

КАК МЫ СТАЛИ ЛЮДЬМИ

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК

ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC
AMERICAN

В мире науки

www.sci-ru.org

№11 2014

12+

7 млн лет
нашей
изумительной
истории

ЭВОЛЮЦИЯ

сага о человечестве

В НОМЕРЕ

**РОД
ЛЮДСКОЙ**

Бытесния
остальных

**УНИЧТОЖИТЬ
НЕЛЬЗЯ**

Адаптация в условиях
меняющегося климата

**(КАК ПРАВИЛО)
МОНОГАМНЫЕ**

Сила
постоянства

**ПУТЬ
В БУДУЩЕЕ**

Эволюция
сегодня





4



10

СОДЕРЖАНИЕ

Ноябрь 2014

Главные темы номера

Специальный выпуск: сага о людях

ЭВОЛЮЦИЯ: ПЕРЕЗАГРУЗКА 4

Кейт Вонг

В свете новых данных ученым приходится переписывать чуть не каждую главу истории человечества

ОТКУДА МЫ ПРИШЛИ 8

В ПОИСКАХ УТРАЧЕННОЙ РОДНИ 10

Бернард Вуд

Последние данные молекулярной биологии и все новые палеонтологические открытия намного усложнили наши представления об истории человеческого рода и сделали загадку происхождения людей как никогда интригующей

ПОТРЯСЕННЫЕ КЛИМАТОМ 18

Питер Деменокал

Резкие переходы от влажного климата к сухому и наоборот направили одних из наших предков на путь развития современного человека и убрали с эволюционной сцены других



ЕСЛИ БЫ У МЕНЯ БЫЛ МОЛОТ 26

Иэн Таттерсолл

Согласно общепринятым взглядам на эволюцию человека, большое значение имела способность наших предков изготавливать орудия, но если верить современным представлениям, то не менее важную роль сыграло везение

ЧТО ДЕЛАЕТ НАС ОСОБЫМИ 34

МИР ДЛЯ ДВОИХ 36

Эдгар Блейк

Переход к моногамии, возможно, был самым удачным эволюционным шагом за всю биологическую историю человека

ОДИН ЗА ВСЕХ 44

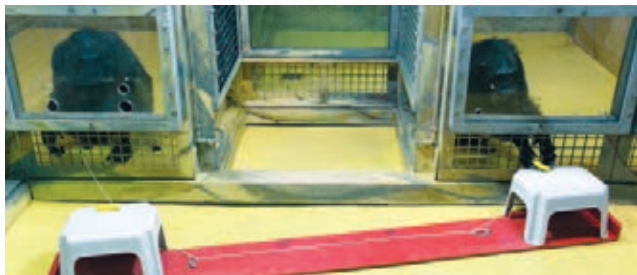
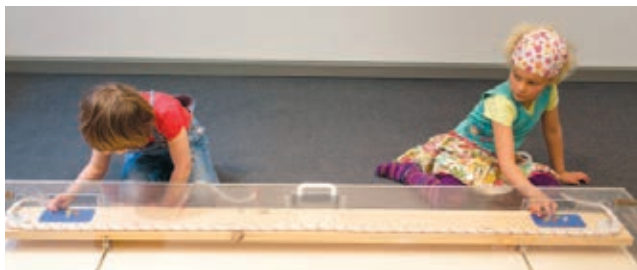
Франс де Вааль

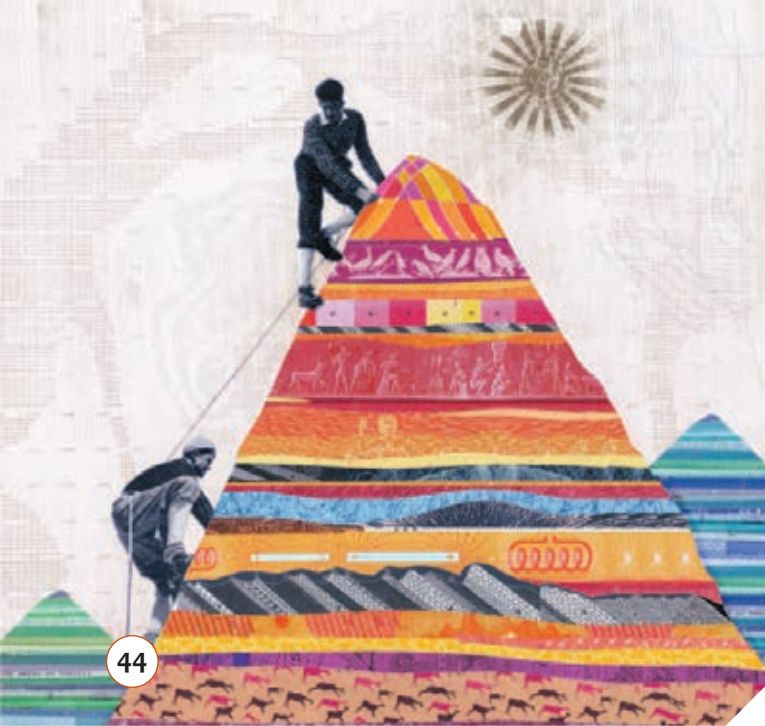
Способность человека к взаимодействию и взаимопомощи в рамках крупных сообществ имеет глубокие эволюционные корни в мире животных

НАША ИЗЮМИНКА 50

Гэри Стикс

Возможно, именно способность совместно решать задачи, такие как охота на крупную дичь или строительство больших городов, отличает современных людей от их родственников-приматов





44



36

КУДА МЫ ИДЕМ

60

СЕТЕВОЙ ПРИМАТ

62

Интервью: Марк Фишетти

Впервые за всю историю существования человека мы редко когда остаемся наедине сами с собой. Может быть, в результате мы утрачиваем что-то очень важное, делающее нас людьми?

ЭВОЛЮЦИЯ ПРОДОЛЖАЕТСЯ (КАК И ВСЕ ЭТИ ГОДЫ)

66

Джон Хокс

На протяжении последних 30 тыс. лет наш вид изменялся необычайно быстро. Этот процесс продолжается и сегодня

Палеонтология

ЗАСТЫВШАЯ ЖИЗНЬ В КАМНЕ, ЛЕТЯЩЕМ ИЗ КОСМОСА

74

Владимир Губарев

Директор Палеонтологического института РАН академик **Алексей Розанов** — о внеземном происхождении жизни, роли палеонтологии в общей картине научного знания, синергии и отличниках



Иммунология

С ПОЗИТИВОМ ПО ЖИЗНИ

82

Интервью: Наталия Лескова

Иммунная система — огромное, сложно организованное «государство» внутри нас, где царят свои законы, о которых нам рассказывают руководитель лаборатории клинической иммунологии Курчатковского НБИКС-центра **Ирина Малашенкова** и ее ученик **Сергей Крынский**



Идеи, меняющие мир

ВЫСОКИЙ ИНТЕЛЛЕКТ ДО ГЛУБОКОЙ СТАРОСТИ

92

Ольга Платицина

Слабоумие — неизбежный спутник старости или такой же заразный недуг, как «коровье бешенство»? О взглядах современной науки на этот вопрос автору и ведущей программы «Идеи, меняющие мир» **Эвелине Закамской** рассказал нейробиолог **Адриано Агуцци**



Образование

УЧИСЬ, СТУДЕНТ, И ТЫ ПРОРВЕШЬСЯ!

98

Виктор Фридман

О новой кафедре, открытой в НИЯУ «МИФИ» в рамках совместной программы с ГК «Росатом» и занимающейся целевой подготовкой специалистов, рассказывают декан физико-технического факультета МИФИ **Георгий Тихомиров** и заместитель директора института ОАО «Гиредмет» профессор **Николай Манцевич**



Наука и общество

ВОЗДУХ ЗАРЯЖЕН НАУКОЙ

104

Мария Молина

В начале октября по всей стране прошли мероприятия IX Всероссийского фестиваля науки «Наука о+»



ЛЮБОВЬ КАК СВОЙСТВО НАУЧНОГО ПОИСКА

106

Екатерина Головина

«Все это — о любви» — таким в этом году был девиз Международного фестиваля актуального научного кино «360°»



Разделы

От редакции

3

50, 100, 150 лет тому назад

91

Технофайлы

108

Книжное обозрение

110

ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC AMERICAN

В мире науки

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

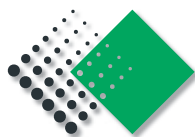


НАШИ ПАРТНЕРЫ:



Сибирское отделение РАН

PETER



SERVICE



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



РОСАТОМ

о ч е в и д н о е



н е в е р о я т н о е

Учредитель и издатель:

Некоммерческое партнерство «Международное партнерство распространения научных знаний»

Главный редактор:

В.Е. Фортов

Первый заместитель главного редактора:

А.Л. Асеев

Директор НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

С.В. Попова

Заместитель главного редактора:

А.Ю. Мостинская

Зав. отделом естественных наук:

В.Д. Ардаматская

Зав. отделом российских исследований:

Ю.Г. Юшквичюте

Выпускающий редактор:

М.А. Янушкевич

Обозреватели:

В.С. Губарев, Ф.С. Капица, В.Ю. Чумаков

Администратор редакции:

О.М. Горлова

Научные консультанты:

к.м.н. И.К. Малашенкова;

д.т.н. Н.М. Манцевич; д.г.-м.н., ак. РАЕН,

член-корр. РАН А.Ю. Розанов; д.ф.-м.н. Г.В. Тихомиров

Над номером работали:

М.С. Багоцкая, О.Л. Беленицкая,

А.Н. Божко, Е.В. Головина, Т.М. Колядич, Н.Л. Лескова,

М.А. Молина, И.В. Ногаев, А.И. Прокопенко, И.Е. Сацевич,

В.И. Сидорова, В.Э. Скворцов, В.П. Фридман, Н.Н. Шафрановская

Верстка:

А.Р. Гукасян

Дизайнер:

Я.В. Крутий

Корректурa:

Я.Т. Лебедева

Президент координационного совета

НП «Международное партнерство распространения научных знаний»:

Ю.С. Осипов

Заместитель директора

НП «Международное партнерство

распространения научных знаний»:

В.К. Рыбникова

Финансовый директор:

Л.И. Гапоненко

Главный бухгалтер:

Е.Р. Мещерякова

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

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

Иллюстрации предоставлены *Scientific American, Inc.*

Отпечатано: В ЗАО «ПК «ЭКСТРА М», 143405, Московская

область, Красногорский р-н, г. Красногорск, автодорога «Балтия»,

23 км, владение 1, д. 1

Заказ №11 14-10-00351

© **В МИРЕ НАУКИ.** Журнал зарегистрирован в Комитете РФ

по печати. Свидетельство ПИ №ФС77-43636 от 18 января 2011 г.

Тираж: 12 500 экземпляров

Цена договорная.

Авторские права НП «Международное партнерство распространения научных знаний».

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

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

ПУТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА



Когда говорят об эволюции человека, первым делом вспоминается знаменитая иллюстрация антропоге-неза, где друг за другом следуют обезьяна, первобытный человек и виды *Homo*. Человек прошел удивительный путь, на котором ничем не приме-чательные обитатели лесов

приматы сумели развиваться в существ, обладающих разумом, речью, умеющих изменять мир под свои нужды — но, к сожалению, не всегда умеющих контролировать себя: люди одновременно умны и глупы, поэтичны и безвкусны, веселы и жестоки. Мы осознаем свою смертность, бескорыстно делимся своими знаниями и потребляем ресурсы, зная, что они не безграничны.

Homo sapiens, несомненно, представляет собой выдающееся существо. Но стал таким он не по воле небес — эволюционный путь был долгим и не очень простым. В этом номере представлена «Сага о людях»: ход истории человечества с самого начала и попытка предсказать, что может ждать его в будущем.

Начнем с начала, с возникновения жизни на Земле. По одной из версий, первичные формы жизни были занесены из космоса вместе с метеоритами. Академик Алексей Розанов, директор Палеонтологического музея им. Ю.А. Орлова Палеонтологического института РАН, в материале «Застывшая жизнь в камне, летящем из космоса» вспоминает, как его группа пришла к исследованиям следов жизни в метеоритах. Сейчас эта работа продолжается и сулит удивительные результаты. Современные исследования в области астробиологии и бактериальной палеонтологии позволяют нам понять не только то, какой могла быть жизнь за пределами нашей Солнечной системы, но и то, как формировались геологические отложения на Земле и проходила эволюция форм жизни на планете.

Когда человек сформировался как вид, ему потребовалось конкурировать с другими видами, и он с честью выдержал это испытание. Одним из ключевых факторов успеха оказалась способность к взаимодействию в рамках больших, хорошо организованных групп, более тесному и масштабному, чем у других животных. Об этом читайте материал «Один за всех» приматолога Франса де Ваала.

Современная деятельность человека влияет на климат. Однако было время, когда климат влиял на человека и его способность выживать, — как пишет эколог Питер Деменок в статье «Потрясенные климатом», резкие изменения климата, такие как ледниковый период, могли способствовать тому, что у человека сформировались навыки питаться разнообразной пищей и пользоваться орудиями.

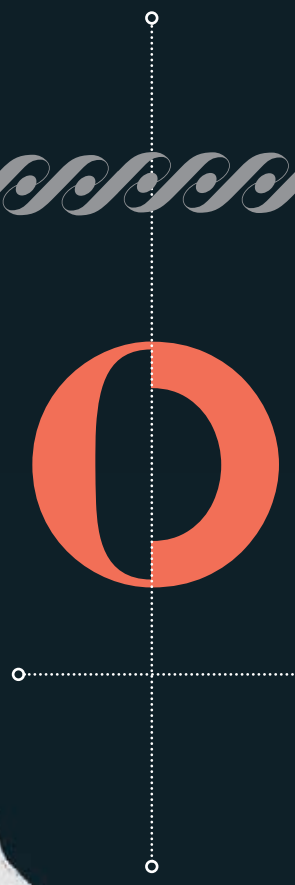
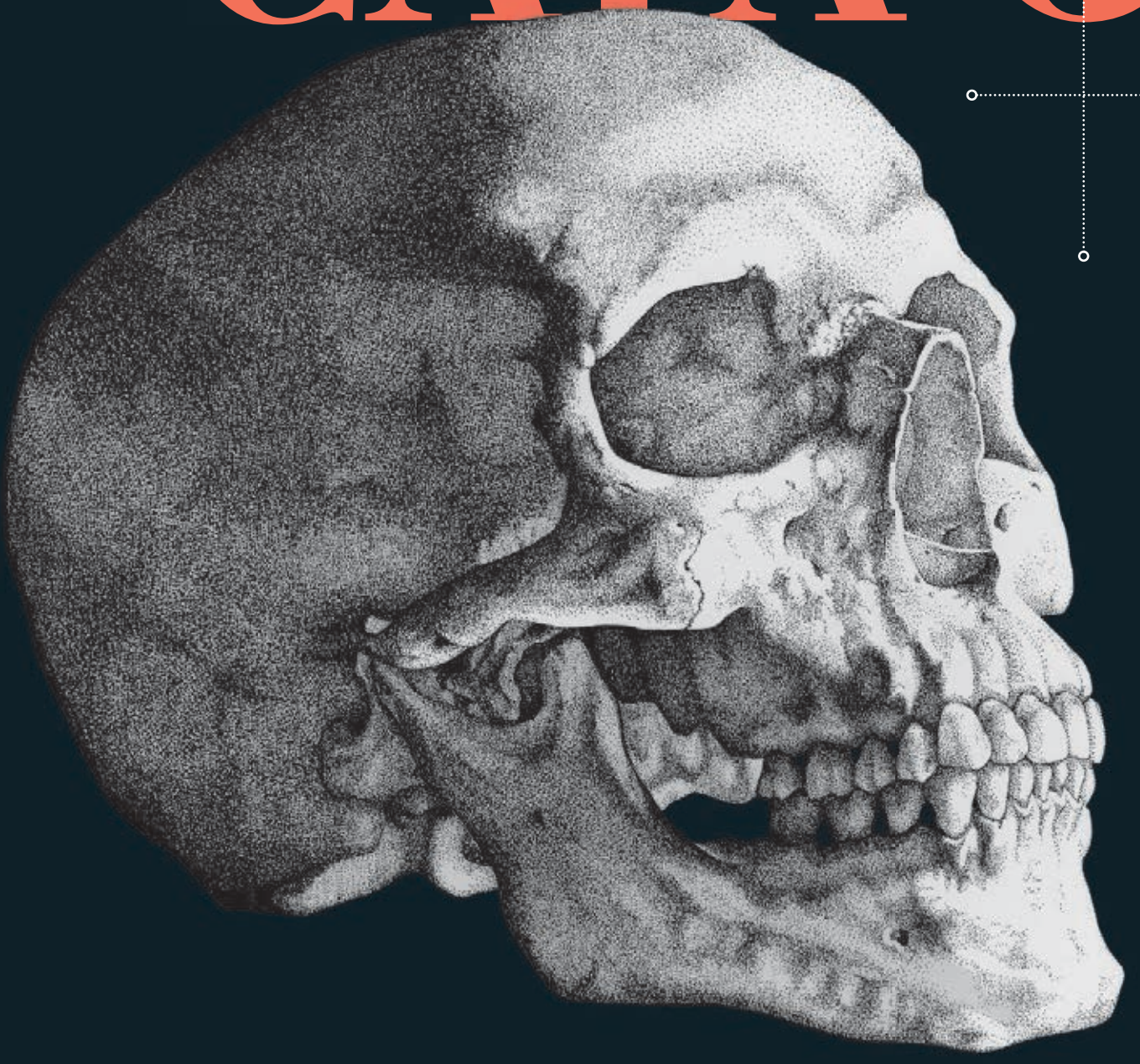
Наша адаптация к среде до сих пор продолжается. Уже доказано, что естественный отбор продолжает руководить развитием человека как вида. Антрополог Джон Хокс в статье «Эволюция продолжается» подробно рассматривает, что случилось с человеком за последние 30 тыс. лет. За это время охотники и собиратели, какими мы были в те времена, научились выращивать растения и пасти скот — и, более того, претерпели генетические изменения, в том числе те, что позволяют многим из нас с удовольствием пить коровье молоко. Конечно, мы еще не научились останавливать старение, но отодвинули границы здорового существования почти вдвое по сравнению с прошлым. Секреты старческого слабоумия тоже могут быть вскоре раскрыты — как рассказывает в статье «Протеиновая история» профессор Адриано Агуцци, герой программы «Идеи, меняющие мир» (совместный проект телекомпании «Очевидное — невероятное» и канала «Россия 24»), не исключено, что болезни Альцгеймера и Паркинсона имеют инфекционную природу. А значит, мы можем научиться их лечить!

