений. Во-вторых, большой объем крови сбрасывается из воротной системы в нижнюю полую вену через шунт. Именно этот фактор ограничивает возможность оперировать детей с внутрипеченочной портальной гипертензией из-за риска развития портосистемной энцефалопатии, т.е. повреждения центральной нервной системы из-за попадания метаболитических продуктов из кишечника в кровоток, и печеночной недостаточности. Таким больным обычно делают операцию, разработанную в 1978 г японским хирургом М. Сугиурой (М. Sugiura). Операция деваскуляризации или прекращения кровообращения предназначена в первую очередь для лечения больных с циррозом печени. Смысл ее в том, чтобы пресечь все пути подхода крови к желудку и пищеводу.

Эффективность этого метода в плане предотвращения кровотечений безусловно ниже, чем у шунтирующих операций, и не превышает 85%.

В качестве альтернативы как малотравматичный способ предложена эндоскопическая профилактика кровотечений: склерозирование (сужение) и лигирование (перевязка) варикозных вен. С помощью эндоскопии в варикозные вены в пищеводе вводится склерозирующий материал, т.е. клей. Его действие приводит к тому, что кровоток по вене прекращается. При лигировании происходит своеобразная перевязка - на варикозный ствол набрасывается резиновое кольцо, которое пережимает вену. Однако у этих методов очень низкая эффективность, а риск рецидива - до 40-50%.

Переворотом в практической хирургии стали работы бельгийского хирурга Ж. де Вилля де Гойе (J. de Ville de Goyet). Предложенная им в 1998 г. операция мезопортального шунтирования (МПШ) оказала большое влияние на всемирный опыт. Методика направлена на восстановление портальной перфузии (т.е. естественного кровоснабжения) печени и системы воротной вены у детей с внепеченочной портальной гипертензией.



## Отечественный опыт

Российские медики, так же как и их зарубежные коллеги, успешно лечат портальную гипертензию. Особенно показателен и интересен в этой области опыт работы врачей ДГКБ № 13 им. Н.Ф. Филатова. В этой больнице не только активно используют самые прогрессивные современные методы, но и постоянно привносят в них свои оригинальные идеи, которые еще более усиливают положительный конечный результат.

Главная задача при лечении портальной гипертензии - предотвратить кровотечение из варикозных вен пищевода. При этом острое кровотечение должно быть остановлено по возможности консервативными методами. В тех случаях, когда у больного ребенка пищеводно-желудочное кровотечение продолжалось долгое время, и до поступления в клинику и после этого, врачами ДГКБ № 13 применялся комплекс экстренных мер. Полностью исключалось кормление ребенка через рот; устанавливался желудочный зонд для декомпрессии желудка и

контроля кровотечения; назначались седативные препараты и строгий постельный режим; проводились терапевтические мероприятия, направленные на возмещение кровопотери, для чего вводились гемостатические лекарства; переливалась эритроцитарная масса, свежезамороженная плазма, инфузионная терапия проводилась в объеме 50% от нужного. Все это не раз позволяло купировать опасный процесс.

Применяется в Филатовской клинике и операция мезопортального шунтирования. В первую очередь нужно найти и выделить левую ветвь воротной вены в клетках печени по ходу пупочной вены. В случае ее непроходимости выполняется один из вариантов портосистемного шунтирования. Если левая ветвь воротной вены проходима, ее временно пережимают сосудистым зажимом. Следующим этапом становится выделение верхней брыжеечной вены, находящейся чуть ниже поджелудочной железы. Для соединения верхней брыжеечной и левой ветви воротной вены используется аутовенозная вставка, т.е. часть собственной внутренней яремной вены больного, чаще левой.

В группе пациентов, которым была выполнена операция МПШ, успешный результат (отсутствие риска кровотечений) получен у 90,3% больных. У остальных детей в послеоперационный период наблюдался рецидив кровотечения из варикозных вен. Эти пациенты были оперированы повторно, риск кровотечения был ликвидирован.

Уровень послеоперационных осложнений после мезопортального шунтирования не выше, чем после "стандартных" шунтирующих операций. Наибольшие сложности связаны с выделением ветвей воротной вены у детей, перенесших пупочный сепсис. В данных случаях возрастает риск развития желчного перитонита.

Наиболее наглядно эффект мезопортального шунтирования демонстрируют данные УЗИ, которые показывают, что скорость портальной перфузии сравнима с показателями здорового ребенка. По ангиографическим исследованиям четко видно восстановление нормального анатомо-физиологического строения портальной системы. Кроме того, после МПШ у 82% оперированных детей отмечались улучшение памяти, успеваемости и психоэмоционального состояния, исчезновение головных болей.

А вот эндоскопическое склерозирование или лигирование варикозных вен пищевода в нашей стране, и в частности в больнице № 13, практически не применяют. По опыту своей работы московские врачи считают, что эндоскопическое склерозирование как основной метод лечения малоэффективно. Это неоднократно подтверждалось хирургической практикой. Например, в группе больных, лечущихся в ДГКБ № 13 им. Филатова, было 15 детей, которым по месту жительства выполнялись многократные курсы склеротерапии. Однако это не помогло избавиться от тяжелых рецидивных кровотечений из варикозных вен. Поэтому в Филатовской клинике уверены, что такой способ лечения можно применять как добавление к другим оперативным методам для улучшения результатов.