Заглядывая в будущее, мы отмечаем, что разнообразие людей будет, по всей вероятности, расти и становиться более красочным. ■

Редакция журнала «В мире науки»



CATA O



ЛЮДЯХ

ЭВОЛЮЦИЯ: ПЕРЕЗАГРУЗКА

В свете новых данных ученым приходится переписывать чуть не каждую главу истории человечества



Через Почтовый Ящик вверх на Спину Дракона, потом вниз по Лотку в Ларец с Секретом. Прошлой осенью весь мир следил по твитам, блогам и видео, как ученые преодолевают эти носящие странные названия части системы пещер Восходящая Звезда, находящейся рядом с Йоханнесбургом в ЮАР. Узкие лазы и глубокие спуски затрудняли работу исследователей, но у них была важная цель: окаменелые останки представителя одного из вымерших семейств предков человека.

В сентябре 2013 г. спелеологами, которые обследовали наименее изученные пещеры в знаменитой области, получившей название «Колыбель Человечества», были обнаружены кости. Ученые были уверены, что находка очень важна, хотя еще не знали ни ее возраста, ни видовой принадлежности: большая часть найденных до тех пор останков предков человека были представлены либо разрозненными костями скелета, либо черепами. Только тот факт, что в пещере было и то и другое, сделал бы находку важной главой в любом учебнике по истории эволюции человека. Но когда в ходе раскопок стали обнаруживать новые кости, ученым стало ясно, что у них в руках нечто гораздо большее. Оказалось, что это были останки не одного индивида, а целой популяции.

В ходе двух коротких экспедиций, занявших в общей сложности четыре недели, группа под руководством палеоантрополога Ли Бергера (Lee Berger) из Витватерсрандского университета в Йоханнесбурге извлекла с тридцатиметровой глубины и доставила в рабочую палатку более 1,5 тыс. костей и их фрагментов. Ученые каталогизировали находки и заполняли ими ящик за ящиком. Невероятно, но оказалось, что это лишь верхушка айсберга: в пещерах их ожидали еще мириады костей. Система Восходящая Звезда стала местом одного из богатейших скоплений окаменелых останков предков человека.

Оценить истинное значение находки пока невозможно. Хотя исследователи держали общественность в курсе хода работ, подробностей они не раскрывали. Возможно, что кости принадлежат неизвестному виду, который, подобно найденному несколько лет назад Бергером с коллегами в пещере Малапа, сможет пролить новый свет на тайну происхождения рода *Homo*. Быть может, с помощью останков большого числа



Ученые-спелеологи, включая К. Линдси Ивз (К. Lindsay Eaves, вверху слева), извлекли из системы пещер Восходящая Звезда вблизи Йоханнесбурга в ЮАР больше 1,5 тыс. костей и их обломков, принадлежавших древнему человеку (вверху справа). Для документирования своей работы ученые проводили трехмерное сканирование помещений пещер (справа).

особей, обнаруженных в пещерах, станет возможным нарисовать картину, которая прояснит структуру социальных групп этих гоминидов. Вероятно, сопоставив их останки с останками найденных тут же животных, ученые смогут понять, как они оказались в этой пещере и как закончилась их жизнь. Ответы на эти вопросы появятся очень скоро: группа уже готовит к публикации официальный отчет с описанием и анализом костей.

Пока неизвестно, как повлияет это открытие на историю происхождения человечества, но наш исторический опыт подсказывает, что оно наверняка изменит ее. находка в Восходящей Звезде — это дополнительные ветви нашего генеалогического дерева и всего лишь последнее в череде открытий, сделанных с начала нового тысячелетия и ставящих с ног на голову основные положения истории эволюции человека. Исследования климата выявляют условия, в которых наши предки приобретали свои знаковые черты, исследования приматов ведут к пониманию того, что именно отличает нас от крупных обезьян с точки зрения познавательных способностей, а анализ ДНК позволяет понять, как взаимодействовали между собой древние популяции и как продолжает изменяться наш вид. Принимая во внимание поток новых данных, ученым приходится пересматривать чуть не каждую главу саги о человеке от зарождения человечества до торжества *Homo sapiens* над неандертальцами и другими древними видами. Никогда еще наука о происхождении человека не была столь актуальной, никогда наша история не была таким увлекательным чтением.

Чтобы понять, как далеко продвинулась археология за последние годы, давайте вернемся в конец 1990-х гг.,



когда казалось, что ученые хорошо представляют себе ход нашей эволюции. Список находок ископаемых останков гоминидов был довольно богатым (особенно в сравнении с еще не существовавшим тогда списком останков предков наших ближайших сородичей — крупных африканских обезьян), а имевшиеся генетические свидетельства вроде бы согласовались с историей найденных ископаемых останков. Тогда здравый смысл подсказывал, что самые первые гоминиды появились в Восточной Африке примерно 4,4 млн лет назад, а за ними чуть больше 2 млн лет назад последовал род *Homo*. Лишь немногим более миллиона лет как гоминиды выбрались за пределы Африканского континента, после чего началось их постепенное проникновение в Старый Свет. По мере заселения гоминидами новых областей возникали новые виды рода *Homo*, в том числе неандертальцы в Евразии. Эти виды благополучно существовали сотни тысяч лет, пока из Африки не начали распространяться по всему миру новые виды. Вид *Homo sapiens*, в полтора раза более разумный, располагающий более совершенными орудиями и использующий речь, завоевал мир, вытеснив другие древние виды. Никакого смешения, никаких общих

детей, которые могли бы передать неандертальские гены последующим поколениям, не было, произошло простое вытеснение «старой гвардии» новой в ходе естественного отбора либо прямое истребление. И около 30 тыс. лет назад мы оказались единственным сохранившимся видом гоминидов. По крайней мере, так считалось.

Однако множество появившихся с тех пор ископаемых и генетических свидетельств поставили под сомнение или напрямую опровергли все элементы существующей «канонической» истории нашего происхождения. Обнаруженные в пустыне Эрг-Джураб на севере Чада ископаемые останки возрастом около 7 млн лет в одночасье сделали палеоантропологическую летопись на два с лишком миллиона длиннее и повысили вероятность того, что гоминиды возникли не на востоке, а на западе Африки, а кости возрастом около 2 млн лет из пещеры Малала позволили предположить, что местом зарождения *Homo* была не Западная, а Южная Африка. Находки в Дманиси (Грузия) возрастом 1,78 млн лет показали, что гоминиды начали распространяться из Африки на сотни тысяч лет раньше, чем предполагалось, задолго до того, как *Homo* стал обладателем длинных ног и большого мозга и обзавелся сложными наборами орудий, которые, как считалось, были движущей силой экспансии. А поразительное открытие мелкого вида гоминидов, обитавшего на индонезийском острове Флорес еще 17 тыс. лет назад, сделало вполне вероятным тот факт, что наши предки начали распространяться за пределы Африки даже раньше, чем можно было предполагать на основе дманисской находки: исключительно малые размеры тела и мозга *Homo floresiensis* могут быть чертами подобного австралопитеку предка, вышедшего из Африки не менее 2 млн лет назад.

Возможно, радикальнее всего пришлось переписать историю восхождения *Homo sapiens*. Новые находки рисуют картину не избранника эволюции, которому изначально предназначалось господство над миром, а вида, который начал возвышаться лишь после того, как почти вымер в результате изменения климата. И различие между познавательными способностями *H. sapiens* и древних видов было далеко не таким большим, как считали некоторые ученые. Сложные орудия вроде костяных скребков для обработки кож показывают, что неандертальцы были гораздо более технологически развитыми, чем считалось раньше, а свидетельства того, что они расписывали свои тела красками и носили украшения, показывают, что им было не чуждо символическое мышление, которое ранее приписывалось исключительно *H. sapiens*.

Генетические исследования показали, что между анатомически современными людьми и неандертальцами скрещивание происходило довольно часто — настолько, что геномы современных людей-неафриканцев содержат до 3% неандертальских генов, а с учетом того, что разные люди выступают носителями разных участков неандертальской ДНК, общее количество неандертальского генетического материала у современных людей может достигать 20%. Это достаточно хорошо согласуется с общностью черт.

Неандертальцы были не единственными древними гоминидами, с которыми скрещивались *H. sapiens*. Недавно открытые денисовцы — группа, идентифицированная по ДНК из загадочной кости пальца возрастом в 40 тыс. лет, найденной в алтайской пещере, — также связаны с нашими предками. Более того, похоже, что половые связи с древними гоминидами были полезны *Homo sapiens*, помогая им приобрести гены, повышающие их жизнестойкость: в частности, ДНК неандертальцев характеризуется более высоким иммунитетом. А тибетцам ген, унаследованный от денисовцев, помогает жить на больших высотах в горах.

Однако несмотря на все, что связывает нас с нашими ближайшими эволюционными родственниками, некоторые присущие нам черты ставят *H. sapiens* на особое место. В этом номере журнала мы исследуем эволюцию тех характеристик, которые делают нас людьми, — от прямохождения до не имеющей себе равных способности к сотрудничеству. Повествование состоит из трех частей. В первой рассматриваются обширное родословное древо и факторы, благоприятствовавшие выживанию нашей ветви и полному отмиранию прочих. Во второй — отличия человека от других приматов и то, как они могли помочь человечеству возвыситься до преобладания. В третьей обсуждаются перспективы эволюции человека в мире, переполненном технологическими средствами помощи от всего на свете — от одиночества до болезней.

Семь миллионов лет становления — и, разумеется, это не последнее слово. Как, по-видимому, ускоряется эволюция человека, так растет и темп палеоантропологических открытий. Никаким другим способом мы бы не узнали своего прошлого.

Перевод: И.Е. Сацевич

Кейт Вонг (Kate Wong) — старший редактор журнала *Scientific American*, редактор этого номера.

	<p>ЧАСТЬ 1 ОТКУДА МЫ ПРИШЛИ</p>	<p>ЧАСТЬ 2 ЧТО ДЕЛАЕТ НАС ОСОБИМИ</p>	<p>ЧАСТЬ 3 КУДА МЫ ИДЕМ</p>
	<p>В поисках утраченной родни (стр. 10) Потрясенные климатом (стр. 18) Если бы у меня был молот (стр. 26)</p>	<p>Мир для двоих (стр. 36) Один за всех (стр. 44) Наша изюминка (стр. 50)</p>	<p>Сетевой примат (стр. 62) Эволюция продолжается (как и все эти годы) (стр. 66)</p>



Homo neanderthalensis



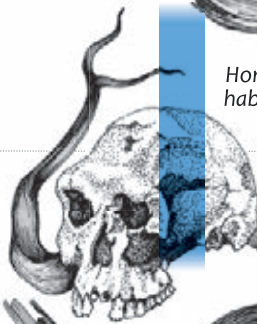
Homo sapiens



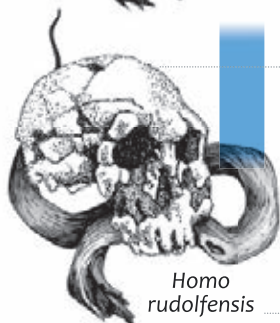
Homo heidelbergensis



Homo habilis



Homo rudolfensis



1

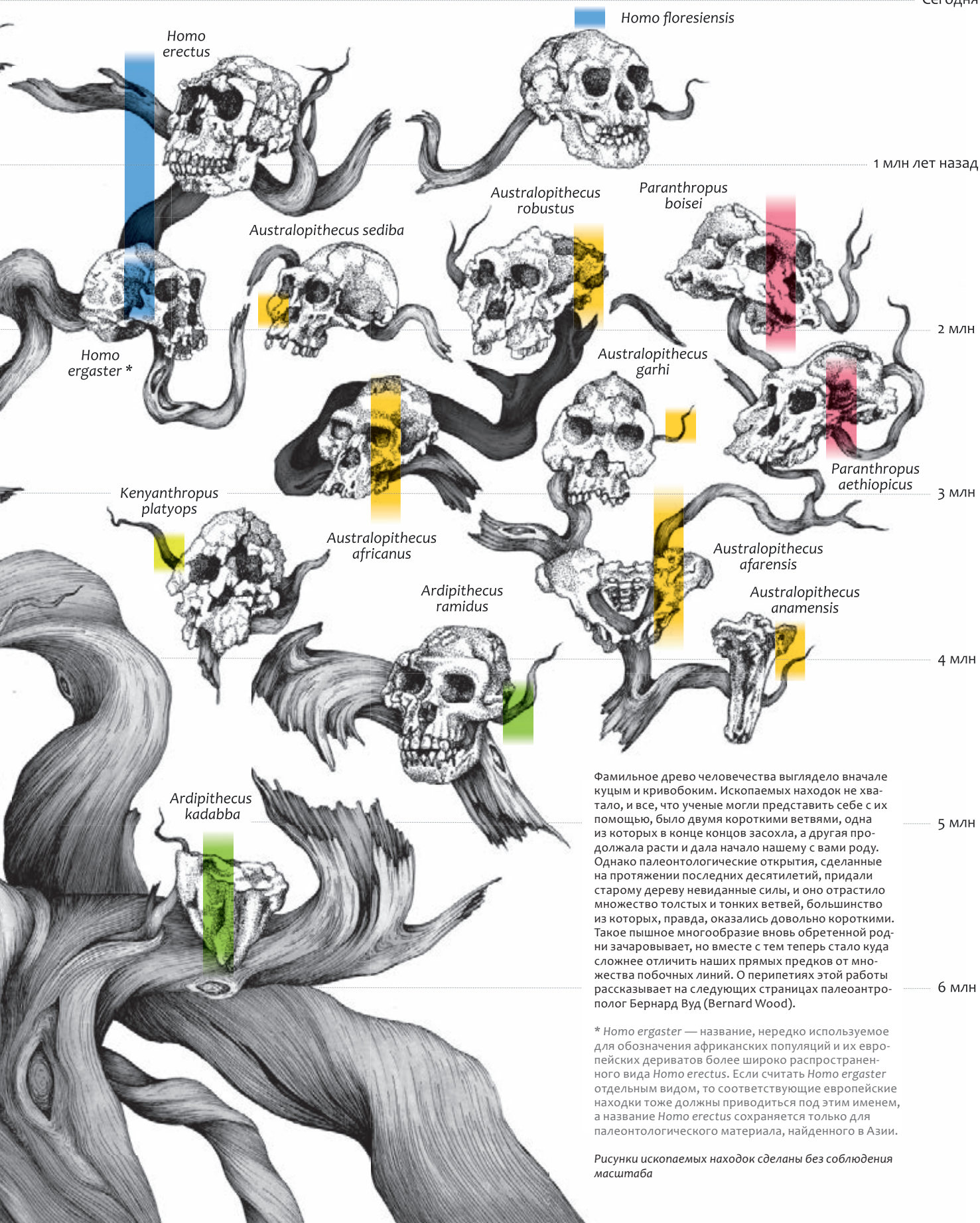
ОТКУДА МЫ ПРИШЛИ

Orrorin tugenensis



Sahelanthropus tchadensis





Фамильное древо человечества выглядело вначале кустым и кривобоким. Ископаемых находок не хватало, и все, что ученые могли представить себе с их помощью, было двумя короткими ветвями, одна из которых в конце концов засохла, а другая продолжала расти и дала начало нашему с вами роду. Однако палеонтологические открытия, сделанные на протяжении последних десятилетий, придали старому дереву невиданные силы, и оно отросло множество толстых и тонких ветвей, большинство из которых, правда, оказались довольно короткими. Такое пышное многообразие вновь обретенной родни зачаровывает, но вместе с тем теперь стало куда сложнее отличить наших прямых предков от множества побочных линий. О перипетиях этой работы рассказывает на следующих страницах палеоантрополог Бернард Вуд (Bernard Wood).

* *Homo ergaster* — название, нередко используемое для обозначения африканских популяций и их европейских дериватов более широко распространенного вида *Homo erectus*. Если считать *Homo ergaster* отдельным видом, то соответствующие европейские находки тоже должны приводиться под этим именем, а название *Homo erectus* сохраняется только для палеонтологического материала, найденного в Азии.

Рисунки ископаемых находок сделаны без соблюдения масштаба



В ПОИСКАХ УТРАЧЕННОЙ РОДНИ

Бернард Вуд

Последние данные молекулярной биологии и все новые палеонтологические открытия намного усложнили наши представления об истории человеческого рода и сделали загадку происхождения людей как никогда интригующей

ОБ АВТОРЕ

Бернард Вуд (Bernard Wood) — палеоантрополог с медицинским образованием, работающий в Университете Джорджа Вашингтона. Впервые он заинтересовался вопросами эволюции человека в далеком 1968 г., когда был еще студентом-медиком. Так он стал участником экспедиции Ричарда Лики (Richard Leakey) в Северную Кению.



«...у, что вы скажете о них?» — спросил меня Ли Бергер (Lee Berger), сняв крышки с двух больших деревянных ящиков, в каждом из которых находились аккуратно разложенные окаменевшие кости существ, внешне очень напоминающих людей. Эти находки — обеим по 2 млн лет, — сделанные в Малапе (ЮАР), произвели сенсацию в научном мире. Дело в том, что основная масса ископаемого материала представлена разрозненными фрагментами: здесь нашли челюсть, там — кости стопы, и потом можно долго гадать, принадлежат ли они одному и тому же виду, не говоря уже — одной особи. Представьте себе, что вы идете по загородному шоссе и видите разбросанные тут и там детали автомобилей: в одном месте — обломок бампера, через километр-другой — карданный вал. Принадлежат ли они одной машине? Или хотя бы одной и той же модели? А может это и вовсе части небольшого грузовика, а не легкового автомобиля, как вам вначале показалось?

В отличие от всех подобных находок два скелета из Малапы — пусть и не совсем полные — сохранилась настолько хорошо, что специалисты сразу отбросили предположение, будто столь удачные комбинации костей оказались в одном месте по воле случая. Подобно знаменитой Люси, обнаруженной в 1974 г. в Эфиопии, и турканскому мальчику, найденному в Кении ровно десятью годами позже, их можно смело считать останками двух конкретных особей. И все-таки в газетные заголовки они попали по другой причине: Ли Бергер, палеоантрополог из Витватерсрандского университета в Йоханнесбурге, выступил с гипотезой, что эти две особи были частью той популяции предков человека, от которой непосредственно произошел наш биологический род *Ното*.

У любого из нас имеются предки. Мои родители живы и по сей день; к тому же мне довелось увидеть живыми всех моих бабушек и дедушек — и с отцовской, и с материнской стороны. Я даже храню смутные воспоминания о трех своих прапрадедах. Но у меня есть и такие родственники, которых нельзя назвать моими прямыми предками. Не скажу, что их много: мои родители оба были единственными детьми в своих семьях, — но все же я знаю нескольких двоюродных дядей и тетей. Для их собственных потомков они, конечно, занимают весьма почетное место на общем нашем семейном древе, но с точки зрения моей родственной линии это всего лишь означает приятное дополнение, не более.

! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Филогения *Ното sapiens* когда-то представлялась ученым едва ли не прямой линией: австралопитек породил питекантропа, тот породил неандертальца, который породил нас.
- За последние 40 лет ископаемые находки из Восточной и Южной Африки, дополненные целым рядом других данных, разбили эту гипотезу в пух и прах.
- Новейшие исследования показывают, что в различные геологические эпохи на Земле одновременно существовало по несколько видов гомининов. Выяснение их родственных взаимоотношений и гипотетических связей с человеческой ветвью эволюции будет, похоже, занимать умы палеоантропологов еще долгое время.



Драгоценный клад: исследователи ведут раскопки в Южной Африке в районе пещеры Малапа (вверху), где были добыты из-под земли два почти полных скелета ранних гоминоидов возрастом около 2 млн лет (внизу)

Тут Бергер попросил меня оторваться от воспоминаний, а также от созерцания достоинств зубов и челюстей, разложенных в музейных ящиках, и сказать ему прямо, считаю ли я, что эти два скелета из Малапы принадлежат существам, эквивалентным (в понятиях всего рода людского) моим родителям — или же только дядям и тетям. Другим словами, была ли популяция, представленная этими двумя особями, прямым предком современных людей или же близкой их родней, но все-таки по боковой линии.

Когда я впервые начал изучать останки древних людей в Африке (без малого полвека назад), большинство ученых считали, что практически все вымершие виды, выглядевшие близкородственными людям, — прямые предки человека, и по мере углубления в геологическую историю каждый более ранний предок будет все меньше похож на нас и все больше на обезьяну типа шимпанзе. Однако теперь благодаря данным генетики и новым палеонтологическим находкам мы знаем, что на Земле в течение нескольких последних сот тысяч лет наши непосредственные предшественники сосуществовали с близким



BRENT STIRTON Reportage by Getty (skeletons and cave site)

видами, представлявшими боковые линии эволюции человека. К ним, например, относятся неандертальский человек и нашумевшие в свое время индонезийские «хоббиты» с острова Флорес — *Homo floresiensis*. Более того, результаты недавних раскопок ясно показали, что и в более ранние периоды человеческой эволюции — от 4 до 1 млн лет назад — существовали целые эпохи, когда наши прямые предки жили одновременно с целой группой близких, но, скорее, «двоюродных» родственников современных людей.

Наличие нескольких эволюционных линий в любой отдельно взятый период времени делает вопрос о выборе непосредственных предков человека куда более трудным, чем это казалось палеоантропологам каких-нибудь 20 лет назад. Эти новые проблемы создают в науке и новую интригу: наше происхождение оказалось еще загадочнее и необычнее, чем мы думали раньше.

Дерево или куст?

Впервые я принял участие в работе палеоантропологической экспедиции в 1968 г. В то время у всех в умах твердо сидела концепция монофилетического «древа жизни», восходившая еще к Чарлзу Дарвину. Основатель теории естественного отбора доказывал, что все формы органической жизни связаны друг с другом по такому же принципу, как ветви, сучья и побеги образуют вместе одно дерево. В этой модели виды, существующие сегодня, занимают позицию на самой периферии кроны, а вымершие виды находятся ближе к стволу и крупным сучьям. И подобно тому как любой из ныне живущих людей обязательно имеет предков, так же и любой современный вид произошел от вымерших предковых видов. В чистой теории все живые ветви на древе жизни должны соединять современные виды с видами, жившими до них. Остальные части древа — просто мертвые обрубки, рост которых давно прекратился.

В случае современных людей и ныне существующих человекообразных обезьян это правило означает, что мы живем на конце единственной ветви — той, которая ведет от нас к общему предку, соединяющему наш род с линией высших современных обезьян, таких как шимпанзе и бонобо. Судя по молекулярно-генетическим данным, этот далекий предок существовал на Земле в период примерно между 8 и 5 млн лет назад.

В 1960-е гг. конечная ветвь дарвиновского древа, ведущая к нам, людям, выглядела прямее некуда. В ее основании находился род *Australopithecus* — наш древний человекообразный предок, остатки которого регулярно обнаруживаются в Южной Африке с середины 20-х гг.

прошлого столетия. Австралопитеки, гласила тогдашняя концепция, сменились потом более высокорослым и обладавшим более крупным мозгом «питекантропом» — *Homo erectus*, который был выходцем из Азии и расселился в Европе, где и превратился в следующий вид — неандертальского человека, от которого, в свою очередь, произошел современный человек — *Homo sapiens*. Все перечисленные виды, включая нас самих, вместе называют гоминидами — по названию объединяющего нас семейства приматов, или же гомининами — если считать, что это не семейство, а подсемейство. Технически гоминины — это сами люди и все высшие приматы, более близкородственные по отношению к человеку, чем по отношению к шимпанзе и бонобо.

Вымершие гоминины, упомянутые выше, интерпретировались тогда как наши прямые предки — я мог бы их сравнить с моими собственными родителями, родителями моих родителей и т.д. Только один побочный предок (примерно соответствующий моему двоюродному дяде) нарушал эту правильную картину, торча сбоку напоподобие мертвого сучка, — это так называемый массивный австралопитек (*Australopithecus / Paranthropus robustus*), у которого были очень мощные челюсти и огромные коренные зубы.

Данные палеонтологии и генетики не оставляют сомнений: на протяжении миллионов лет одновременное существование на Земле нескольких видов гоминидов было регулярно повторяющимся явлением. Разобраться в том, кто из них был нашими прямым предком, теперь представляется задачей куда более сложной, чем казалось ученым всего 20 лет назад

Весь этот ставший давно привычным ход рассуждений дал осечку, когда Луис и Мэри Лики (Louis & Mary Leakey) раскопали в Олдувайском ущелье в Танзании новые формы гомининов, живших в этом регионе раньше, чем миллион лет назад. Интерес палеоантропологов быстро переключился в сторону Восточной Африки, и не только потому, что первые сенсации обернулись там вскоре мощным потоком ископаемого материала, но и по причине совершенно иного геологического контекста, сопровождавшего находки гомининов, особенно в том, что касалось вопросов датировки.

На юге ископаемых гомининов находили — и находят до сих пор — как правило, в пещерах, промываемых



Находка на озере Рудольф (Туркана): ископаемый череп молодого самца *Homo ergaster*, жившего и умершего в Кении около 1,6 млн лет назад

водой в массивах доломита (горной породы, состоящей в основном из карбоната кальция и магния). Хотя от случая к случаю ученые и находят там хорошо сохранившиеся скелеты (наподобие особей из Малапы), большинство костей, лежащих в этих пещерах, представляют собой остатки трапезы леопардов и других хищных зверей. Зубы и кости, не съеденные хищниками, вымываются дождями внутрь растущей пещеры вместе с почвой, на которой они лежали. Этот сыпучий поток образует внутри пещеры так называемый делювиальный конус. Такие же формы, только гораздо аккуратнее, получают в песочных часах, когда песок высыпается из верхнего резервуара в нижний. В природных условиях при этом совершенно не обязательно получается так, что верхние слои конусов геологически моложе нижних. Мало того что это обстоятельство уже само по себе создает для палеонтологов массу головной боли; куда худшая проблема состоит в том, что до самого недавнего времени никто вообще не понимал, как правильно датировать геологический материал, представленный в пещерах. Все, что могли ученые в 1960-е гг., — это расположить остатки гомининов на очень грубой шкале, основанной на эволюционном возрасте других ископаемых животных, найденных вместе с ними.

В Восточной Африке все обстояло совершенно иначе. Палеонтологический материал добывался здесь из мест, находящихся поблизости от Великой рифтовой долины, которая, подобно лезвию ножа, рассекает африканский континент от Красного моря на севере до области,

лежащей за озером Ньяса (Малави), на юге. Кости гомининов и других животных находятся здесь не в пещерах, а в слоистых континентальных осадках по долинам озер и рек. Многие из горных пород сохранили здесь указание на то, куда было направлено магнитное поле Земли в момент их образования. Поскольку геологические обнажения лежат в этом регионе открытыми миллионы лет, они включают в себя слои пеплов и туфов, выбрасываемых вулканами повсюду в районе Великой рифтовой долины в эпохи активного движения тектонических плит. Все это означает, что у геологов, работающих в этой местности, имеется целый ряд методов, позволяющих датировать осадочные породы независимо от характера ископаемых останков, содержащихся в них. Наконец, вулканические пеплы, разлетающиеся на сотни тысяч квадратных километров, покрывают всю эту территорию многослойным одеялом, в котором каждый слой помечен определенной геологической датой. Это позволяет исследователям, работающим в Восточной Африке, сопоставлять по возрасту находки, сделанные за тысячи миль друг от друга.

Богатые ископаемым материалом отложения вблизи Восточно-Африканской рифтовой долины, такие как бассейн озера Рудольф (Туркана) и реки Омо, или же северные участки вдоль реки Аваш, содержат слои, представляющие многие миллионы лет геологической истории. Это позволяет определить минимальные временные границы существования различных видов древних гомининов. Данное обстоятельство и позволило впервые доказать, что даже в пределах Восточной Африки, не говоря уже про территорию, включающую и юг, и восток континента, существовало в прошлом немало эпох, когда здесь одновременно обитало сразу два — а иногда и больше — вида ископаемых гомининов. Например, в течение длительного периода между 2,3 и 1,4 млн лет назад в одном и том же регионе Восточной Африки жили два очень несхожих вида, относящихся к подсемейству *Homininae*, — *Paranthropus boisei* и *Homo habilis*. Они были настолько различными, что в справочнике по доисторическому сафари следовало бы специально указать: их зубы и черепа практически невозможно спутать, как бы плохо те ни сохранились. Стало понятно также, что гоминины из Восточной Африки относятся к совсем иным видам, нежели те, которых раньше находили на юге континента, — но об этом позже.

Наличие остатков *Paranthropus boisei* и *Homo habilis* в слоях, насчитывающих в сумме без малого миллион лет, совершенно не означает, что эти существа должны были по очереди ходить в одно и то же место на водопой. Куда более важен для нас другой — неоспоримый — вывод: как минимум один из названных видов точно не наш прямой предок. А может быть и ни один из них.

Гибридизация между разными видами гомининов теоретически конечно возможна. Более того, поздний этап эволюции человека включал, как показывают последние данные, некоторый процент гибридизации между *Homo sapiens* и *H. neanderthalensis*. Однако в случае *P. boisei* и *H. habilis* гибридизация едва ли актуальна из-за существенных различий в анатомии — намного

больших, чем у нас и неандертальцев. И даже если бы что-то подобное имело место, заполнить морфологическую пропасть между столь несхожими видами все равно не удалось бы.

Как бы то ни было, образ единственного предка современных людей, существовавшего 2 млн лет назад, неожиданно потерял свою достоверность. Начало нашей родословной стало напоминать скорее пучок ветвей — а кому-то могут прийти в голову и более хитроумные сравнения, как, например, автору рисунка, помещенного в начале статьи.

Имеются свидетельства о существовании нескольких параллельных линий гомининов и в менее отдаленном прошлом. Уже полтора века назад многие ученые признали, что неандерталец представляет собой вид, отличный от нашего, и с течением времени число признаков, разводящих *H. sapiens* и *H. neanderthalensis*, все увеличивается. Третий вид, который вполне мог жить одновременно с нами и неандертальцами, — питекантроп. Есть веские основания полагать, что *H. erectus* просуществовал на Земле много дольше, чем когда-то думали антропологи. Четвертая линия представлена *H. floresiensis*, который тоже почти наверняка пересекался с нами на протяжении последних 100 тыс. лет, хотя он и найден пока только в пределах острова Flores. Есть данные о существовании и пятой линии, вычисленной на основе анализа ДНК, взятой из кости фаланги пальца возрастом около 40 тыс. лет, — это так называемый денисовский человек, фрагменты останков которого обнаружены в России на территории современного Алтая. Наконец, имеются признаки — или призраки — шестой родственной группы, представленной в геноме современных людей в виде следов древней ДНК возрастом около 100 тыс. лет. Таким образом, наша эволюционная история еще более прихотлива даже по сравнению с тем, что думали о ней всего десять лет назад.

Но так ли уж удивительно, что фамильное древо чело- века похоже скорее на куст? Сосуществование сразу нескольких родственных видов на протяжении многих геологических эпох — для большинства групп млекопитающих правило, а не исключение, так почему же у нас все должно обстоять иначе?

Скептики, конечно, имеют полное право критиковать «кустовую гипотезу» с той стороны, что палеоантропологи слишком ревностно пытаются придать статус отдельного вида чуть ли не каждой новой находке — из вполне понятного желания оставить след в истории науки, а заодно привлечь к себе внимание спонсоров. Может быть, я и пристрастен, но мне не кажется, что множественность нашей родни — это фантом, даже с учетом возможной переоценки статуса некоторых

находок. Есть целый ряд общебиологических закономерностей и научных данных, определенно говорящих в пользу того, что мы не «спустились с дерева», а, скорее, «вышли из куста».

Во-первых, имеются совершенно здоровые и логичные причины считать, что палеонтологическая летопись всегда оставляет нам меньше видов, чем их существовало в действительности. Во-вторых, мы точно знаем на примере почти всех ныне живущих групп, что множество бесспорно «хороших» видов технически невозможно отличить от видов, родственных им, используя лишь признаки зубов и костей — так называемых твердых тканей, которые только и остаются в ископаемом материале. Вспомним также, что большинство видов млекопитающих, живших в период между 3 и 1 млн лет назад, не оставили прямых потомков в современной фауне. Следовательно, и среди гомининов могут и даже должны быть древние линии, полностью вымершие и не дошедшие до наших дней. Что во всем этом странного?

Поиски костей ранних гомининов велись до сих пор на площади, составляющей не более, а то и менее 3% африканской территории. Представляется невероятным, чтобы столь малая географическая выборка дала полноценное представление о числе видов этой группы, даже если говорить только о самой Африке

Но если в прошлом гоминины имели гораздо большее видовое разнообразие, чем сегодня, то ученым следует разобраться и в том, какие эволюционные причины вызвали эту вспышку. Конечно, одним из главных кандидатов на роль спускового механизма выглядит макроклимат Земли. Климатические параметры, а значит и условия обитания организмов, имеют тенденцию направленно меняться во времени; кроме того, они испытывают неоднократные колебания в процессе этих длительных смен. В рассматриваемые нами эпохи главной тенденцией в Африке был переход к более прохладному и сухому климату, однако в пределах этого большого интервала существовали и более краткосрочные, предсказуемые по времени осцилляции, так что в одни периоды условия становились более жаркими и влажными, а в другие — прохладными и сухими. Различные признаки, свойственные животным (способ передвижения, например, или диета), — все это могло хорошо работать в одном климате и плохо в другом.

Еще одной силой, толкавшей древних гомининов на путь большего видового разнообразия, могла быть конкуренция между различными их видами. Если два родственных вида живут в одном и том же местообитании (причем, даже не обязательно в смысле общего пространства), то они фактически вынуждают друг друга освоить различные стратегии выживания в среде. Этот феномен, называемый смещением признаков, хорошо подходит, например, для объяснения того, почему у *H. habilis* и *P. boisei* развились столь непохожие зубы и челюсти. Одна группа (шарантропы) избежала конкуренции, перейдя исключительно на питание жесткой травой, которая почти всегда имеется в изобилии, но тяжела для пережевывания и усвоения. Наоборот, ранний *Ното* сохранил питание более мягкой пищей — фруктами, мясом, костным мозгом, хотя на ее поиск этому виду приходилось затрачивать больше времени и энергии. А когда у гомининов возник феномен, называемый культурой, то различия во взглядах на окружающий мир и укладе жизни могли сделаться еще более серьезным препятствием к слиянию видов, теоретически возможно из-за гибридизации.

В дополнение к морфологическим методам современные ученые могут теперь опираться и на молекулярно-генетические данные. Впрочем, известные до сих пор останки ранних гоминидов не содержат генетического материала, так что разобраться, кто из них — наша прямая родня, а кто по линии дядей и тетей, все еще очень непросто. По одному лишь сходству зубов и челюстей нельзя надежно судить о том, оставил ли данный вид свой след в современной истории человечества. Морфологические признаки могут стать похожими у животных только потому, что одинаковые экологические проблемы часто порождают и одинаковые «технические» решения. Подумайте, например, какой инструмент был бы удобен, чтобы рубить эвкалипты в Австралии, и должен ли он отличаться от того, которым валят ели в Северной Европе? И австралийцы, и европейцы вполне могут прийти в итоге к идее одного и того же орудия, и для этого им вовсе не обязательно быть знакомыми друг с другом. Необходимо также иметь в виду, что морфология и анатомия организмов имеют свои ограничения, не позволяющие возникать любым мыслимым структурам, поэтому у каждой группы животных или растений число физически возможных решений ограничено. Таким образом, наличие сходных признаков у двух ископаемых образцов далеко не всегда означает, что они из одной таксономической «компании»: их обладатели вполне могут быть не столько близкими по родству, сколько одинаковыми по своему морфологическому ответу на похожие экологические условия.

Так что же сулят нам в дальнейшем поиски прямых предков человека? Мне бы хотелось сейчас пойти на один шаг дальше простого признания того, что на Земле в различные эпохи жили бок о бок множество видов, родственных нам. Я предсказываю, что большое разнообразие гомининов, уже обнаруженное выше отметки в 4 млн лет назад, не сократится, а, скорее, даже увеличится вниз от этой даты. Частично это следует

из того, что до сих пор специалисты не изучали гомининов из этих слоев так пристально и так долго, как в более поздние эпохи. Соответственно, и местонахождений, датированных ранее 4 млн лет, известно меньше, чем более современных. Ясно, что работа предстоит нелегкая, ведь гоминины относятся к числу самых редких ископаемых находок. Всякий раз нужно сначала тщательнейшим образом отсеять множество костей, принадлежащих свиньям или антилопам, прежде чем — может быть — вам попадутся случайные останки гомининов. И все же если мы приложим должные усилия, то находки не заставят себя ждать.

Еще одна причина предполагать наличие множества не открытых еще гомининов в более отдаленном прошлом заключается в том, что другие группы млекопитающих, более обычные в палеонтологической летописи, имеют ниже отметки 4 млн лет число видов ничуть не меньшее, чем выше нее. Почему наши предки не должны следовать такому же правилу? Наконец, поиски костей ранних гомининов велись до сих пор на площади, составляющей не более, а то и менее 3% африканской территории. Представляется невероятным, чтобы столь малая географическая выборка дала полноценное представление о числе видов этой группы, даже если говорить только о самой Африке.