Методы современной хирургии вполне позволяют устранить кровотечения, угрожающие жизни ребенка. Более того, у части маленьких пациентов после оперативных вмешательств полностью восстанавливаются нормальная анатомия и физиология портальной системы.

Карина Тиванова

# ТАЙСКИЙ СОУС: ГАРМОНИЯ ВКУСОВ

Анатолий Гендин

Считается, что вся тайская кухня основана на различных комбинациях четырех основных вкусов - кислого, острого, соленого и сладкого. Стремление к гармонии этих разных вкусов и есть смысл тайской кулинарии, а невиданное в старомодной гастрономической Европе разнообразие соусов очень помогает в поисках этой самой гармонии

Безусловный король тайской кухни - знаменитый далеко за пределами страны рыбный соус "нам пла". Благородный светло-коричневый цвет этой прозрачной жидкости навевает продвинутым гурманам ассоциации с некоторыми сортами виски. Для иностранных туристов "нам пла" - одно из самых сильных гастрономических впечатлений Востока, ибо соус этот относится к тем шедеврам мировой кулинарии, о которых лучше не знать, как они готовятся. Дело в том, что это продукт ферментации анчоусной массы; на северо-востоке Таиланда местное название этого соуса буквально переводится как "гнилая рыба". Сами тайцы употребляют его вместо соли, по аналогии с соевым соусом в странах Дальнего Востока. Он действительно крайне соленый (в салаты и другие блюда его добавляют буквально по чайной ложке), но еще и своеобразно ароматен очень тонким рыбным духом. Основной район производства этого соуса - морское побережье к юговостоку от столичного Бангкока.



Обычную поваренную соль в Таиланде не принято выставлять в солонках на обеденный стол, зато на нем обязательно присутствуют плошки с мелко нарубленным ядреным перцем, замоченным в соусе "нам пла". Даже ресторанные повара здесь считают кристаллическую соль слишком грубым средством для придания пище нужной степени солености, предпочитая для этого свой любимый рыбный соус; о тайских домохозяйках, особенно в деревенской глубинке, и говорить нечего. В приличных городских ресторанах перец выкладывают в такой соус непосредственно перед подачей на стол, чтобы нарезанные тонкими кольцами жгучие стручки не успели потерять свой естественный аппетитный красный или зеленый цвет. Хорошим тоном считается также поставить индивидуальное блюдце с такой смесью перед каждым едоком, да еще и предложить ему чистый рыбный соус без всяких примесей - в знак уважения к его личным вкусам.

Кстати говоря, сама по себе идея использовать продукты ферментации рыбного сырья в качестве приправы возникала в разное время у самых разных народов. Те же древние римляне пользовались рыбным соусом под названием *garum*, напоминавшей, судя по сохранившимся описаниям

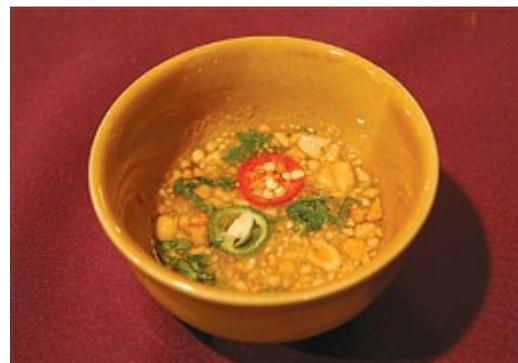


технологического процесса, современный тайский. Употреблялся он очень широко и фактически заменял собой соль.

Кроме легендарного "нам пла" на тайском столе можно встретить и много других занятных соусов и приправ. Среди наиболее популярных - креветочная паста "капи", которую готовят по сходной технологии. У нее множество разновидностей. В зависимости от степени ферментации основного ингредиента и набора остальных составных частей она бывает от очень жидкой до очень густой, а по цвету от бледно-розовой до темно-шоколадной. Отчасти ее тоже используют как соленый элемент блюда, в большей степени из-за безошибочного морского солоновато-йодистого аромата, а чаще всего - как стандартный загуститель.

Густой желто-оранжевый перечный соус "нам прик" с незабываемым сладко-соленым послевкусием своей остротой гораздо выше среднего обязан маленькому, но очень жгучему перцу, который поанглийски называется sky pointing chilli (из-за того, что его стручки на кусте торчат вверх, а не свисают вниз). На каждый стручок такого перца берут по зубчику чеснока, а еще свежие помидоры, уксус, соль и сахар. Именно этот соус может служить хорошим примером классического для тайской кухни сочетания четырех основных вкусовых составляющих, и тайские хозяйки при желании акцентируют в нем то острое и соленое, то сладкое и кислое. В такой соус принято обмакивать брусочки овощей - сырых или слегка припущенных, его же подают к рыбе типа макрели.