И, боюсь, каждая новая находка, датированная ранее 4 млн лет, принесет нам все больше сомнений по поводу родственных связей ранних гомининов. Чем ближе мы подходим к месту отрыва нашей эволюционной линии от линии шимпанзе — бонобо, тем сложнее будет отличить наших прямых родственников от сестринских ветвей. В той глубине, наверное, станет затруднительным даже отличить, кто представляет собой собственно гоминина, а кто — предка шимпанзе или даже представителя какой-то группы, не оставившей современных потомков. И если уже сейчас палеоантропология полна трудностей и нерешенных проблем — таких как история с двумя скелетами из Малапы, — то будущее сулит нам лишь больше трудов и загадок. Но разве не это делает науку прекрасной? ■

Перевод: В.Э. Скворцов

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Дервянко А.П. Сестры по разуму // ВМН, № 6, 2011.
- Хармон К. Порванная родословная // ВМН, № 4, 2003.
- Fossils Raise Questions about Human Ancestry. Ewen Callaway in Nature. Опубликовано онлайн 8 сентября 2011 г.
- Human Evolution: Fifty Years after *Homo habilis*. Bernard Wood in Nature, Vol. 508, pages 31–33; April 3, 2014.
- What Does It Mean to Be Human? Smithsonian Institution's Human Origins Initiative: <http://humanorigins.si.edu>
- Becoming Human: Our Past, Present and Future. Editors of Scientific American; Scientific American eBooks, September 23, 2013.



ПОТРЯСЕННЫЕ КЛИМАТОМ

Питер Деменокал

Резкие переходы от влажного климата к сухому и наоборот направили одних из наших предков на путь развития современного человека и убрали с эволюционной сцены других

**В**

скарабкавшись по крутому склону вади (*русло высохшей реки или сухая речная долина в Аравии и Северной Африке. — Примеч. пер.*), я останавливаюсь на небольшом холме. Отсюда открывается потрясающий вид на западный берег озера Рудольф (Туркана), Северная Кения, чья нефритовая гладь до боли в глазах сверкает на фоне красноватого пустынного ландшафта Великой рифтовой долины.

В самом сердце восточноафриканских пустынь озеро Рудольф (Туркана) наполнялось водой и исчезало много раз на протяжении нашей эволюционной истории

ОБ АВТОРЕ

Питер Деменокал (Peter B. deMenocal) — профессор кафедры геологии и экологии Земной обсерватории Ламонта — Доэрти Колумбийского университета. Он был одним из соавторов фундаментального труда «Влияние климата на эволюцию человека» (*Understanding Climate's Influence on Human Evolution*), изданного Национальным научно-исследовательским советом США.



Узкое длинное озеро обязано своим существованием извилистой реке Омо, которая несет далеко на юг воды после выпадения летних муссонных дождей на высокогорных плато в Эфиопии, за тысячи миль отсюда.

Жара здесь способна внушить уважение даже бывалому путешественнику. К полудню местность превращается в одно сплошное пекло. Сверху невыносимо палит солнце, а безжизненная каменистая почва отбрасывает жар ему навстречу, и кажется, будто угодил прямоком в доменную печь. Разглядывая этот пейзаж, от горизонта до горизонта затянутый пылевой дымкой, с мерцающей вдали поверхностью озера, невольно ловишь себя на мысли, что пустыня была здесь от сотворения мира.

Но, как ни удивительно, вокруг меня повсюду видны следы совсем иного прошлого, в котором климат на востоке Африки был несравненно более влажным. Даже этот глиняный холм под моими ногами представляет пласт древних озерных отложений, чей возраст относится к временам, отдаленным от нас на 3,5 млн лет, когда озеро Рудольф (Туркана) — куда более обширное и глубокое, чем сейчас, — заполняло долину до самых краев. Слои песчаных отложений, выделяющиеся белой окраской на склонах оврагов, состоят из стекловатых останков ископаемых озерных водорослей, нередко

попадают и крупные окаменелости, в которых нетрудно распознать рыб. Периодически в далеком прошлом вся эта каменистая пустыня бывала покрыта лугами, рощами и озерами.

Сейчас все больше ученых приходят к мысли, что подобные климатические изменения сыграли решающую роль в эволюции человека. Окрестности озера Туркана, а также целый ряд других мест в Восточной и Южной Африке дали науке основную массу материала, отражающего ранние этапы становления человека как вида, начиная с того момента, когда более 7 млн лет тому назад наша эволюционная ветвь обособилась от прочих групп африканских человекообразных обезьян.

Весьма примечательно, что два самых крупномасштабных сдвига в климате Африки, следовавшие друг за другом с разницей примерно в миллион лет, хорошо согласуются по времени с двумя наиболее существенными изменениями на нашем эволюционном древе. Первое из этих событий произошло в период между 2,9 и 2,4 млн лет назад, когда со сцены окончательно сошел афарский австралопитек (*Australopithecus afarensis*), хорошо знакомый многим благодаря знаменитой Люси. На его месте возникли две новые, хорошо обособленные эволюционные группы. Одна группа демонстрировала решительный поворот к целому ряду признаков, характерных для современного человека, включая и более крупный мозг. Ее представители и были самыми первыми обладателями гордого имени *Homo* — именно вблизи ископаемых останков данного типа были обнаружены первые еще совсем примитивные орудия, изготовленные из камня. Другая ветвь приматов, появившаяся в то же самое время, но не принадлежавшая к нашей линии и не столь эволюционно успешная, отличалась массивным телосложением и мощно развитыми челюстями; ее представителей относят к роду *Paranthropus*.

Второй эволюционный скачок зафиксирован между 1,9 и 1,6 млн лет назад. Начиная с этого времени мы всюду встречаем останки человеческого вида с еще более крупным мозгом и с более ясно выраженной тенденцией к питанию мясом. Это всем известный питекантроп, которого в науке называют *Homo erectus*, хотя некоторые ученые предпочитают называть его африканские популяции *Homo ergaster*. Куда более высокий и гибкий скелет этого существа уже мало чем отличается от скелета современных людей. *Homo erectus* интересен еще

! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Климатические изменения в Восточной Африке совпали по времени с ключевыми событиями в эволюции человека, поэтому климат считают важнейшим фактором, обеспечившим эволюционный успех одним из наших предков и приведший к вымиранию других.
- Результаты анализа ископаемых почв, глубоководных осадков, а также ископаемых зубов у различных гомининов подтверждают существование в прошлом краткосрочных переходов влажного климата в засушливый и обратно в Восточной Африке, а также двух отчетливо выраженных периодов, когда травянистый покров занял место более лесистых территорий.
- Само возникновение нашего рода, *Homo*, появление более совершенных орудий, наша способность использовать разнообразные источники пищи и общая эволюционная гибкость перед лицом меняющихся условий, согласно одной из гипотез, могут быть привязаны к климатическим сменам прошлого.



Диета каменного века. Наш отдаленный родственник *Paranthropus boisei* (слева) обитал на открытых равнинах и — как показывает химический анализ его ископаемых зубов — питался по большей части травами или производными от них продуктами. В отличие от него ранний представитель человеческого рода *Homo erectus*, иногда называемый *H. ergaster* (справа), хотя и жил в той же местности, но имел намного более разнообразную диету. Именно эта приспособляемость могла быть главным фактором, обеспечившим его эволюционный успех.

и тем, что он найден также в Европе и Юго-Восточной Азии, куда часть его популяций, очевидно, мигрировала со своей африканской прародины. Существенные изменения претерпела и технология изготовления каменных инструментов — появились первые каменные топоры, снабженные рукояткой и тщательно обработанные с обеих сторон.

Почему эти два исторических этапа, возвестивших начало человеческого рода, находятся так близко друг к другу во времени? Ряд ученых сейчас полагают, что главной причиной этого могли быть два случая изменения климата. Два последовательных экологических сдвига, случившиеся после длительных периодов весьма замедленных, постепенных климатических изменений, послужили тому, что колыбелью человечества оказались не леса, а открытые пространства, занятые травяной растительностью, становившиеся все более сухими. На фоне этих общих процессов климатические всплески становились все резче, и для успешного существования нашим предкам требовалось приспособиться к быстро текущим изменениям в окружающей природе.

Новые данные демонстрируют, где и как именно в Африке менялись климат и растительность во время наиболее значимых событий, происходивших в эволюции рода *Ното*. Современные технологии позволяют ученым извлекать диагностически значимые молекулярные структуры из остатков древней африканской растительности, заключенных в пластах озерных отложений, подобных тем, на которых я стоял. Химический анализ ископаемых зубов показывает, чем наши предки питались в нестабильной климатической обстановке того времени.

Результаты этих исследований говорят о том, что наиболее процветающими оказались виды с гибкой стратегией питания, легко переходящие с одного вида пищи на другой. В постоянно меняющейся среде, перед лицом новых и новых проблем именно эта гибкость выдвинула человечество вперед на очередном этапе эволюционных состязаний, в то время как другие виды, не поспевавшие за временем, вынуждены были уйти со сцены. Рик Поттс (Rick Potts), палеоантрополог из Смитсоновского института, называет этот процесс, сделавший нас теми, кто мы есть, «отбором на изменчивость».

Жизнь, определенная климатом

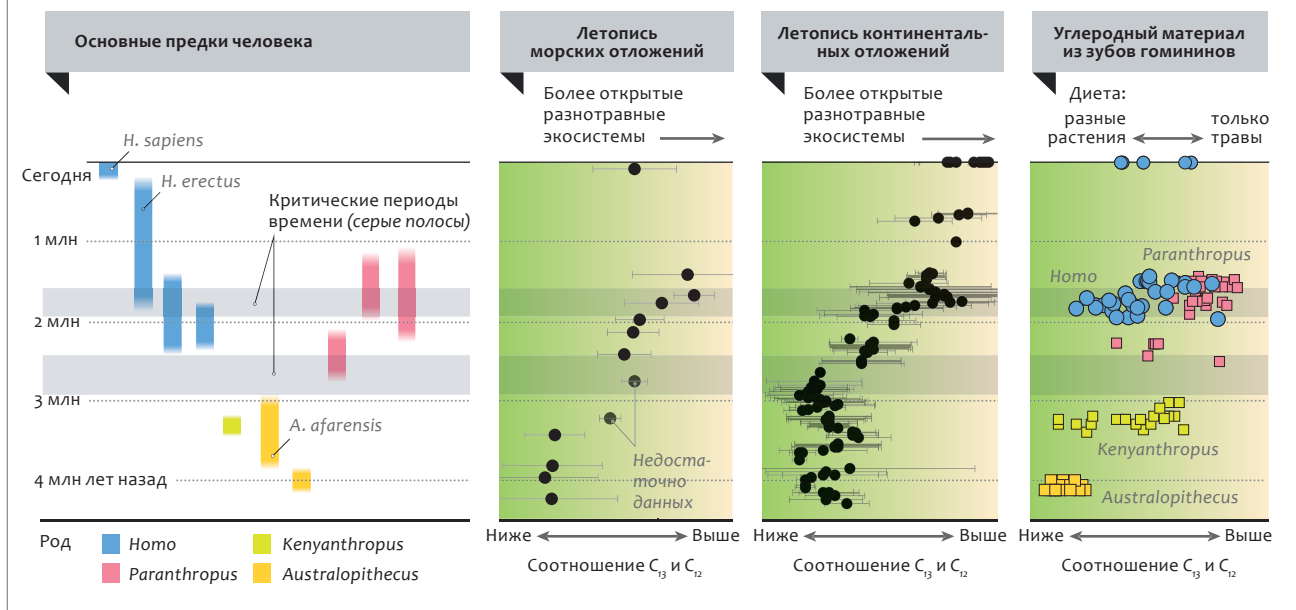
Идея о связи эволюции и изменения климата восходит еще к Чарлзу Дарвину. Он предполагал, что крупномасштабные колебания климата в каждом конкретном регионе могут негативно повлиять на доступность ранее привычных источников пищи и других ресурсов, а также на возможность найти подходящее убежище и т.п. Исчезновение привычной пищи или же смена продолжительного влажного сезона более длительным периодом засухи создает давление отбора. Одни виды подобные обстоятельства приводят к вымиранию, другие заставляют приспособиться к изменившейся обстановке, а третьи — путем эволюционных изменений превратиться в новые виды. Среда, созданная меняющимся климатом, будет, естественно, способствовать выживанию индивидов, носящих определенные гены — например, отвечающие за крупный размер мозга. С течением времени такие особи станут доминирующими, т.к. именно они будут выживать в первую очередь. В своей знаменитой книге

Факты

КАК КЛИМАТ СОЗДАЛ НАС

Два ключевых момента нашей эволюционной истории — гибель одних видов и становление других — совпали по времени с резкими климатическими изменениями в Восточной Африке, создав новую интригу в палеоантропологии. Не дожив немного до отметки в 3 млн лет назад, вымер род Люси — *Australopithecus afarensis*, и на его место пришли две новые группы гомининов — *Paranthropus* и наш биологический род *Homo*. Именно в этот период, как показывает анализ соотношения двух изотопов углерода в морских и континентальных отложениях, в этой части Африки широко распространились засушливые саванны, а площадь более влажных лесных сообществ сильно сократилась.

Начиная со времени 2 млн лет назад на сцене появляется наш прямой и более близкий предок — *Homo erectus*, который впервые выходит за пределы Африки. И опять изотопный анализ отложений подтверждает новую волну наступления саванн. Однако изучение состава пищи *H. erectus* по его ископаемым зубам неожиданно показало, что этот вид был способен существовать на очень изменчивой диете, добывая пропитание из самых разнообразных источников даже в условиях расширения саванн. Напротив, зубы парантропов (как и их вымерших предков, называемых *Kenyanthropus*) демонстрируют крайне узкую пищевую специализацию, ограниченную питанием окружающими травами.



«Происхождение видов» Дарвин отмечал также, что экстремально холодные или сухие сезоны могут приводить к резкому снижению численности самых различных организмов.

Смена условий далеко не всегда происходит плавно и медленно. Каждое из пяти массовых вымираний, известных по палеонтологической летописи за последние 540 млн лет, сопровождалось экологическими катастрофами. Всякий раз такие периоды заканчивались исчезновением от 50% до 90% ранее известных видов, но затем следовала очередная вспышка видообразования, в ходе которой появлялись новые организмы, часто совершенно не похожие на своих предшественников. Мы можем сравнить эти события с переходом от одной большой главы в истории жизни к другой, когда на Земле появлялся и царил мир совсем иных существ, о которых в предыдущих главах почти ничего не говорилось. Мы, млекопитающие, обязаны своим расцветом огромному метеориту, упавшему на полуостров Юкатан (на территории современной Мексики) около 66 млн лет назад. Эта катастрофа погубила всех динозавров (и множество других не столь харизматичных животных), тем самым широко открыв двери для последующей эволюции млекопитающих, которые за короткое время заселили практически весь земной шар, заняв самые разнообразные экологические ниши.

Дальнейшая эволюция одной из множества групп млекопитающих через серию этапов дивергенции, специализации и вымирания привела к нам, что заняло десятки миллионов лет. В отношении гомининов (современного человека и его вымерших родственников) ученые выдвинули несколько гипотез о том, каким образом окружающая среда повлияла на эволюцию человека. Одна из них носит название саванн. Ее ранняя версия гласила, что смена влажного климата сухим в Африке привела к резкому сокращению площади лесов и появлению огромных просторов, занятых саванной растительностью. Конкуренция за ресурсы в саванне была намного более жестокой, чем в лесах, и здесь наши предки — у которых начала активно формироваться bipedia, увеличился мозг и появилась способность к изготовлению орудий — оказались намного успешнее по сравнению со своими предками, более сходными с обезьянами и приспособленными скорее к лесным условиям, нежели к обитанию в открытой местности.

Теперь мы считаем эту версию неточной и устаревшей, хотя она еще нередко встречается в учебниках. Во-первых, новые данные говорят не о одновременном переходе в прошлом от лесной растительности к травяной, а о целой серии быстрых смен влажных и сухих периодов — хотя в среднем климат действительно становился

все суше. Во-вторых, мы больше не считаем, что человеческие черты появились у наших предков одновременно, но усиление ряда всплесков происходило во время смены природных условий.

Периоды влажного и засушливого климата

Доказательства этих резких природных и эволюционных изменений были получены не на континенте, а в океане. Африканские континентальные отложения плохо поддаются анализу — они очень сильно повреждены эрозией и другими геологическими нарушениями. В глубине океана, однако, те же самые геологические слои лежат практически неповрежденными. Поэтому геологи бурят океаническое дно вблизи берегов Африки, чтобы проникнуть вглубь осадочных пород возрастом в несколько миллионов лет и получить хорошо сохранившуюся летопись прошлого континента. Для выемки кернов нам потребовалось специально оборудованное судно. Вот таким образом я в составе группы из 28 ученых и провел два месяца осенью 1987 г. на буровом судне *JOIDES Resolution*.

«Керн на палубу!» — раздается по системе оповещения пронзительный голос оператора буровой установки, легко узнаваемый по тexasскому выговору. В ответ от группы ученых доносятся громкие стоны — мы надеваем на головы строительные каски и нехотя покидаем наши уютные прохладные лаборатории, чтобы под палящими лучами солнца разобрать для проведения анализа очередной керн донных отложений длиной около 10 м. *Resolution* — международное научно-исследовательское судно, спонсируемое разными странами. Оно специально сконструировано для изучения и бурения океанского дна с целью добыть образцы осадочных пород, содержащие данные о геологической истории различных регионов планеты. Той осенью мы вели работы в Аравийском море, исследуя глубокие осадочные слои, покрытые двухкилометровой толщей воды, и проникая чуть ли не на полмили вглубь океанского ложа. С времен, когда разошлись эволюционные пути высших обезьян и собственно человеческих предков, что произошло несколько миллионов лет назад, море успело накопить почти 300 м глубоководного ила, мирно лежащего в темноте абиссали. Скорость их накопления составляла примерно 2,5 см за 1 тыс. лет.

Донные отложения в этой части океана состоят из смеси белых мелких известковых скорлупок, древнего океанического планктона и более темных зерен алевролитов, принесенных муссонными ветрами из Африки и с Аравийского полуострова. Если эта смесь выглядит более темной и зернистой, то это означает, что осадки накапливались в более сухие периоды, когда пыли в воздухе было больше. Более светлая смесь, наоборот, соответствует более влажным и дождливым периодам.

Разложив на столе в одной из обширных бортовых лабораторий части керна, мы видим, что более светлые и более темные слои сменяют друг друга примерно через каждые 90–100 см, что означает смену климата примерно через каждые 23 тыс. лет. Это ясно демонстрирует, что динамика африканского климата в течение

нескольких последних миллионов лет была представлена непрерывной чередой сухих и влажных периодов. Ничто не подтверждало старой идеи об однократной смене леса саваннами.

Выявленные нами колебания отражают известную чувствительность муссонного климата Африки и Азии к прецессионному движению земной оси, периодичность которого как раз составляет приблизительно 23 тыс. лет. Прецессия влияет на сезонное поступление солнечной радиации на нашу планету. Для Северной Африки и Южной Азии это означает то более, то менее знойное лето, что влечет за собой, соответственно, меньшее или, наоборот, большее количество муссонных осадков. Таким образом, изменение позиции земной оси ведет к чередованию влажного и сухого климата в этих регионах.

Насколько влажно могло быть в этих ныне засушливых районах, демонстрируют образцы наскальной живописи, найденные повсюду в Сахаре и датируемые периодом 5–10 тыс. лет назад — во время самого последнего из влажных периодов в Северной Африке. На этих рисунках изображены покрытая пышной зеленью земля, населенная стадами слонов и жирафов, гиппопотамами и крокодилами, а также многочисленные группы охотников, преследующих газелей. И так, всего 5 тыс. лет назад Сахара была покрыта травой и древесной растительностью, а озерные котловины, по которым сейчас гуляют барханы, были до краев наполнены водой. Нил, вздувшийся от дождей, нес миллиарды тонн воды к восточному побережью Средиземного моря, и на морском дне накапливались темные слои обогащенного органическим веществом сапропеля. Эти слои перемежаются более светлыми выбеленными осадками, накапливающимися здесь в более сухие периоды, образуя что-то вроде штрих-кода, способного многое рассказать нам о климатических циклах далекого прошлого в Африке, подобно уже описанным кернам, извлеченным со дна Аравийского моря.

Люси уходит

На только что описанную цикличность влажных и сухих периодов накладывается и последовательная смена лесной растительности на травянистую. Первые безлесные участки стали появляться в Восточной Африке примерно 8 млн лет назад. Однако такие обширные пространства саванн, как, например, Серенгети, сформировались здесь (и уже больше не уступали место лесам) лишь на рубеже 3 млн лет. Как раз в это время в нашей эволюционной истории произошло первое потрясение — мы потеряли Люси.

Это не шутка. Вид, называемый *Australopithecus afarensis*, имел до той поры исключительный эволюционный успех и просуществовал в Восточной Африке как минимум 900 тыс. лет (первые следы его присутствия датируются временем около 3,9 млн лет назад). Но все же он не смог перешагнуть рубеж в 3 млн лет и исчез из палеонтологической летописи совсем незадолго до этой даты.

Затем на сцене появилась группа видов, относившихся к роду *Paranthropus*. Потом примерно 2,6 млн лет назад среди находок впервые обнаруживаются примитивные каменные скрепки и подобию каменных топоров без

рукоятки, а еще через несколько сотен тысяч лет — первые ископаемые останки, относимые к роду *Ното*. Нам известно, что эти изменения в эволюции человека и техническом развитии произошли во время общего климатического сдвига: тщательные исследования выявили следы растительности, характерной как для влажных, так и для засушливых природных условий.

Саванны — это открытые тропические экосистемы, состоящие из злаков и осок, где местами произрастают небольшие группы деревьев. Саванновые травянистые растения прекрасно растут в сухом и знойном климате, потому что они способны ассимилировать углерод из углекислого газа при помощи особой разновидности фотосинтеза, называемого *C4*-типа метаболизмом. Процессы, составляющие этот путь усвоения углерода, весьма экономны в отношении потребляемой воды и углекислого газа, поэтому *C4*-типа метаболизм обычно рассматривается как адаптация к сухому климату и условиям пониженного содержания CO_2 . Древесные виды, напротив, обычно используют более широко распространенный *C3*-типа метаболизм, при котором растения тратят на фотосинтез намного больше воды. Поэтому лесная растительность более типична для влажного климата.

Тьюр Серлинг (Thure E. Cerling) и его коллеги из Университета Юты недавно разработали новый метод реконструкции смен растительности в далеком прошлом. Несколько лет назад было показано, что травянистые *C4*-растения (как правило, злаки) содержат относительно больший процент тяжелого и редкого в природе изотопа углерода C_{13} . Напротив, кустарники и деревья, имеющие *C3*-метаболизм, характеризуются более высоким содержанием легкого изотопа C_{12} , который более распространен на Земле. Из этого открытия следовало, что если взять на некотором участке образцы почв (или горных пород с включениями) и измерить в них соотношение содержания C_{13} и C_{12} , то можно с большой точностью подсчитать процентное соотношение травянистых растений с метаболизмом *C4* и древесных растений с метаболизмом *C3*, которые произрастали когда-то в данной местности.

Когда Серлинг и его сотрудники проанализировали состав отложений в местах находок ископаемых гомининов, они пришли к следующим выводам: ранее 8 млн лет назад в Восточной Африке в основном преобладали леса и кустарники с метаболизмом типа *C3*. Затем, в период между 8 и 3 млн лет назад, шел постепенный сдвиг в сторону травяных сообществ, однако между 3 и 2 млн лет назад этот процесс ускорился и приобрел значительно более широкий размах.

В процессе этого сдвига травяной покров быстро распространился на территории современных Кении, Эфиопии и Танзании, что сопровождалось ростом численности крупных травоядных, подтвержденным обилием их ископаемых костей. Ближе к отметке 2 млн лет назад можно наблюдать интенсивные процессы видообразования, адаптации и вымирания у африканских антилоп. В этом они повторяли судьбу человеческих предков. Антилопы принадлежат к семейству *Bovidae*, парнокопытных млекопитающих с полыми рогами, и их останками представлена чуть ли не треть всего ископаемого

материала, найденного в Африке, — несравненно больше, чем осталось от гомининов. Рога антилоп сохраняются очень хорошо, а форма их специфична для каждого вида, что, конечно, облегчает работу палеонтологов, таких как, например, Элизабет Врба (Elisabeth Vrba) из Йельского университета, которая провела колоссальный анализ всех ископаемых антилоп, найденных в Африке и датированных вплоть до 6 млн лет назад. В ходе своей работы она выявила те периоды, когда видообразование и вымирание у антилоп шло со скоростью, значительно превышающей среднюю. Самые продолжительные из них имели место около 2,8 и 1,8 млн лет назад, что совпадает со временем широкого распространения саванн, вычисленным на основании геологических данных. (Впрочем, недавние исследования, выполненные Рене Бобом (René Bobe), работающим ныне в Университете Джорджа Вашингтона, и Анной Беренсмейер (Anna K. Behrensmeyer) из Смитсоновского института, показывают, что все эти события, возможно, разворачивались не столь быстрыми темпами.) Анатомические черты ископаемых антилоп говорят о том, что некоторые виды получили преимущества от происшедшей смены растительности. Например, среди них появилось много новых видов с молярами, приспособленными для перетирания жесткой травы.

Диета и окружающая среда

Так же как и в случае с антилопами, смена растительности не могла не сказаться на эволюции наших предков. Ведь мы не просто живем в какой-то среде — мы получаем из нее пищу. Для лучшего понимания того, как меняющийся ландшафт повлиял на судьбу гомининов, весьма полезными оказались исследования палеодиеты. Как изотопный анализ почвы позволяет судить об относительном обилии травянистой и древесной растительности в древних экосистемах, таким же образом может послужить и анализ изотопного состава ископаемых зубов наших предков. Анализ зубов современного американца наверняка покажет резкое преобладание в диете *C4*-растений, поскольку основные продукты питания в США (говядина, закуски, безалкогольные напитки и сладости) — в конечном счете производные кукурузы, представителя *C4*-типа фотосинтеза.

Смена диеты у гомининов в доисторическое время, похоже, сыграла большую роль во втором эволюционном прорыве, примерно 2 млн лет назад, когда впервые появился человек, выглядящий почти по-современному. Серлинг и многие из его коллег долгое время изучали ископаемые зубы, найденные в бассейне озера Рудольф (Туркани). В прошлом году они опубликовали весьма примечательную работу, выявившую значительную разницу в характере питания между ранними представителями рода *Ното*, жившими около 2 млн лет назад, и человекообразными существами из той же эпохи, объединяемыми под родовым названием *Paranthropus*, для которых были характерны чрезвычайно мощные челюсти. Один из видов этой группы — *Paranthropus boisei* — палеоантропологи называют между собой «щелкунчиком» из-за его колоссальных моляров и соответствующих им

по мощности челюстей. Результаты изотопного анализа и исследования микроскопических царапин, оставляемых на поверхности зубов частицами пищи, показали, что эти существа не щелкали орехи, а скорее питались злаками и осоками с C4-типа метаболизмом.

Однако древние люди преподнесли ученым настоящий сюрприз. Изотопный анализ зубов показал, что в своей диете ранний *Ното* игнорировал увеличение доли C4-злаков в составе окружающей его растительности. Примерно 65% его пищи составляли C3-растения (или же мясо животных, питавшихся C3-растениями). Иначе говоря, наши предки продолжали придерживаться разнообразия в диете, несмотря на то что ландшафт вокруг них становился все более однообразным. Эту способность к разнообразному питанию они передали последующим поколениям и в итоге — нам самим. Парантропы же так и остались зажатými в своей узкой нише и в результате полностью вымерли.

Соблазнительно потеоретизировать здесь о том, что в добыче разнообразной пищи из самых различных источников раннему человеку помогли более совершенные каменные орудия того времени — топоры с рукояткой, подобия ручного зубила и другие аналогичные предметы. Все они требовали куда большей ловкости в изготовлении, но и послужить могли гораздо большему числу целей. К сожалению, эта гипотеза ничем пока не подтверждена, мы даже не знаем толком, чем в точности питались первые люди. Но все-таки ученым стало ясно, какая именно диета в итоге обеспечила ее древним обладателям успех в эволюции.

Заполняя пробелы

Вся эта история с изотопами углерода, конечно, производит сильное впечатление, однако в ней имеется и ряд пробелов, в частности отсутствуют данные за те несколько тысячелетий, которые оказались не представленными в восточноафриканских континентальных отложениях. И снова здесь на помощь могут прийти морские донные осадки. В последнее десятилетие появилась одна многообещающая технология непрерывного слежения за изменением растительности в отдаленные эпохи. Все наземные растения имеют на листьях поверхностный восковой слой, который предохраняет ткани листа от повреждения и обезвоживания. Когда растение умирает или же физически повреждается, это восковое покрытие разносится ветром вместе с минеральной пылью и другими мелкими частицами. Восковая оболочка образована липидами, представляющими собой в основном длинные углеводородные цепочки, которые весьма устойчивы к разрушению и при этом содержат изотопы углерода в пропорциях, характерных для их хозяев — растений с фотосинтезом типа C3 или C4. Если химическим путем извлечь липиды воскового покрытия растений из морских отложений (провести измерения), то можно определить принадлежность растений-хозяев к типу метаболизма C3 или C4. Относительное превосходство одного типа фотосинтеза над другим позволит количественно оценить отношение травяного покрова к древесному и кустарниковому на древней Земле.

Сара Фикинз (Sarah J. Feakins), работающая сейчас в Университете Южной Калифорнии, и группа ее коллег применили описанную технологию для реконструкции растительности на различных этапах эволюции гомининов. Проанализировав керны, взятые в одной из скважин в Аденском заливе, они подтвердили гипотезу о том, что восточноафриканские саванны значительно — примерно в полтора раза — расширили свои площади в период между 3 и 2 млн лет назад. Фикинз выяснила также, что восковые биомаркеры отражают и более краткосрочные колебания, вызванные муссонами и прецессией земной оси. Леса и саванны регулярно сменяли друг друга на протяжении коротких промежутков времени, и многие из таких колебаний достигали не меньшего масштаба, чем длительный переход лесов к более открытым травянистым экосистемам. В Танзании, в знаменитом Олдувайском ущелье, где предки человека обитали примерно 1,9 млн лет назад, ученые Клейтон Мэгилл (Clayton R. Magill) и Кэтрин Фримэн (Katherine H. Freeman), которые оба теперь работают в Университете штата Пенсильвания, обнаружили аналогичные вариации биомаркеров.

Мы подходим все ближе к пониманию истинных причин и путей человеческой эволюции. Ушло в прошлое популярное некогда представление о наших предках — выходцах из темного леса, переселившихся на луговые просторы равнин, чтобы заявить там о своем господстве. На его место встала более научно обоснованная картина ряда непродолжительных периодов изменения климата и двух крупномасштабных климатических сдвигов, что в итоге и привело к современному виду саванн в Восточной Африке. Древние люди, как показывают исследования, обладали гибкостью, чтобы приспособиться к этим изменениям. Ученые продолжают искать более детальные подтверждения того, что климат действительно был важным фактором в эволюции человека как вида. Не значит ли это, что ответ на старый как мир вопрос «Откуда мы взялись?» теперь уже не за горами? ■

Перевод: В.Э. Скворцов

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Поллард К. Что делает нас людьми? // ВМН, № 7, 2009.
- Climate and Human Evolution. Peter B. deMenocal in Science, Vol. 331, pages 540–542; February 4, 2011.
- Stable Isotope-Based Diet Reconstructions of Turkana Basin Hominins. Thure E. Cerling et al. in Proceedings of the National Academy of Sciences USA, Vol. 110, No. 26, pages 10,501–10,506; June 25, 2013.
- Evolution of Early Homo: An Integrated Biological Perspective. Susan C. Antón et al. in Science, Vol. 345, pages 1236828–1–1236828–13; July 4, 2014.
- How Have Hominids Adapted to Past Climate Change? Gayathri Vaidyanathan and Climatewire; ScientificAmerican.com, April 13, 2010.

ЕСЛИ БЫ У МЕНЯ БЫЛ МОЛОТ

Иэн Таттерсолл

Согласно общепринятым взглядам на эволюцию человека, большое значение имела способность наших предков изготавливать орудия. Но если верить новым, современным представлениям, то не менее важную роль сыграло везение

ОБ АВТОРЕ

Иэн Таттерсолл (Ian Tattersall) — палеоантрополог и почетный куратор Американского музея естественной истории в Нью-Йорке.



ы, люди, — очень своеобразные приматы. Ходим выпрямившись, опасно балансируя тяжелым телом на двух коротких ступнях. Наши головы странно раздуты, лица миниатюрные, маленькие челюсти спрятаны под похожим на воздушный шар черепом. Но, наверное, самое удивительное — то, что мы обрабатываем информацию об окружающем мире совершенно необычным способом. Насколько можно судить, мы единственные организмы, способные мысленно представить окружающую среду и собственный жизненный опыт в виде абстракт-

ных символов, которыми можно играть в уме, создавая новые версии реальности: помимо того, что было, мы можем представить себе и то, что могло быть.

У наших предков не было таких необычных свойств. По ископаемым останкам можно заключить, что немногим более 7 млн лет назад наши древние предки мало отличались от других обезьян: они жили в основном на деревьях, передвигались на четырех конечностях, у них были крупное, выступающее вперед лицо с мощными челюстями и очень небольшая черепная коробка. По-видимому, мышление у них также было на уровне шимпанзе. Хотя современные обезьяны, безусловно, умны, находчивы, могут распознавать и комбинировать символы, но все же новые реальности из символов они создавать не способны. Таким образом, чтобы стать

человеком, наш предок должен был быстро пройти через большое количество эволюционных преобразований.

Может показаться, что 7 млн лет — это много, но для изменений подобного рода это не так. Чтобы понять, как быстро это произошло, вспомните, что близкие виды приматов — те, кто относится к одному роду, — обычно не имеют значительных физических или умственных различий. Кроме того, ученые считают, что средняя продолжительность существования вида у млекопитающих составляет около 3–4 млн лет, а это примерно половина срока существования всей группы гоминидов (туда входим мы и наши вымершие человекоподобные предки).

! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- По новой теории исключительно высокая скорость эволюции древних людей обусловлена сочетанием культурных достижений и непредсказуемых изменений климата.
- Из-за изменений климата популяции людей неоднократно дробились, возникали маленькие группы, в которых быстро закреплялись генетические и культурные изменения, что способствовало ускорению видообразования.
- В результате этих событий 200 тыс. лет назад в Африке возник наш вид *Homo sapiens*, анатомически отличающийся от других видов.
- Примерно через 100 тыс. лет, оказавшись в изоляции в Африке, наш вид научился использовать символы. Почти наверняка эта уникальная способность позволила нам быстро одержать победу в конкуренции с близкими видами.



Кусок охры с гравировкой (слева) из пещеры Бломбос в Южной Африке (справа) — один из двух самых древних предметов, имеющих символическое значение. Способность к созданию таких объектов отличает наш вид от всех других. Регулярно повторяющиеся элементы рисунка означают, что он содержит информацию.



на протяжении которого она изменилась до неузнаваемости. Как известно, в процессе эволюции новые виды постепенно развиваются из предковых, и, если учитывать те радикальные изменения, которые возникли у человека, скорость нашего видообразования должна была быть значительно выше обычной.

Почему эволюция предков человека была столь стремительной? Какой механизм обеспечил такое ускорение? Как ни странно, эти очевидные вопросы не вызвали большого интереса у тех, кто занимался изучением ископаемых свидетельств человеческой эволюции. Обычно говорят про способности наших предков решать возникающие проблемы с помощью каменных орудий, одежды, жилищ, огня и т.д., т.е. объектов материальной культуры, которые отражают их образ жизни. Ученые давно считают, что естественный отбор благоприятствовал тем древним людям, которые могли осваивать новое и делиться своими изобретениями. Они лучше выживали и размножались, что обеспечило гоминидам устойчивый прогресс.

Но такого рода улучшения не дают достаточной скорости, чтобы радикально изменить человеческую ветвь эволюции за 7 млн лет. По мере того как мы все больше узнаем про изменение климата за последние 2 млн лет, возникает новая картина, в которой климатические колебания совместно с развитием материальной культуры ускоряют темп эволюции наших предков. Похоже, что появление орудий и другие технологии позволили ранним гоминидам заселить новую среду обитания, хотя эти средства уже не смогли гарантировать выживание, когда условия периодически ухудшались. В результате многие популяции распались на более мелкие, в которых генетические и культурные изменения начали закрепляться значительно быстрее, чем это было бы в больших группах, что и привело к ускорению эволюции. Другие популяции просто погибли. Мы — тот вид, который в итоге победил не только благодаря нашим способностям, но и за счет некоторых случайностей, таких как изменения климата.

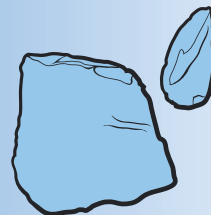
Хронология



ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ НОВЫХ НАВЫКОВ

За последние 4 млн лет у гоминидов, к которым относится и наш вид, анатомия, поведение и мышление значительно изменились. В начале этого периода наши древесные предки только начали экспериментировать с наземным образом жизни. Около 2,6 млн лет назад уже появились примитивные каменные орудия, а царапины на костях животных означают, что гоминиды начали разделять туши еще раньше, все больше завися от белков животного происхождения. Это изменение питания в конечном счете спровоцировало стремительное увеличение размеров мозга у нашего рода *Ното*, появившегося примерно 2 млн лет назад.