В противовес распространенному в остальном мире стереотипу ("тайский соус всегда острый") местные повара очень изобретательны в своих поисках вкусового баланса. Иногда они сталкиваются разными вкусами по контрасту (как в случае с острыми креветками в сопровождении абрикосового соуса), в других случаях стремятся к искусственному сочетанию тончайших нюансов сходных вкусовых мотивов - например, подавая соус манго в половинке дыни. Вообще сладкий соус здесь часто оттеняет вкус основного блюда (жареная рыба в соусе манго). Характерны для тайских соусов и чесночно-лаймовая нота или кисло-сладкие тона от тамариндовой основы. Скажем, на основе классического рыбного соуса с перцем тайцы готовят очень удачные приправы для сопровождения разнообразных блюд из рыбы и морепродуктов, особенно приготовленных на гриле: к базовым ингредиентам добавляют измельченный чеснок, сок лайма и немного сахара. А в соусе к жареному или грилированному цыпленку можно обнаружить мед или сладковатый рисовый уксус. Более сложные и густые приправы к той же курятине получаются при обжаривании высушенных стручков перца чили с креветочной пастой и последующим смешивании с рыбным соусом, жареным чесноком и медом или пальмовым сахаром.



Именно в виде жидкого или пастообразного соуса чаще всего применяются в Таиланде смеси различных пряностей и трав, причем конечный результат зависит от тщательного соблюдения их пропорций и технологии приготовления, особенно очередности закладки конкретных ингредиентов. Как правило, остро-соленые соусы подаются в маленьких плошках отдельно - для обмакивания кусочков готовой еды или сырых овощей, при том, что основное мясное или рыбное блюдо тоже приготовлено с обильным применением пряностей. Однако отдельные тайские соусы больше похожи на привычные для нас овощные салаты: там можно обнаружить мелко нарезанный огурец и лук-шалот, пряные листья некоторых растений и обжаренные орехи - арахис или кешью. Такие соусы и на тарелке выглядят как гарниры.

Само собой, жизненно важная для тайцев соусная тема нашла свое отражение и в местном фольклоре. Например, о мужчине, хранящем верность одной женщине, могут сказать, что он "ест свой соус из одной плошки".

Тайские повара и хозяйки неукоснительно соблюдают важное гастрономическое правило: соус должен быть свежим, специально приготовленным. Однако основные, базовые для тайской кухни соусы продаются и в готовом виде. Будете в Таиланде на отдыхе или по каким делам, не забудьте прикупить несколько бутылочек с разными соусами. Рыбный соус "нам пла" встречается в продаже в самой разной таре: и в маленьких бутылочках, которые осведомленные туристы покупают как отличные тайские сувениры, и в обычных бутылках, и даже в пластиковых канистрах на несколько литров - для местного общепита. Выбирая этот неотразимый деликатес, берите тот, что посветлее - он потоньше будет и вкусом, и ароматом. Это совсем не дорого: двухсотграммовая бутылочка рыбного соуса даже в магазине стоит всего 15 бат, на рынке еще дешевле, а курс тайской валюты по отношению к американскому доллару примерно сопоставим сейчас с российским рублем. Даже при хранении в холодильнике, но в початой емкости этот соус со временем темнеет; замешкаетесь с использованием - лучше выбросить и съездить за новым.

Соусная специфика традиционной тайской кухни влечет за собой проблему с винным сопровождением любой трапезы. Впрочем, следует отметить, что это проблема для иностранцев; у тайцев такого вопроса вообще не возникает, потому что в региональной гастрономии никогда не было традиции винопития - отчасти из-за климатических обстоятельств. Тайское виноделие находится в самом начале своего пути, хотя современные технологии очень способствуют быстрому развитию этой отрасли. А вот с классическими винными рекомендациями в Таиланде тяжело: из-за непривычной пряности подавляющего большинства национальных блюд к ним подойдут, пожалуй, лишь вина из распространенного в мире белого сорта Sauvignon Blanc, эксперты рекомендуют еще некоторые сортовые белые вина Эльзаса (например, Gewurztraminer). Из красных вин в тайском контексте можно попробовать отдельные разновидности французского божоле. Как ни странно на первый взгляд, с тайской едой неплохо сочетаются очень сухие игристые вина, особенно в случае с нашим отечественным потребителем - как известно, традиционные российские вкусы склоняются к более сладким, чем это принято в Европе, напиткам, а тайская пища как раз и заставляет воспринимать то же шампанское брют слаще, чем оно есть на самом деле. Зато пиво идет отлично, его в Таиланде везде много (правда, светлого - с темным проблема), есть местные сорта вполне приличного качества - хоть со слонем на этикетке, хоть со львом.



#### ОБ АВТОРЕ

Анатолий Александрович Гендин - кандидат исторических наук, гастрономический журналист, писатель, автор серии гастрономических путеводителей "АТЛАС ГУРМАНА", директор информационного агентства "Локатор".