Зарождение материальной культуры: изготовление первых орудий из оббитых камней



Размер мозга ранних гоминидов

Перемещение на землю

Конечно, материальная культура сыграла чрезвычайно важную роль в создании такого необычного явления, как современный человек (*Homo sapiens*), но в нашей эволюционной истории она появилась довольно поздно. Более чем за 4 млн лет до того, как наши предки научились использовать орудия, им нужно было слезть с деревьев и попробовать жить на земле. Для обезьяны с четырьмя цепкими конечностями это серьезный подвиг. К этому моменту должна была быть сформирована привычка держать туловище вертикально, переносить вес тела полностью на ноги. И действительно, есть свидетельства, что такая поза встречалась у некоторых ранних человекообразных обезьян.

Следствием перемен в образе жизни стали значительные изменения анатомии, и это несомненно подготовило почву для дальнейших модификаций, хотя и не вызвало ускорения темпов эволюции. На протяжении примерно 5 млн лет с момента возникновения гоминидов их эволюция шла примерно так же, как у других успешных групп приматов: с самого начала наше семейное древо было кустистым, т.е. в каждый момент времени существовало сразу много видов, которые пытались оценить преимущества хождения на двух ногах. Эти ранние попытки, очевидно, не были связаны со значительными изменениями; по среде обитания и образу жизни гоминиды в это время, похоже, мало отличались друг от друга. У этих древних предков человека, как и у других

сущест, живущих и среди деревьев, и на более открытых пространствах, сохранялись небольшие размеры мозга и тела и архаичные пропорции с короткими ногами и высокоподвижными руками.

Скорость эволюции начала резко возрастать только после того, как примерно 2 млн лет назад возник наш род *Ното*. Материальная культура в виде каменных орудий появилась по крайней мере за полмиллиона лет до этого, что послужило очень веским доказательством, что именно культура поспособствовала нашему быстрому превращению из медленно эволюционирующей древесной

Биологи горячо спорят о том, какие ископаемые останки считать самыми ранними представителями *Ното*, но сходятся в том, что первые гоминиды, имеющие пропорции тела, сходные с нашими, появились менее чем 2 млн лет назад



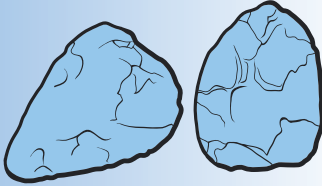
Современная походка человека

Появление вида *Homo sapiens*

1 млн лет назад

Сегодня

Появление более сложных орудий (таких, как каменный топор)



Гоминиды систематически используют некоторые технологии, в том числе огонь, одежду и строительство жилищ



Доказательства появления символического поведения 100–80 тыс. лет назад в Африке



Мозг увеличился вдвое



Мозг еще раз увеличился вдвое

обезьяны в целый ряд быстро сменяющих друг друга наземных видов людей. Ученые обнаружили в Африке примитивные каменные орудия возрастом до 2,6 млн лет и еще более древние следы от орудий на костях животных. Первобытные гоминиды почти наверняка делали эти простые орудия, отбивая маленькие острые пластины от каменного ядра размером с кулак.

Несмотря на архаичную анатомию древних изготовителей орудий, по уровню интеллекта они поднялись на более высокую ступень. Даже при интенсивном обучении современные обезьяны не понимают, как воздействовать одним камнем на другой, чтобы отколоть кусочек определенным образом, как это умели делать древние гоминиды. Эти осколки использовались в том числе и для разделки туш травоядных млекопитающих. Появление этого принципиально нового поведения значительно расширило рацион гоминидов: раньше они были в основном вегетарианцами, а теперь могли потреблять животных белки и жиры. Пока не известно, находили ли они мертвых животных или занимались охотой. В дальнейшем смена пищевых пристрастий позволила представителям рода *Homo* значительно увеличить размер такого энергозатратного органа, как мозг.

Биологи горячо спорят о том, какие ископаемые останки считать самыми ранними представителями *Homo*, но сходятся в том, что первые гоминиды, имеющие пропорции тела, сходные с нашими, появились менее чем 2 млн лет назад. Примерно в это же время гоминиды вышли из Африки и широко распространились

по Старому Свету. Они ходили как мы, держа тело вертикально и шагая двумя ногами, жили в открытой саванне, где не было лесных укрытий, и, скорее всего, их рацион был богат пищей животного происхождения. У первых *Homo* мозг был лишь чуть-чуть больше, чем у их предков, но уже 1 млн лет назад объем мозга *Homo* увеличился в два раза, а 200 тыс. лет назад его объем еще раз удвоился.

Гонка вооружений во время ледникового периода?

Такая скорость увеличения мозга поразительна, и это происходило как минимум в трех независимых ветвях *Homo*: у *Homo neanderthalensis* в Европе, у *Homo erectus* в Восточной Азии и у нашего вида *Homo sapiens* в Африке. Наличие таких параллельных направлений означает, что увеличение размера мозга давало преимущества для выживания и было общей чертой всего рода, а не отдельным свойством только *H. sapiens*. Чем-то это похоже на своеобразную гонку вооружений: переход к метательному оружию означал, что группы людей стали самыми опасными хищниками друг для друга, даже если конкуренция была только экономической, за ресурсы.

Традиционное, любимое эволюционными психологами, объяснение быстрого развития мозга у гоминидов называется генно-культурной коэволюцией. Этот процесс подразумевает непрерывное действие естественного отбора на последовательность поколений и мощную положительную обратную связь между биологическими и культурными изменениями. Поскольку люди

с увеличенным мозгом были успешны на протяжении нескольких поколений, популяция становилась умнее, создавались орудия и другие полезные новшества, которые также повышали приспособленность популяции. В этой модели связь между генами и культурой постепенно влияла на виды таким образом, что фактически вынуждала предков человека становиться умнее, усложнять поведение и создавала предрасположенность к быстрым эволюционным изменениям.

Однако по зрелом размышлении становится понятно, что должно было быть что-то еще. Один из недостатков представленного сценария заключается в том, что давление естественного отбора (воздействие, к которому виды должны были адаптироваться) должно было

2 млн лет нововведения возникали нерегулярно, не было непрерывного прироста сложности. Например, новые типы орудий появлялись с интервалами в сотни тысяч или даже миллионы лет, а в промежутках только минимально дорабатывались. На этом этапе гоминиды, по видимому, реагировали на изменения окружающей среды, используя старые орудия для новых целей, а не изобретая их новые типы.

Поскольку нет доказательств, что когнитивные способности гоминидов непрерывно улучшались, возникают дополнительные сомнения насчет постепенности эволюции. Даже когда появились виды *Ното* с более крупным мозгом, старые технологии и образ жизни сохранялись, а новые подходы возникали время от времени и обычно

не одновременно с появлением нового вида, а на протяжении его существования. В частности, признаки наличия современного абстрактного мышления появляются неожиданно и довольно поздно. Самые древние найденные символические объекты — два куска охры с выцарапанными геометрическими узорами — обнаружены в пещере Бломбос в Южной Африке, им всего примерно 77 тыс. лет, к тому времени давно уже появился хорошо узнаваемый по анатомии *H. sapiens* (он возник примерно 200 тыс. лет назад). Поскольку рисунок на охре повторяющийся, ученые уверены, что он не случаен, а содержит информацию. Такие внезапные прорывы не согласуются с гипотезой непрерывного интеллектуального развития из поколения в поколение.

Возможности маленьких популяций

Очевидно, чтобы объяснить быстрые изменения гоминидов ледникового периода, надо отвлечься от процессов, происходящих внутри отдельных рядов поколений.

Тем не менее можно задействовать те же элементы, которые использовались в идее генно-культурной коэволюции, — давление окружающей среды и материальную культуру. Просто они работают не так, как традиционно считается. Чтобы понять, как эти факторы взаимодействуют друг с другом, запуская эволюционные изменения, прежде всего надо признать, что популяция должна быть небольшой, чтобы значительное генетическое или культурное нововведение могло в ней прижиться. Крупные популяции с высокой плотностью слишком генетически инертны, чтобы их можно было менять в каком-либо направлении, чего нельзя сказать о маленьких изолированных группах.

Сегодня человечество ведет оседлый образ жизни, огромное количество людей заполняет все доступные для жизни области земного шара. Но во времена ледникового периода гоминиды перемещались, занимаясь охотой и собирательством, живя за счет даров природы, и понемногу распространились по Старому Свету. Изменения климата постоянно били по их маленьким

К периоду между 500 тыс. и 1 млн лет назад гоминиды обладали набором умений от создания орудий до приготовления пищи и строительства жилищ, которые позволили им эффективнее использовать среду обитания. Благодаря этим технологиям гоминиды ледникового периода, вероятно, смогли значительно расширить ареал обитания

сохраняться неизменным в течение длительного времени. Но *Ното* развивались во время ледникового периода, когда в Северном полушарии ледники периодически подступали туда, где сейчас находятся Нью-Йорк и северная часть Англии, а в тропиках были периоды экстремальной засухи. На фоне такой экологической нестабильности давление естественного отбора не могло быть постоянно направленным в одну сторону. Чем больше мы узнаем об этих колебаниях климата, тем лучше мы понимаем, насколько нестабильными должны были быть условия жизни наших предков. Керны, полученные при бурении ледников и донных отложений, свидетельствуют о том, что после примерно 1,4 млн лет колебания между теплыми периодами и резкими похолоданиями происходили все чаще. В результате везде, где заселились популяции гоминидов, они должны были реагировать на многократную резкую смену условий.

Другой недостаток стандартного объяснения связан с особенностями имеющихся данных. Археологические находки свидетельствуют о том, что за последние

отдельным группам. Колебания температуры и влажности и даже изменения уровня воды в морях и озерах влияли на доступность ресурсов на определенной территории, меняя растительность и вызывая миграцию животных. Часто районы обитания становились для гоминидов неблагоприятными или даже непригодными для жизни, и их приходилось покидать до лучших времен.

К периоду между 500 тыс. и 1 млн лет назад гоминиды обладали набором умений от создания орудий до приготовления пищи и строительства жилищ, которые позволили им эффективнее использовать среду обитания и преодолеть некоторые физиологические ограничения. Предположительно благодаря этим технологиям гоминиды ледникового периода смогли значительно расширить ареал обитания. В хорошие времена разнообразные умения помогали им увеличивать размер популяций и расселяться в пограничные области, которые в другой период были недоступны. Но с ухудшением климатических условий культурные навыки уже не давали достаточной защиты от неблагоприятных факторов. Тогда численность популяции не только уменьшалась, но она еще и оказывалась раздробленной на несколько мелких.

В результате получались маленькие изолированные группы с идеальными условиями для закрепления генетических и культурных новшеств и последующего видообразования. Когда условия снова улучшались, популяции опять расширялись и вступали в контакт друг с другом. Если имелись уже новые виды, чаще всего возникали конкуренция и выборочное истребление. Если видообразование было еще неполным или его вообще не произошло, то любые генетические изменения объединялись в общей популяции. В любом случае изменения имели место. В нестабильных условиях ледникового периода этот процесс мог повторяться быстро и многократно, что подготавливало условия для чрезвычайно быстрой эволюции, происходящей в конечном счете в связи с наличием материальной культуры. Когда страсти улеглась, мы оказались единственными в своем роде: по воле счастливого случая когнитивные достижения, культурные инновации и климатические изменения помогли нам за короткое время устранить или пережить всех гоминидов-конкурентов во всем Старом Свете. Наше конкурентное преимущество почти наверняка связано с приобретением способности к символическому познанию, помогающему строить самые неожиданные планы. Интересно, что у нашего вида *H. sapiens* способность к символизации, подстегиваемая культурным влиянием, привела к появлению речи — высшей степени символизации.

Такой взгляд на нашу эволюцию, при котором наш вид мыслится как возникший в результате быстрой последовательности случайных внешних событий, совсем не связанных с особенными качествами наших предков, значительно менее возвышает нас, чем традиционные идеи торжественного развития на протяжении веков. Но если приглядеться к итоговому результату, становится ясно, что это правдоподобный вариант: не обязательно долго заниматься самоанализом, чтобы понять, что при всех своих выдающихся качествах *H. sapiens*

несовершенен: об этом много написано и не в последнюю очередь — специалистами по эволюционной психологии.

Если считать, что наш удивительный вид возник случайно, из этого можно извлечь важный урок. Поскольку мы формировались не для жизни в строго определенных условиях среды, у нас есть свобода воли, которой нет у других видов. Мы действительно можем выбирать, как себя вести. И, конечно, это означает, что мы в ответе за сделанный выбор. ■

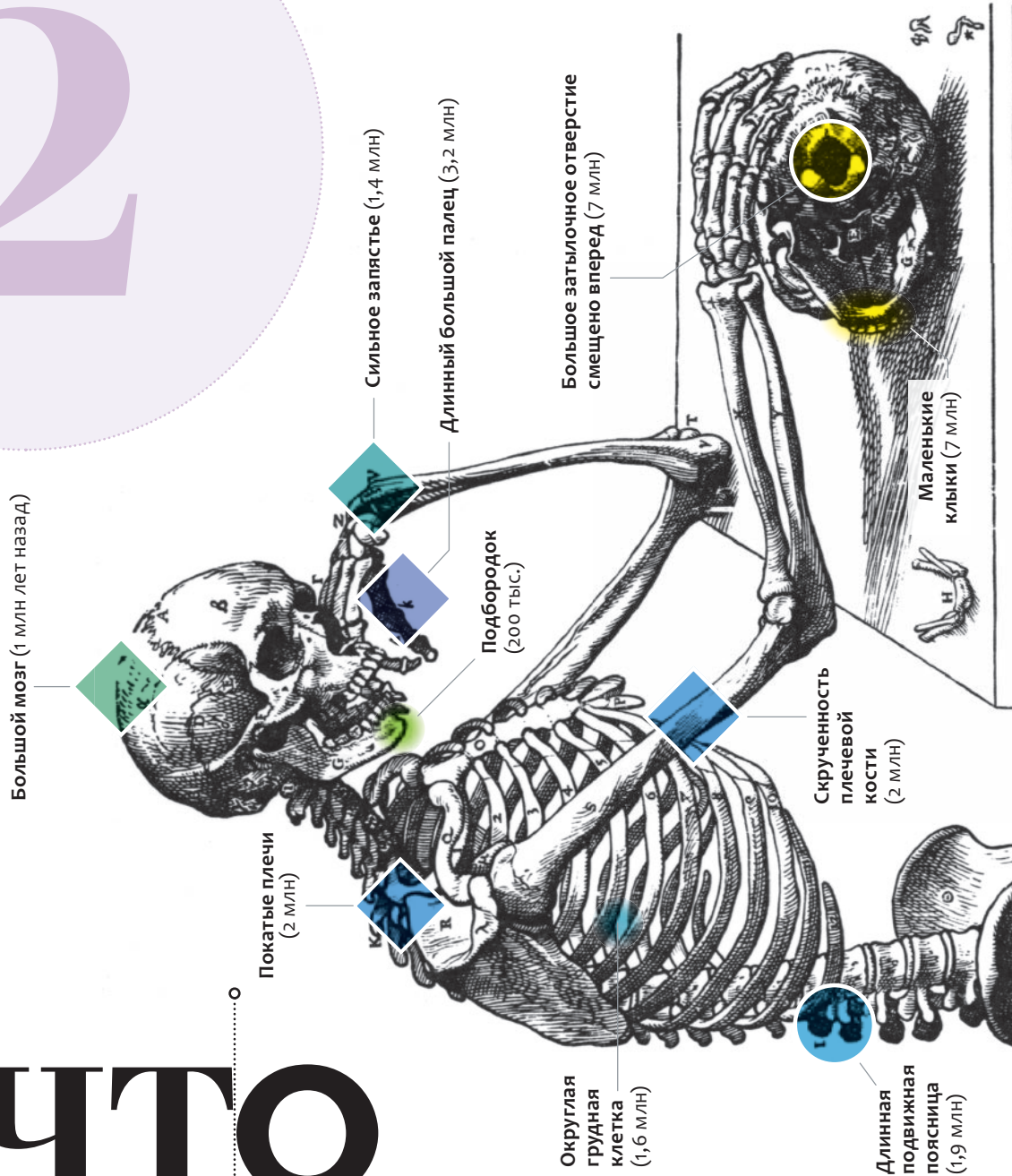
Перевод: М.С. Багоцкая



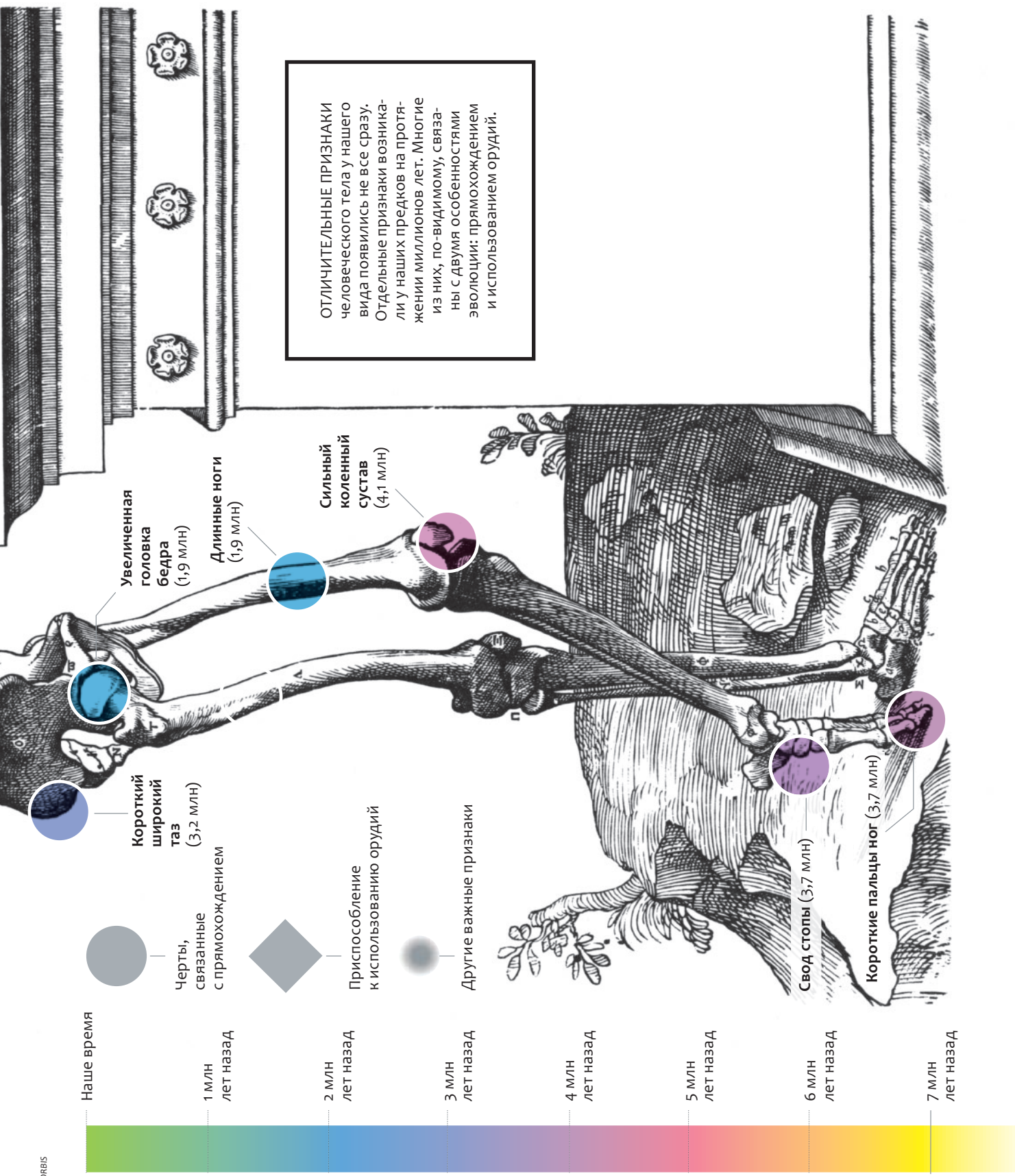
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

■ Masters of the Planet: The Search for Our Human Origins. Ian Tattersall. Palgrave Macmillan, 2012.