## Книжное обозрение

Суздалев И.П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. Изд. 2, испр. Серия: Синергетика: от прошлого к будущему. М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009.

### Секреты нанотехнологии

Книга включает круг вопросов, которые могут составить область науки о нанообъектах, процессах и явлениях, проходящих на уровне размеров 1-100 нм. Развитие науки о нанокластерах и наносистемах и методов их исследования привело к созданию нанотехнологии, наноматериалов и наноустройств, отличающихся уникальными свойствами и перспективами применения. Книга представляет собой попытку соединения теоретических и экспериментальных данных о нанокластерах и наносистемах с некоторыми вопросами более общего, вводного характера. Такая структура издания стала возможной благодаря работам автора в Институте химической физики им. Н.Н. Семенова РАН и чтению курса лекций по физикохимии нанокластеров и наноструктур в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова на факультете наук о материалах.

Книга может быть полезной как студентам и аспирантам, так и научным работникам, ведущим исследования или начинающим работать в области нанотехнологий.

Наука России. От настоящего к будущему. Серия: Будущая Россия. М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009.

### От настоящего к будущему

Авторы сборника, известные российские ученые и специалисты, представляющие разные области знания, анализируют состояние отечественной науки, наблюдаемые в ней процессы и тенденции, причины возникших проблем и возможные пути выхода из сложившейся ситуации. Сборник предназначен для научных работников, преподавателей вузов, должностных лиц, политиков и общественных деятелей, участвующих в формировании государственной политики в области науки и образования, и всех тех, кому небезразлична судьба российской науки и страны в целом, поскольку Россия без развитой науки немыслима как держава мирового уровня.



Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии. Изд. 6, испр. и доп. М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009.

### Любителям астрономии

В настоящем справочнике излагаются задачи и методы современной астрономии, дается описание небесных объектов - звезд, планет, комет и др. Описываются методы астрономических наблюдений, доступных скромным средствам любителей. Обширный справочный материал полностью обновлен и отражает достижения последних лет.

Справочник предназначен для астрономов-любителей, преподавателей астрономии в средней школе, участников астрономических кружков, лекторов. Он будет полезен также специалистам-астрономам и сотрудникам станций наблюдений за искусственными спутниками Земли.



Горобец Б.С. Секретные физики из Атомного проекта СССР: Семья Лейпунских. Изд. 2, испр. и доп. М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009.

### Семья Лейпунских

Представленная книга рассказывает о жизни и творчестве трех советских физиков-ядерщиков из одной семьи - братьев Александра и Овсея Лейпунских и их сестры Доры Лейпунской. Все трое внесли крупный вклад в работы по атомному проекту СССР, их имена значатся в первом секретном списке награжденных орденами за успешное испытание советской атомной бомбы в 1949 г.

Академик АН Украины А.И. Лейпунский стоял во главе крупнейших физических институтов СССР - Украинского физико-технического института в Харькове, Института физики в Киеве и Физико-энергетического института в Обнинске. Группе физиков, которую возглавлял ученый, первой в СССР и второй в мире удалось расщепить атомное ядро. А.И. Лейпунский выдвинул и реализовал концепцию реактора на быстрых нейтронах (бридера) и теплообменного контура с жидкими металлами, был научным руководителем создания энергетических ядерных реакторов для флота и космических аппаратов. Профессор О.И. Лейпунский (Институт химической физики) - основоположник способа синтеза алмазов, применяемого сейчас во всем мире, один из создателей научно-методической базы радиометрии и дозиметрии проникающих излучений, автор (совместно с Я.Б. Зельдовичем) теории внутренней баллистики реактивных пороховых снарядов ("Катюш"), разработчик современных видов твердого топлива для ракет. Профессор Д.И. Лейпунская - заведующая лабораторией в секретном НИИ-9, где занималась технологией плутония и дозиметрами, позже во ВНИИ ядерной геохимии и геофизики разработала метод количественного нейтронно-активационного анализа для разведки полезных ископаемых. В издании также рассказывается об известных ученых сталинской эпохи: Л.Д. Ландау, Н.Н. Семенове, Ф. Хоутермансе, Л.С. Полаке и др.



Издание может быть полезно интересующимся историей науки XX в. и в частности атомным проектом СССР.

Майнцер К. Сложносистемное мышление: Материя, разум, человечество. Новый синтез. Пер. с англ. (Klaus Mainzer. Thinking in Complexity. The Computational Dynamics of Matter, Mind, and Mankind). Серия: Синергетика: от прошлого к будущему. М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009.