2



ЧТО ДЕЛАЕТ НАС ОСОБЫМИ





МИР ДЛЯ ДВОИХ

*Переход к моногамии,
возможно, был
самым удачным
эволюционным шагом
за всю биологическую
историю человека*

Эдгар Блейк

ОБ АВТОРЕ

Эдгар Блейк (Edgar Blake) — соавтор нескольких книг, среди которых «Как Люси заговорила» (*From Lucy to Language*). Кроме того, он работает старшим редактором в издательстве *University of California Press* и сотрудничает с журналом *Archaeology Magazine*.



Люди относятся к млекопитающим — группе животных, не склонной к моногамным отношениям. Наши близкие родичи приматы более избирательны в вопросах «личной жизни» по сравнению с общим фоном; постоянные пары характерны здесь, по разным оценкам, для 15–29% видов. Однако и среди такой небольшой доли лишь единичные виды придерживаются моногамии в том смысле, как это понимаем мы, люди, — когда сексуальные взаимоотношения существуют строго между двумя индивидами.

Понятно, что людям тоже не всегда есть чем похвастаться в столь щекотливой сфере. Интрижки, разводы — не такая уж редкость в нашем роду. Существуют, в конце концов, даже традиционно гаремные культуры. Следует признать, что полигамные связи возможны практически в любом социуме из известных в мире. Но даже там, где подобные браки разрешены законом, они составляют явное меньшинство по сравнению с обычными семьями, состоящими из двух супругов. В основе своей устройство человеческого общества так или иначе завязано на идее, что значительная часть населения разбита на устойчивые пары, существующие продолжительное время и замкнутые сами на себя во всем, что касается физической любви. И вот что интересно: моногамия, похоже, дала нашему виду массу преимуществ перед

другими животными, обитающими на Земле. Парные связи (как называют ученые данный тип межполовых взаимодействий), возможно, оказались ключевой адаптацией, возникшей еще у наших древних предков и ставшей центром притяжения всей социальной системы внутри человеческих популяций. Она же обусловила и наш несомненный эволюционный успех. «Вы даже не представляете, насколько существенно мы опередили множество других видов в самых разных аспектах биологии лишь потому, что практикуем парные связи», — говорит антрополог Бернар Шапэ (Bernard Chapais) из Монреальского университета.

Моногамная семья создает фундамент для еще одной уникальной особенности человека как вида — колоссальной по объему и сложности системы социальных

! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Даже в тех странах, где официально разрешены полигамные браки, моногамия представляет собой гораздо более широко распространенный вид семейных взаимоотношений. В этом аспекте мы выглядим очень странными существами — ведь среди млекопитающих постоянные пары образует менее 10% видов.
- Вопрос о том, как люди вступили на путь моногамии, обсуждается десятилетиями и все еще до конца не решен. Исследования, призванные пролить свет на загадку, продолжаются.
- Существуют данные, что уже самые первые гоминины, возникшие более 7 млн лет назад, могли быть моногамными. Такой тип семейного уклада доминирует (за некоторыми исключениями) и у современных людей, потому что он — ни больше ни меньше — сделал наших предков теми высоколобыми повелителями Земли, каковы мы сегодня.



Альфа-самец горной гориллы (на фото справа) со своей группой в лесах Руанды. Гориллы — полигамные человекообразные обезьяны, которые живут небольшими группами, состоящими из одного доминирующего самца, нескольких самок и молодого потомства.

связей, в которую мы погружены. Детеныши других видов приматов формируют родственные связи только по материнской линии, человеческие же дети — по линиям обоих родителей, расширяя тем самым родственные узы в каждом новом поколении. В эту социальную сеть вовлекаются также семьи более отдаленных родственников и даже неродственные группы людей, благодаря чему социальными связями пронизано все общество. По мнению Шапэ, моногамия вместе с развитой системой родственных уз составляют две черты человеческого общества, имевшие для нашего вида наиболее глубокие исторические последствия.

Ученые десятилетиями бьются над решением загадки о происхождении человеческой моногамии. Наиболее активно всегда обсуждались три главных вопроса: когда люди перешли к устойчивым парным связям, какие преимущества это нам дало и каким образом подобная стратегия могла обеспечить эволюционный успех человеку как виду. Новейшие исследования пока тоже не дают окончательного ответа, но все-таки постепенно приближают нас к разгадке нашей «семейной тайны».

Как появились постоянные пары?

Вполне вероятно, что уже самые ранние наши предки были моногамны. Антрополог Клод Оуэн Лавджой (C. Owen Lovejoy) из Государственного университета

Кента считает имеющиеся на сегодня ископаемые находки достаточно хорошим подтверждением того, что «единобрачие» в нашей эволюционной линии появилось еще во времена, предшествовавшие даже такому древнему виду, как *Ardipithecus ramidus*, известному лучше всего по неполному скелету возрастом около 4,4 млн лет, открытому в среднем течении реки Аваш (Эфиопия). Скелет принадлежал самке, получившей среди ученых прозвище Арди. По гипотезе Лавджоя, около 7 млн лет назад, вскоре после обособления от последнего общего предка, роднящего нас и высших обезьян, непосредственные предшественники гомининов приобрели триаду поведенческих признаков, поставивших новую ветвь эволюции особняком среди человекообразных приматов. Речь идет об использовании рук (освободившихся вследствие перехода к бипедии) для добычи и переноса пищи, образовании парных семей и исчезновении внешних признаков овуляции у самок, демонстрирующих их готовность к спариванию. Развитие таких черт и создало гомининов как группу, принципиально непохожую на шимпанзе и родственные им виды, у которых репродуктивный потенциал человекообразных обезьян достиг своего эволюционного предела.

Смена полигамной системы на моногамную объясняется в этой схеме тем, что низкоранговые самцы, пользуясь своей способностью переносить пищу в руках,

отказались от выяснения отношений между собой путем драк (энергетически слишком затратных) и вместо этого стали приносить самкам пищу как поощрение, побуждающее к спариванию. Со своей стороны самки отдавали предпочтение более надежным и заботливым ухажерам перед просто агрессивными конкурентами и стали в конце концов поддерживать постоянные связи с теми самцами, которые лучше их кормили. Исчезновение же внешних признаков овуляции, привлекающих самцов и делающих их более агрессивными (набухание кожи вокруг половых органов и пр.) возникло как приспособление, снижающее внимание к самкам со стороны самцов-конкурентов, пока самец-партнер отсутствовал в поисках пищи.

Как, на первый взгляд, ни странно, Лавджой считается одним из важных подтверждений своей гипотезы строение ископаемых зубов ардипитека. У этого вида по сравнению с любыми ныне живущими и вымершими обезьянами разница в размере клыков между самцами и самками значительно меньше. У всех видов приматов, где самцы добиваются возможности спаривания через постоянные драки с себе подобными, эволюция способствует превращению клыков в длинные смертельно опасные стилеты. Но у ранних гомининов все обстоит иначе. Представьте себе самца гориллы с открытой пастью, а потом подойдите к зеркалу и загляните себе в рот. Люди обоих полов имеют одинаково мелкие клыки, не выделяющиеся среди остальных зубов. Такой признак характерен абсолютно для всех гомининов, включая самых ранних представителей рода *Ardipithecus*. Он фактически сигнализирует другим особям об отсутствии угрозы.

У приматов существует также приблизительная корреляция между моделью сексуального поведения и половым диморфизмом в размерах тела. Разница по массе и размерам между полами особенно велика у тех видов, где самцы непрерывно сражаются за самок. Чемпион по этому показателю — горилла, типично полигамный вид. Самцы горилл могут превосходить своих самок по массе тела более чем в два раза. На другом конце шкалы находятся гиббоны — тоже человекообразные обезьяны, но со строго моногамным поведением: у них самцы и самки почти не отличаются по весу. Мы, люди, очень близки в этом смысле к гиббонам: максимальная разница в весе между мужчинами и женщинами не превосходит 20%.

К сожалению, изложенными выше соображениями и ограничивается то, что мы можем извлечь из ископаемого материала касательно семейной жизни наших далеких предков. И даже с этими данными не все



Азарская мирикина (*Aotus azarae*) — ночная обезьяна, обитающая в Южной Америке, — вид полностью моногамный, причем основную заботу о потомстве берет на себя самец

однозначно. Палеоантрополог Майкл Плавкан (J. Michael Plavcan) из Арканзасского университета настаивает на соблюдении осторожности в суждениях при переходе от признаков древних костей сразу к вопросам социального поведения их обладателей. В качестве примера он приводит подвид афарского австралопитека (*Australopithecus afarensis*), один из самых известных представителей которого — нашумевшая в 1970-х гг. Люси. Данный вид младше ардипитека, он жил в период между 3,9 и 3 млн лет назад. И хотя клыки у *A. afarensis* тоже крайне редуцированы, по размерам тела он обнаруживает промежуточный уровень полового диморфизма между двумя типично полигамными современными обезьянами — шимпанзе и гориллой. «Итак, — комментирует Майкл, — мы видим у афарского гоминида настолько развитый половой диморфизм по размерам тела, что их самцы чуть ли не обязаны были драться за самок, и одновременно с этим — отсутствие крупных клыков, которое означает, что драться они попросту не могли. Вот где настоящая загадка».

Многие антропологи критикуют и ту часть гипотезы Лавджоя, которая утверждает, что моногамия, основанная на кормлении самок самцами, существует

у человеческих предков уже многие миллионы лет. В прошлом году в журнале *Evolutionary Anthropology* Шапэ высказал иную точку зрения: уникальные поведенческие особенности человека (моногамия, родственные узы по линиям обоих родителей и обширные социальные связи) возникли не сразу, а поэтапно. Вначале у гомининов превалировал промискуитет и оба пола равным образом могли спариваться со многими партнерами. Затем последовал переход к полигамии — примерно такой, как у горилл. Однако держать при себе нескольких самок — тяжелое бремя для самца. Это означает непрерывное наблюдение за своим гаремом и постоянные драки с соперниками. Возможно, моногамия возникла именно как адаптация, позволяющая не растрачивать столько сил впустую.

Шапэ не уточняет, когда именно у гомининов начался моногамный этап и у каких видов это произошло впервые. Однако другие исследователи обычно называют время между 2 и 1,5 млн лет назад (т.е. уже после формирования рода *Homo*) и связывают такие перемены с появлением анатомических черт, типичных для *Homo erectus*, который, очевидно, был первым видом гомининов, мигрировавшим за пределы Африки. По размерам *H. erectus* был значительно крупнее своих предшественников — примерно вдвое выше родичей Люси, а пропорции его тела гораздо больше напоминали человеческие. Размерный диморфизм полов у «человека прямоходящего» был выражен существенно слабее, чем в подсемействе *Australopithecinae* и у более древних видов рода *Homo*. Хотя палеонтологический материал по *H. erectus* ограничен, имеющиеся данные указывают на то, что самки приближались по размерам к самцам: уровень различий был того же масштаба, как у современных людей. Следовательно, социальные связи у питекантропов и их родичей были в меньшей степени основаны на соперничестве самцов, чем у ранее существовавших видов. Поскольку у других приматов с таким уровнем диморфизма моногамия — это правило, то и у *H. erectus*, очевидно, должен был случиться переход к парным семьям.

Стратегическое партнерство

Если антропологи не могут сойтись во мнениях насчет того, когда именно наши предки перешли к моногамным отношениям, едва ли можно ожидать от них единодушия по вопросу о причинах самого перехода. Можно выделить как минимум три конкурирующие и сосуществующие долгое время гипотезы о движущих силах, ведущих к моногамии. Первая из них делает упор на возникновении территориальности у самок, вторая — на поведении, направленном на защиту детенышей от агрессии со стороны самцов, и третья — на участие самцов в воспитании потомства. В 2013 г. две исследовательские группы

независимо друг от друга опубликовали результат анализа существующей литературы в поисках фактов, подтверждающих или опровергающих каждую из упомянутых гипотез.

Гипотеза о территориальности у самок постулирует, что моногамии предшествовало деление жизненного пространства между самками, которым требовалось больше места для поиска пищи, особенно если источники ее были ограничены. Соответственно, самки обитали теперь все дальше и дальше одна от другой. При таком положении вещей полигамные самцы просто физически не могли контролировать свои гаремы. Установление постоянного партнерства с единственной самкой существенно облегчало жизнь сильному полу, снижало риск быть раненым в одной из многочисленных драк и позволяло самцу быть уверенным, что потомство его избранницы принадлежит ему.

Два кембриджских зоолога Дитер Лукас (Dieter Lukas) и Тим Клаттон-Брок (Tim Clutton-Brock) взялись подтвердить эту гипотезу, статистически проанализировав

Держать при себе нескольких самок — тяжелое бремя. Для самца это означает непрерывное наблюдение за своим гаремом и постоянные драки с соперниками. Возможно, моногамия возникла именно как адаптация, позволяющая не растрачивать столько сил впустую

поведение у 2545 видов млекопитающих. Обнаруженные новые факты они опубликовали в журнале *Science*. Суть выводов, сделанных в статье, сводится к тому, что во многих группах млекопитающих самцы у эволюционно ранних видов, как правило, не образуют постоянных пар, но позднее переключаются на моногамию. В эволюционной истории было зарегистрировано более 60 таких случаев (точнее, 61), причем чаще всего — у приматов и хищников. Они используют богатые, но сравнительно редко встречающиеся в природе источники пищи, такие как туши мертвых животных или же спелые плоды. Поиск питания при этом связан с исследованием большой территории, что и ведет к изоляции самок друг от друга. Авторы нашли тесную корреляцию между подобным образом жизни и частотой моногамных отношений. Проще говоря, самки-одиночки вынуждают и самцов искать связей только с одной партнершей.

Лукас признает, что, хотя гипотеза хорошо применима к самым разным группам млекопитающих, она мало подходит для людей и их ближайших предков. Действительно, нелегко примирить очевидную для всех высокую

социальность современных людей с гипотезой, базирующейся на малой плотности распределения самок в популяции. Если наши предки были столь же компанейскими существами, каковы мы, то сложно представить себе, что их самки бродили в одиночестве по саванне, уподобившись, скажем, леопардам. И все-таки данная гипотеза сильно поднимается в цене, если предположить, что моногамия возникла у предков человека еще до того, как они перешли к групповому образу жизни.

Вторая популярная гипотеза состоит в том, что моногамия возникла в ответ на угрозу жизни потомству самки со стороны самцов. Если, например, один из конкурентов альфа-самца вытеснит его с лидирующей позиции или просто перейдет к открытому соперничеству, то он с большой вероятностью может убить ту молодь, которая была зачата его предшественником или конкурентом. Биологический смысл такой жестокости состоит в том, что в ответ на гибель детенышей у самок часто прекращается выделение молока, а затем вновь происходит овуляция, что дает новому самцу возможность оставить собственное потомство.

Однако не исключен и совсем иной эффект: материнский инстинкт может побудить самку вступать в союз не с агрессивными самцами, а с такими, которые будут защищать исключительно ее и ее детей.

Антрополог Кит Опи (Kit Opi) из Университетского колледжа Лондона привел доказательства в пользу только что изложенной гипотезы в статье, опубликованной журналом *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. С группой своих коллег Опи создал компьютерную модель, симулирующую эволюционную историю у 230 видов приматов, и применил к ней метод байесовского статистического анализа, чтобы выяснить, какая из трех основных гипотез происхождения моногамии с наибольшей вероятностью дает корректное объяснение происшедшим в ходе эволюции событиям. Достоверная корреляция была обнаружена для каждой из трех гипотез, но именно растущая угроза гибели потомства предшествовала переходу к моногамии у большинства эволюционных линий приматов.

Такой вывод подтверждается хорошо известными фактами из биологии и поведения приматов. Детоубийство для приматов представляет куда большую угрозу, чем для других групп млекопитающих, — ведь их крупный мозг требует длительного времени для полного развития. Соответственно, детеныши приматов более беспомощны и гораздо дольше зависят от родительской опеки после рождения. Однако есть и противоречащие данной гипотезе факты. Убийство детенышей самцами выявлено уже более чем у 50 видов приматов — как правило, оно происходит тогда, когда сторонний самец нападает на грудное потомство с целью добиться доминирования или получить доступ к самкам. Тем не менее почти

все такие виды полигамны или же поддерживают промискуитет. Иначе говоря, распространение детоубийства у современных приматов не соответствует предсказаниям обсуждаемой гипотезы о том, что такие виды должны были бы перейти к моногамии.