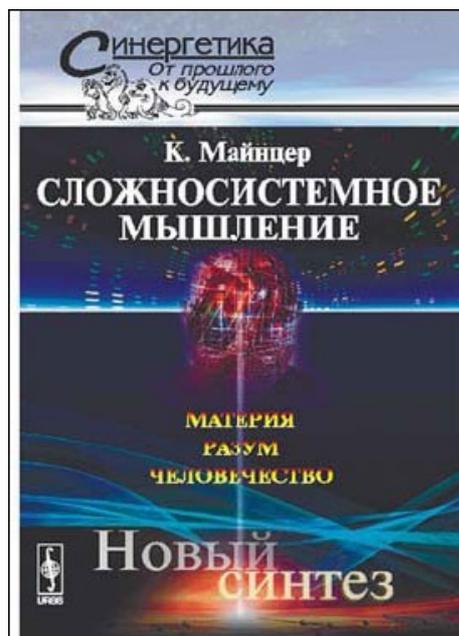
Междисциплинарные проблемы современной науки

Книга одного из ведущих специалистов в области междисциплинарных исследований Клауса Майнцера получила мировую известность и была переведена на многие языки. Она вошла в учебные курсы ряда европейских, азиатских и американских университетов.

Представленное издание посвящено междисциплинарным проблемам современной науки. В книге показывается пройденный познанием путь от глубоких философских идей, начиная с античности, Средневековья и Нового времени, к новейшим исследованиям - нанотехнологиям, искусственному интеллекту, нейронауке, высоким гуманитарным технологиям.

Книга междисциплинарна не только по содержанию, но и по жанру. Она занимает промежуточное место между научно-популярной работой, учебником и монографией. Несмотря на отсутствие формул в тексте, ясно и точно излагаются глубокие и важные научные идеи, такие как проблемы искусственной жизни, клеточных нейронных сетей, новый взгляд на проблемы сознания, которые впервые обсуждаются в литературе на русском языке.

Книга будет интересна и полезна широкому кругу читателей - от школьников и преподавателей до исследователей, инженеров, руководителей.



## Праздник в МИИГАиК

Один из старейших вузов России - Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК) - в мае 2009 г. отметил 230 лет со дня основания

С образовательными и научными достижениями университет поздравили президент России Д.А. Медведев, министр образования и науки РФ А.А. Фурсенко, представители РАН, Генерального штаба ВС РФ, мэр Москвы, космонавты МКС. Заслуги университета отметили в телеграммах и выступлениях теоретики и практики из разных стран мира. Сегодня ни одна работа, ни одно начинание на Земле не обходится без специалистов по землепользованию и кадастру.



В связи со знаменательной датой в университете прошла Международная научная конференция "Геодезия, картография и кадастр - XXI век", где продуктивно работали секции "Геодезия", "Прикладная геодезия", "Астрономия и космическая геодезия", "Высшая геодезия", "Дистанционное зондирование Земли и планет" и многие другие. Во время проведения круглых столов рассматривались фундаментальные проблемы развития геодезии и картографии, перспективы развития картографо-геодезической отрасли.

В течение 230 лет учебное заведение, изначально созданное при императрице Екатерине II как землемерная школа, обучает специальностям, весьма востребованным в России и других странах. Ректор МИИГАиК, доктор технических наук, профессор В.А. Малинников отметил, что выпускники не испытывали проблем с поиском работы даже в кризисы. Для стремящегося к новым вершинам вуза символично, что президент университета - член-корреспондент РАН, академик Международной академии астронавтики, Российской инженерной академии, доктор технических наук, профессор, летчик-космонавт СССР В.П. Савиных. Ученые Московского государственного университета геодезии и картографии многое делают для развития территорий России, для глобального (от слова "глобус"), вселенского научного мировоззрения и верной навигации человечества.

Дмитрий Мисюров

---

## Немного о вечном

21 мая в Новосибирске прошел российский форум "Духовные, биологические и социальные основы природы Человека", посвященный 85-летию академика РАН Влаиля Петровича Казначеева

В форуме приняли участие свыше 500 человек разных поколений и профессий - представители молодежи и студенчества, науки, культуры, образования, медицины, бизнеса, общественности.

Перед началом заседания гости и участники форума могли посетить музыкальную гостиную, познакомиться с выставкой книг и фотографий "Вечное неистребимое движение добра...", посвященной юбилею В.П. Казначеева,



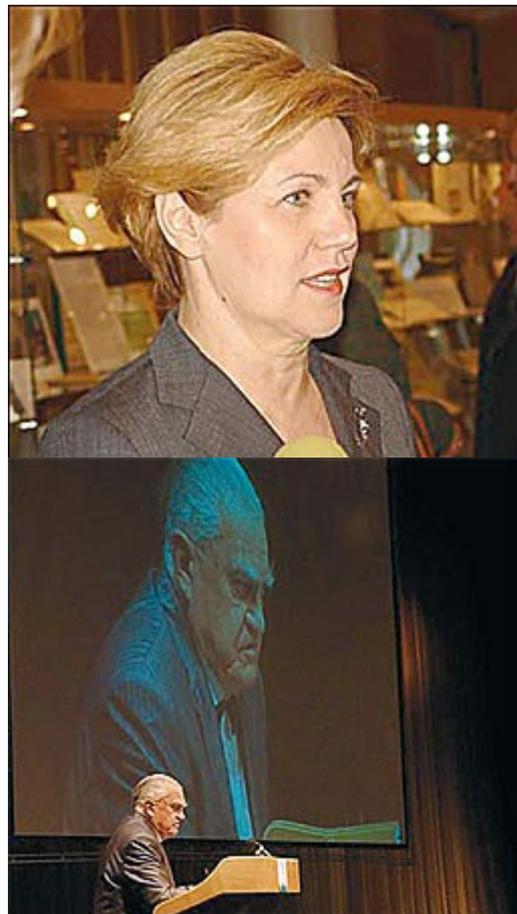
полистать журналы "В мире науки", "Наука из первых рук".

Зал театра "Глобус" был полон, кому-то приходилось сидеть и на ступеньках в проходах. Ключевой темой обсуждения стал вопрос осуществления системного, целостного подхода к изучению природы человека, сущности его самоорганизации, саморазвития.

"Я высоко оцениваю вклад Влаиля Петровича в развитие фундаментальной науки, медицины и системы образования нашего региона. Его исследования легли в основу формирования нового научного взгляда на человечество", - сказал губернатор Новосибирской области В.А. Толоконский, приветствуя участников форума.

С докладами выступили доктор медицинских наук, заслуженный врач РФ, профессор Н.П. Толоконская, доктор экономических наук, заслуженный экономист РФ, профессор А.А. Кисельников, кандидат технических наук, доктор философских и экономических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ А.И. Суббето, доктор медицинских наук, профессор, действительный член РАМН, заслуженный деятель науки РФ В.П. Пузырев. Стоит отметить, что в основу выступлений большинства докладчиков легли исследования, научные работы, монографии В.П. Казначеева.

Источник: Пресс-релиз Департамента информации администрации Новосибирской области



## Жаркое итальянское лето в Сибири

В начале июня в Томском государственном университете и Новосибирском государственном педагогическом университете прошла вторая конференция Международного научно-исследовательского центра "Россия - Италия" под названием "Образы Италии в русской словесности". Первая конференция центра (директор - профессор Университета Салерно Антонелла Д'Амелиа), деятельность которого посвящена координации научных исследований в области российско-итальянских культурных связей, состоялась в 2007 г. Нынче на форум съехались филологи из университетов Рима (Рита Джулиани, Клаудио Наполи, Клаудиа Скандура), Салерно (Антонелла Д'Амелиа), Неаполя (Михаэла Бемиг), Венеции (Эмилия Маньянини, Даниэла Рицци), Вероны (Чинция де Лотто), Бергамо (Розана Казари, Уго Перси), Триеста (Патриция Деотто), Лондона (Андреас Шенле), Москвы и Санкт-Петербурга. Заседания были разделены на две секции - "Гоголь, Жуковский, Италия:" (1-3 июня, Томск, организатор - доктор филологических наук, профессор О.Б. Лебедева) и "Русско-итальянский травелог" (4-6 июня,



Новосибирск, организатор - доктор филологических наук, профессор Н.Е. Меднис). Тематика первой секции обусловлена весьма не случайными факторами. Имя Н.В. Гоголя не требует комментариев: особое место этой научной проблематики на конференции было определено двухсотлетним юбилеем классика, чей творческий и жизненный путь, в свою очередь, тесно связан с Италией. Среди посетивших Сибирь славистов была известный гоголевед Рита Джулиани, в мае этого года ставшая лауреатом учрежденной Фондом Бориса Ельцина Премии Николая Гоголя вместе с крупнейшим специалистом по творчеству Гоголя Ю.В. Манном. Фигура же В.А. Жуковского - вообще в каком-то смысле ключевая для томской филологической школы. В Научной библиотеке университета хранится уникальное собрание личных книг поэта, купленное в 1879 г. у его сына сибирским меценатом А.М. Сибиряковым; библиотека Жуковского представляет собой ценнейший исследовательский материал, потому что книги буквально испещрены карандашными пометками поэта - переводами, заметками, планами, конспектами, дневниковыми записями. За изучение библиотеки Жуковского авторский коллектив кафедры русской и зарубежной литературы филологического факультета ТГУ получил в 1991 г. Государственную премию РФ. А сейчас томские филологи осуществляют и вовсе беспрецедентный по своей масштабности проект: готовят первое в истории полное собрание сочинений, писем и дневников В.А. Жуковского в 20 томах, шесть томов которого уже вышли в московском издательстве "Языки славянских культур".



Доклады исследовательского интернационала были посвящены самым разным аспектам заявленного круга проблематики: роли Италии в биографиях русских писателей, поэтов, художников, образам этой страны, созданным в их творчестве (Италия Н.М. Языкова, Н.В. Гоголя, Ф.М. Достоевского, И.С. Тургенева, А.А. Блока, М.А. Волошина, Н.А. Заболоцкого, Э.В. Лимонова и др.), итальянским мотивам в русской словесности, взаимному влиянию двух культур на поэтику сюжета и жанра, стилистику, картину мира произведений их представителей. Кроме собственно научной части участникам конференции была обеспечена обширная и увлекательная культурная программа: экскурсии по Томску, Новосибирску и Кольвани, концертная программа капеллы ТГУ "Вечер старинного русского и цыганского романса", посещение работающей в Научной библиотеке ТГУ выставки "Ты знаешь край:", посвященной двухсотлетию Н.В. Гоголя, где экспонируются прижизненные издания писателя, его автографы, книги, журналы, портреты, рисунки, вещи той эпохи, а также Отдела редкой книги Государственной научно-технической библиотеки Сибирского отделения РАН - и, конечно же, великолепные ужины, на которых филологи, отнюдь не забывая воздать должное шедеврам сибирской кухни, все-таки не прекращали бурно и оживленно обсуждать вопросы науки. И несмотря на то что погода не порадовала южных гостей, показав весь свой северный нрав, без преувеличения можно утверждать, что для русско-итальянской команды исследователей эти пасмурные летние дни были действительно жаркими.

Мария Янушкевич

Подробнее о деятельности Международного научно-исследовательского центра "Россия - Италия" см.: <http://www.russitalia.it>

---

## Наука с интеллектом

Вопреки устоявшемуся мнению, далеко не всегда наука может быть интеллектуальным занятием, и далеко не все ученые пытаются задействовать в работе 100% своего интеллектуального потенциала и могут, следовательно, называться интеллектуалами. Вот уже четвертый год подряд

Фонд Д.Б. Зимина "Династия" находит таких интеллектуалов и привозит их в Петербург, чтобы те продемонстрировали обычным людям, что такое "интеллектуальная наука".

"Интеллектуальная наука" не зависит от области исследований, но те, что были выбраны организаторами в этом году, пожалуй, больше всего соответствуют этому понятию. Первая тема Дней науки была обозначена как "Языки науки". Открыл дискуссию в конференц-зале Петербургского отделения Математического института им. В.А. Стеклова РАН, Ю.И. Манин докладом с парадоксальным названием - "Языки математики и математика языков". А достойно продолжил А.Г. Черняков, доктор философии Свободного университета в Амстердаме, кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой философии Санкт-Петербургской Высшей религиозно-философской школы. Тема его доклада - "Философия и математика: можно ли достроить Вавилонскую башню?"



Однако лейтмотивом, главной темой питерского мероприятия стал мозг и все, что с ним связано. То есть, конечно же, далеко, не все, поскольку основным выводом, к которому пришли участники научного кафе "Мозг: интерфейс между материальным и идеальным", было признание в недостатке понимания этого феномена. А участниками были ученые экстракласса: член-корреспондент РАН К.В. Анохин, член-корреспондент РАН, директор Института мозга человека РАН С.В. Медведев, профессор кафедры общего языкознания филологического факультета СПбГУ Т.В. Черниговская и директор Института возрастной физиологии М.М. Безруких. По их мнению, несмотря на то что исследователи всего мира уже очень далеко продвинулись в исследовании анатомии, физиологии, генетики мозга, им еще так же далеко до понимания того, как работает человеческий мозг - самый сложный объект во Вселенной (так в последние годы сами ученые любят называть этот объект своих исследований). Нет у них и единого понимания по поводу "интерфейса" - между чем и чем? И что такое "идеальное" применительно к мозгу? Уже само использование этого слова в научной дискуссии "материалистов" говорит о том, что для понимания механизмов работы мозга, возможно, требуются нетривиальные подходы.

Хотя К.В. Анохин не согласен с таким мнением. С его точки зрения, понимание механизмов работы мозга появится у ученых очень скоро, когда последние достижения генетики, молекулярной биологии и физиологии объединятся в едином системном подходе, и на этой почве может родиться новая теория. Кстати, публичная лекция Анохина "Окно в прозрачный мозг: клеточные основы мышления у человека и животных" вызвала огромный интерес у слушателей, среди которых были как студенты, так и известные ученые. Профессор как раз познакомил собравшихся с основами будущего прорыва - последними достижениями нейробиологии, которые позволили приподнять завесу тайны над особенностями человеческого мышления. А на биологическом факультете СПбГУ исследователь провел семинар для аспирантов "Нейробиология памяти: нерешенные проблемы".

Вторую публичную лекцию прочла приматолог, руководитель лаборатории межвидовой коммуникации гуманитарного факультета Карлова университета в Праге М.А. Ванчатова, и называлась она "Орудийная и графическая деятельность у приматов: новые исследования". Анализируя поведение приматов и особенности их мозга, можно получить не менее, а порой даже

более ценную информацию о мозге человека, чем при изучении последнего. С этой точки зрения многие слушатели и воспринимали рассказ Ванчатовой о различении и идентификации приматами цветов, способности альтернативно мыслить, находчивости.

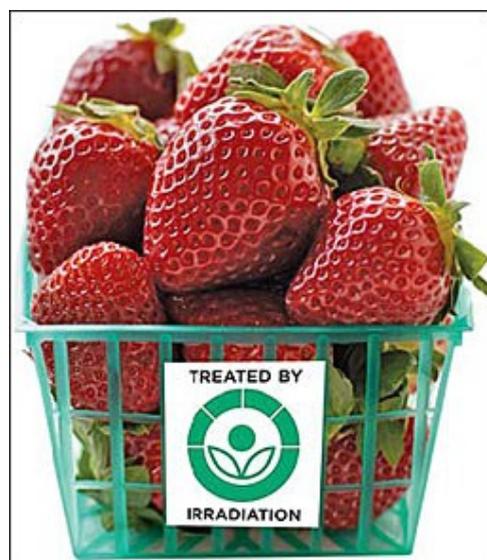
Ну а как же в Петербурге без музея? Открыть что-то новое в этом городе - задача чрезвычайно интеллектуальная, но устроители с ней справились. Таким открытием стал Музей занимательной оптики, расположенный в одном из старейших дворцов города, бывшей усадьбе известной семьи Елисеевых.

Елена Кокурина

## Как воздействует на пищевые продукты ионизирующее излучение? Безопасно ли оно?

Пояснение дает Сэм Битти (Sam Beattie), профессор Университета штата Айовы, эксперт в области питания)

Радиационная обработка пищевых продуктов разрушает ДНК и белки болезнетворных бактерий. Одновременно она приводит к разрыву химических связей в молекулах питательных веществ, и очень важно, чтобы это не сопровождалось образованием токсичных соединений. К счастью, такой эффект при радиационной обработке, по-видимому, отсутствует. На самом деле при облучении какие-то побочные продукты образуются, но нет никаких указаний на то, что они вредны для здоровья - по крайней мере, в тех количествах, в каких они присутствуют в пище. Одно время думали, что 2-алкилциклобутанон, побочный продукт облучения жирных кислот, вызывает мутации, которые могут быть ассоциированы с онкологическими заболеваниями, однако последние данные это опровергают.



Для обработки пищевых продуктов используют два источника ионизирующего излучения: радиоактивные элементы, например кобальт-60 ( $Co-60$ ), который распадается с испусканием гамма-лучей, и электронные пучки. Мощность дозы излучения  $Co-60$  меньше, чем у электронных пучков, поэтому в первом случае длительность обработки составляет примерно минуту, а во втором - несколько секунд. Проводятся также испытания с использованием рентгеновских лучей.

В США радиационная обработка пищевых продуктов в целях стерилизации распространена не так широко, как в других странах, где такой метод - один из основных. FDA США одобрила его только применительно к свежим шпинату и латуку. Однако в других целях он используется гораздо чаще. Импортируемые растительные продукты облучают для уничтожения вредителей или контроля роста и созревания, а мясные продукты - для того чтобы уничтожить такие микроорганизмы, как *Escherichia coli* и *Salmonella*.

Процедура облучения не носит четко регламентированного характера. Доза и длительность обработки зависят от того, какой патоген вероятнее всего присутствует в данном продукте. В мясе, например, это будут скорее всего патогенные штаммы *E. coli*, но не споры *Clostridium botulinum*. Как противовирусное средство ионизирующее облучение неэффективно, поскольку

вирусы появляются в мясных продуктах уже после приготовления из них блюд, и здесь нужно следить за соблюдением гигиенических норм работниками ресторанов.

Несмотря на эффективность, радиационная обработка не смогла предотвратить недавнюю вспышку сальмонеллеза, возникшую в результате попадания возбудителя в арахисовое масло. Вообще продукты, содержащие много жиров, не рекомендуется подвергать облучению, поскольку при этом образуются вещества с неприятным запахом. После вспышек сальмонеллеза в 2001 и 2004 гг. Министерство сельского хозяйства США обязало производителей подвергать миндальное и арахисовое масло тепловой и химической обработке.

---

## Комнатные растения тянутся к свету. Почему же деревья на открытом воздухе стоят прямо, а не наклоняются к экватору?

Отвечает Эдгар Спалдинг (Edgar Spalding), профессор ботаники Висконсинского университета в Мадисоне

Растения на подоконнике находятся в условиях резкого перепада освещенности в отличие от деревьев на улице, где световой градиент невелик и его влияние перевешивается гравитационным воздействием. Одна сторона комнатных растений получает гораздо больше света, чем другая, и фоторецепторы на ней активизируются гораздо сильнее. Такое различие на биохимическом уровне отражается в более интенсивном образовании факторов роста на стороне, обращенной к окну, чем на противоположной, и растение изгибается по направлению к свету - явление, называемое фототропизмом.

Деревья, растущие на широте, скажем, 60°, тоже освещаются неравномерно, поскольку Солнце в полдень не находится в зените.

Однако различие в интенсивности света, падающего на противоположные стороны дерева, невелико и к тому же постоянно меняется. Действие среднего градиента освещенности с избытком компенсируется действием гравитации, которое заставляет дерево расти прямо вверх.

Чтобы наглядно убедиться в наличии фототропизма, достаточно посмотреть на то, как ведут себя деревья в лесу на краю прогалин. Здесь градиент освещенности гораздо больше, чем в гуще леса, и деревья наклоняются в сторону прогалины.