Третья гипотеза объясняет появление парных семей тем, что самец берет на себя определенную часть родительских забот. Воспитание потомства у приматов связано с продолжительными и высокими затратами энергии и может оказаться не под силу одной лишь матери. В таком случае наибольшие шансы на оставление потомства будут иметь те самцы, которые сохраняют верность своей самке и обеспечивают ее пищей. Сходную гипотезу выдвинул антрополог из Университета Нотр-Дам Ли Геттлер (Lee Gettler) — он утверждает, что даже просто ношение детеныша может способствовать укреплению моногамных связей. Самки любых млекопитающих в период вскармливания потомства должны испытывать постоянную потребность в дополнительном питании. Однако для типичных собирателей, таких как

Сотрудничество индивидов пронизывает всю историю развития человека как вида — идет ли речь о моногамных парах, нуклеарных семьях или племенах. Именно данная черта позволила людям успешно прогрессировать, в то время как их предки вымерли окончательно

приматы, постоянное таскание на себе младенцев (при том, что они лишены каких-либо приспособлений, ограничивающих подвижность детенышей) может обернуться энергетическими затратами, сравнимыми с затратами на кормление грудью. Самец, беря на себя труд по ношению детенышей, уже вносит вклад в «энергетические доходы» семьи, освобождая самку для самостоятельной добычи пищи.

Хороший пример заботы о потомстве, основанной на моногамии, дает образ жизни азарской мирикины (*Aotus azarae*) — ночной обезьяны, обитающей в Южной Америке. Эти приматы живут небольшими семейными группами, состоящими из самца, самки и их потомства, среди которых один обычно совсем маленький, а еще один-два принадлежат подрастающему поколению. Сразу после родов самка носит новорожденного младенца у себя на бедре. Но как только детеныш достигает двухнедельного возраста, основную заботу о его кормлении, а также груминг и игры берет на себя самец. Взрослые родители постоянно сохраняют контакт друг с другом — в буквальном смысле, касаясь друг друга хвостами,

и даже само присутствие самца вблизи своей избранницы и их младенца, вероятно, создает между ними глубокие эмоциональные связи.

Моногамия у азарской мирикины подтверждается и генетическими исследованиями, результаты которых были опубликованы в мартовском номере журнала *Proceedings of the Royal Society*, — кстати, это вообще первый случай, когда у приматов (не считая, конечно, людей) моногамия доказывается методами генетики. Образцы ДНК, взятые у нескольких семей *A. azarae*, продемонстрировали, что родителями 35 изученных детенышей всякий раз были одни и те же пары особей — лишь один-единственный самец выпал из такой закономерности. «Молекулярные данные тоже доказывают, что эти существа живут неразлучными парами» — говорит один из соавторов работы, антрополог Эдуардо Фернандес-Дуке (Eduardo Fernandez-Duque), работающий ныне в Йельском университете. Парные семьи существуют у обезьянок в среднем девять лет, и те партнеры, которые дольше всего живут вместе, имеют и наибольший репродуктивный успех — на него и направлена эволюция любой системы спаривания.

Что же говорят два новейших статистических исследования по поводу последней гипотезы? Оба они видят ее наименее вероятной среди трех, описанных в начале главы. Однако Лукас замечает: «Родительская забота со стороны самца прекрасно объясняет, почему, став однажды моногамными, виды остаются такими и дальше».

От семьи — к племени

Однако парной семьи как таковой еще недостаточно, чтобы вырастить детеныша человекообразной обезьяны столь же умным и общительным, как человеческий ребенок, — таково мнение антрополога Сары Хрды (Sarah Hrdy), работающей в Калифорнийском университете в Дэвисе. На долгом пути от момента рождения до возраста половой зрелости мы потребляем не менее 13 млн калорий, и обеспечить их — тяжелая ноша даже для двух родителей. Возможно, именно по этой причине женщины в человеческом обществе во многом полагаются — и в питании, и в воспитании детей — не только на мужа, но и на других родственников. «Женщины охотно поручают заботу о своих детях другим людям, иной раз буквально с момента их рождения, — замечает Хрды. — Но ведь это очень странное поведение с точки зрения человекообразной обезьяны: ни одна из них не позволит другим особям вмешиваться в воспитание детенышей».

Сара Хрды полагает, что социальная система, в которой вся родня участвует в воспитании подрастающего поколения, возникла как эволюционная адаптация у наших предков начиная с *H. erectus*, т.е. 2 млн лет назад. Этот вид имел и более крупное тело, чем его предшественники, и, что еще важнее, более крупный мозг относительно общей массы. Для поддержания функций организма *H. erectus* требовалось затрачивать примерно на 40% энергии больше, чем у более ранних гомининов. И коль скоро человек прямоходящий вступил

на путь приобретения черт современных людей — с типичной задержкой взросления и необходимостью для взрослых подолгу воспитывать потомство, — коллективная забота о новом поколении могла стать ключевым фактором, позволившим *H. erectus* эволюционировать в направлении еще более крупного мозга.

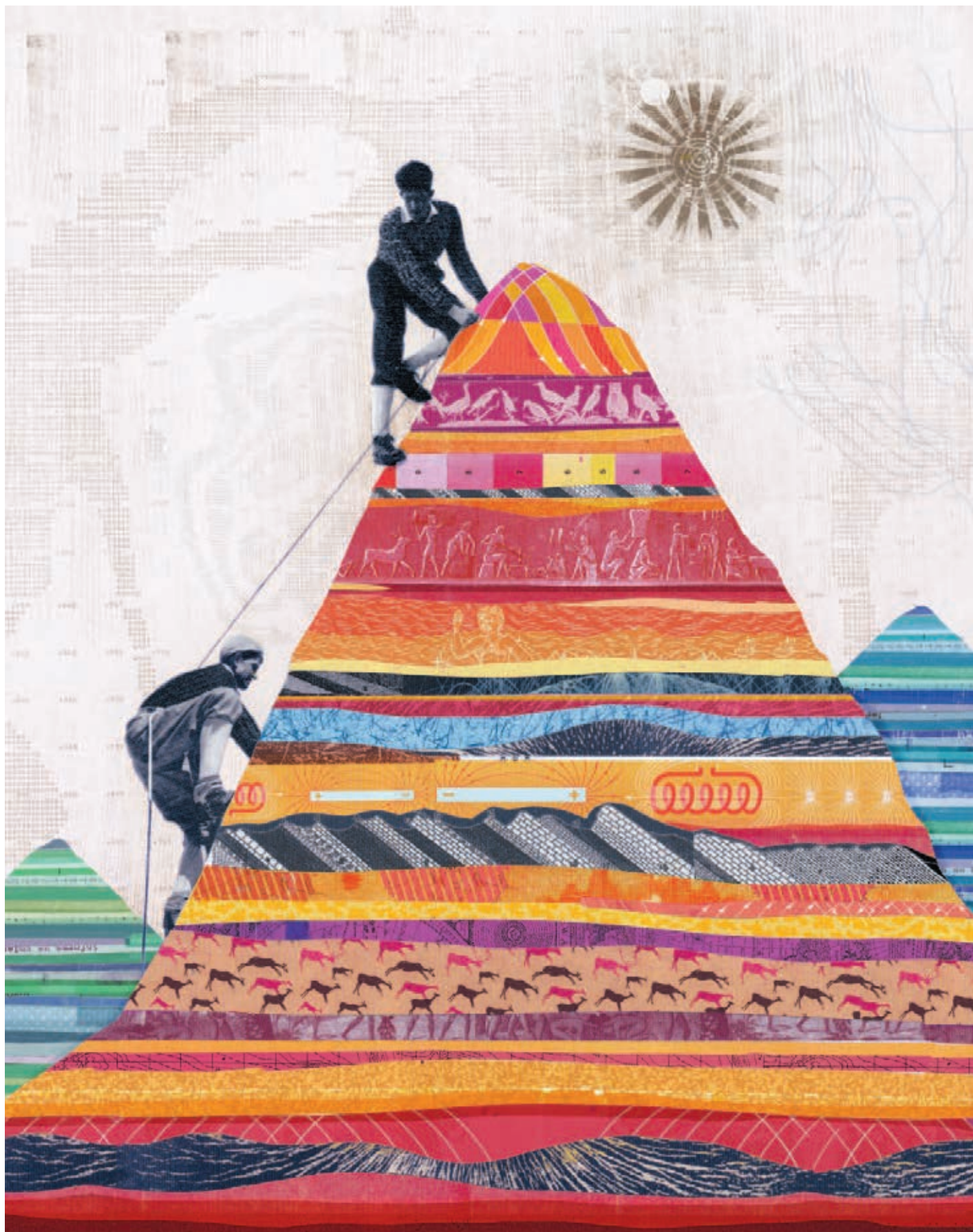
Без коллективной заботы о потомстве, как полагают Карин Ислер (Karin Isler) и Карел ван Шайк (Carel van Schaik), работающие в Цюрихском университете, предшествующие нам виды *Homo* не смогли бы преодолеть противоречий между репродуктивным успехом и размером головного мозга. Человекообразные обезьяны, как известно, остановились в развитии мозга на отметке в 700 см³. Увеличение размеров мозга сверх этого уровня требует — по чисто энергетическим причинам — резкого снижения либо плодовитости, либо скорости взросления. Однако у наших предков не только сократился период вскармливания младенцев грудью, но и увеличилась частота родов — вещь, казалось бы, совершенно немыслимая для существ с объемом мозга от 1,1 тыс. до 1,7 тыс. см³. Ислер и ван Шайк объясняют такой эволюционный успех именно коллективным воспитанием детей, что позволило *H. erectus* иметь больше потомства, не экономя на энергии, необходимой их высоколобым детям для нормального развития.

Сотрудничество индивидов пронизывает всю историю развития человека как вида — идет ли речь о моногамных парах, нуклеарных семьях или племенах. Именно данная черта позволила людям успешно прогрессировать, в то время как их предки вымерли окончательно. Возможно, это лучшее из наших эволюционных приобретений за все 2 млн лет, что мы существуем на Земле. Вооруженный такой способностью, наш юный род пережил все смутные времена геологической истории — миграции, смены климата, экологические катастрофы, ледниковый период — и сохранил потенциал для еще неизвестного нам самим будущего. ■

Перевод: В.Э. Скворцов

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Лавджой К.О. Эволюция выпрямленного способа передвижения у человека // ВМН, № 1, 1989.
- Reexamining Human Origins in Light of *Ardipithecus ramidus*. C. Owen Lovejoy in *Science*, Vol. 326, pages 74, 74e1–74e8; October 2, 2009.
- Monogamy, Strongly Bonded Groups, and the Evolution of Human Social Structure. Bernard Chapais in *Evolutionary Anthropology*, Vol. 22, No. 2, pages 52–65; March/April 2013.
- The Evolution of Social Monogamy in Mammals. D. Lukas and T.H. Clutton-Brock in *Science*, Vol. 341, pages 526–530; August 2, 2013.
- Male Infanticide Leads to Social Monogamy in Primates. Christopher Opie et al. in *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, Vol. 110, No. 33, pages 13,328–13,332; August 13, 2013.



ОДИН ЗА ВСЕХ

*Способность человека
к взаимодействию
и взаимопомощи в рамках
крупных сообществ имеет
глубокие эволюционные корни
в мире животных*

Франс де Вааль

ОБ АВТОРЕ

Франс де Вааль (Frans de Waal) — профессор кафедры поведения приматов Университета Эмори и директор центра *Living Links* в Национальном центре исследования приматов им. Роберта Йеркса. В числе написанных им книг — «Обезьяна внутри нас» (*Our Inner Ape*, 2005) и «Бонобо и атеист» (*The Bonobo and the Atheist*, 2013).



Когда речь заходит о том, как человек стал доминантным видом на планете, достигнув численности более 7 млрд, упор обычно делается на межвидовую конкуренцию. Принято считать, что наши предки занимали территории, вытесняя другие виды, включая своих родичей неандертальцев, и истребляя крупных хищников. Мы якобы покорили природу с зубами и когтями, обогранными кровью.

Однако маловероятно, что все было именно так. Наши прародители были слишком мелкими и уязвимыми, чтобы главенствовать в саванне. Им приходилось жить в постоянном страхе перед охотящимися стаями гиен, десятком видов крупных кошек и другими опасными животными. Своим успехом люди обязаны скорее способности к взаимопомощи, чем силе.

Наша склонность к взаимопомощи имеет глубокие эволюционные корни. Однако только люди организуются в группы, способные совершать поразительные подвиги. Только у людей существует сложная мораль с упором на ответственность перед другими, опирающаяся на репутацию и наказание. И иногда мы совершаем невероятные поступки, опровергающие представление о человеке как о существе, действующем исключительно из эгоистичных побуждений.

Вот, например, что произошло в этом году на одной из станций метро в Вашингтоне. С платформы на пути случайно упала инвалидная коляска с человеком. Тут же несколько пассажиров, стоявших рядом, прыгнули на пути и подняли инвалида и его коляску обратно на платформу до прибытия очередного поезда. Еще более драматичное событие произошло в метро Нью-Йорка в 2007 г., когда 50-летний рабочий-строитель Уэсли Отри (Wesley Autrey) спас человека, который упал

на пути перед приближающимся поездом. Вытаскивать того уже не было времени, и Отри спрыгнул на пути, навалился на упавшего и держал его прижатым, пока над ними проезжали пять вагонов. Позднее он говорил, что не видит в своем поступке ничего необычного: «Я не чувствую, что совершил что-то выдающееся».

Его поступок поистине можно назвать героическим. Но что побудило Уэсли Отри подвергнуть опасности свою собственную жизнь ради спасения незнакомого человека в метро? Чтобы ответить на этот вопрос и понять, как мы пришли к другим видам взаимопомощи, нужно сначала изучить подобное поведение наших эволюционных сородичей, в частности самых близких из них: шимпанзе и бонобо.

Взаимопомощь среди приматов

Из окна своего кабинета в Национальном центре исследования приматов им. Роберта Йеркса я постоянно наблюдаю яркие примеры бескорыстной взаимопомощи среди этих животных. Окно выходит на большой огороженный луг, где стареющая самка шимпанзе по имени Пеони проводит свои дни среди других шимпанзе. Когда ее артрит обостряется, ей становится трудно ходить и куда-либо взбираться. Но когда она, злясь и пытаясь, пытается вскарабкаться наверх, к ней может подойти

! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Люди обладают уникальной способностью к взаимопомощи в рамках крупных хорошо организованных групп и сложной моралью, основанной на репутации и наказании.
- Однако многие из основ взаимопомощи, в том числе сочувствие и альтруизм, можно наблюдать и у других приматов.
- Именно уникальная способность *Homo sapiens* к взаимопомощи позволила этому виду стать доминантным на планете.



Дележ кита: ламалерские китобои, которые действуют совместно в ситуациях жизни и смерти, обладают обостренным чувством справедливости

не родственная ей более молодая самка и подтолкнуть под зад, чтобы помочь. Мы видели также, что более молодые самки приносят воду Пеони, которой трудно передвигаться. Когда она встает и направляется в сторону поилки, другие самки бегут вперед, набирают воду в свой рот, а потом выливают ее в открытый в ожидании рот Пеони.

В ходе множества новейших исследований взаимопомощь среди приматов была подробно задокументирована, что позволило сделать три важных вывода.

Во-первых, для взаимопомощи не обязательны родственные связи. Хотя эти животные чтят родственные связи, их взаимодействие и взаимопомощь не ограничиваются семейным кругом. Образцы ДНК, извлеченные из испражнений шимпанзе в лесах Африки, позволили полевым работникам определить, какие шимпанзе охотятся и передвигаются совместно. В большинство таких групп входят особи, не состоящие в родстве. Приятели ухаживают за шерстью друг друга, предупреждают друг друга о присутствии хищников и делятся пищей. Мы знаем, что так же ведут себя и бонобо.

Во-вторых, взаимопомощь часто основывается на взаимной симпатии. Эксперименты показали, что шимпанзе помнят сделанное им добро. В одном исследовании изучался взаимный уход за шерстью перед утренней

кормежкой в группе живущих в неволе шимпанзе. При выдаче подающегося разделению корма, например арбузов, немногих счастливиц, которым они достались, окружали хнычущие попрошайки с протянутыми руками. Оказалось, что чаще получали долю те, кто до кормежки ухаживал за обладателем пищи.

В-третьих, стимулом к взаимопомощи может быть сочувствие, свойственное всем млекопитающим от грызунов до приматов. Мы чувствуем, когда другие в чем-либо нуждаются, испытывают боль или страдание. Сочувствие порождает эмоции, которые побуждают нас оказать помощь. Сегодня ученые убеждены, что приматы, в частности, идут в этом отношении дальше и заботятся о благополучии друг друга. В типичном эксперименте двух обезьян, одной из которых предлагалось выбрать фишки разных цветов, размещали рядом. При этом за выбор одного цвета вознаграждение получала только та обезьяна, которая сделала этот выбор, а за выбор другого вознаграждение получали обе обезьяны. После нескольких предложений выбора обезьяна начинала чаще всего выбирать тот цвет, который давал вознаграждение обеим. Это предпочтение основывалось явно не на страхе перед другой обезьяной, поскольку наиболее щедрыми оказывались доминантные особи, у которых не было причин кого-то бояться.

В каких-то случаях, вроде описанного выше эксперимента, эта забота о других приматах ничего не стоила, но иногда обезьяны помогали друг другу и ценой значительных потерь, например отдавая половину выделенной им пищи. Известно, что на воле шимпанзе принимают детенышей-сирот и защищают друг друга от леопардов, а это весьма дорогие виды альтруизма.

Более глубокие корни взаимопомощи

Эта склонность приматов к проявлению заботы развилась, вероятно, из потребности всех млекопитающих в материнской опеке. Матери что мышат, что слоненка необходимо реагировать на сигналы голода, боли или страха своих детенышей, иначе те могут погибнуть. Эта

Такой вид взаимопомощи может породить и более тонкие виды взаимодействия, например дележ добычи. Если бы все добытое доставалось одной гиене или одному пеликану, система бы погибла. Ее выживание зависит от распределения. Именно этим объясняется, что и люди, и животные столь тонко чувствительны к справедливости распределения. Эксперименты показывают, что обезьяны, собаки и некоторые общественные птицы отказываются от вознаграждения меньшего, чем то, которое досталось их сотоварищам, выполнявшим те же задачи. Шимпанзе и люди идут еще дальше, ограничивая свою долю в общей добыче, чтобы не обидеть других. Своим чувством справедливости мы обязаны долгой истории взаимовыгодной взаимопомощи.

Склонность приматов к проявлению заботы развилась, вероятно, из потребности всех млекопитающих в материнской опеке. Матери что мышат, что слоненка необходимо реагировать на сигналы голода, боли или страха своих детенышей, иначе те могут погибнуть



чувствительность (и обеспечивающие ее невральные и гормональные процессы) была впоследствии перенесена на другие отношения, что способствовало укреплению эмоциональных связей, сочувствия и взаимопомощи в более крупных сообществах.

Взаимопомощь дает значительные преимущества, поэтому неудивительно, что она была усвоена таким образом. Ее наиболее распространенная в животном мире форма известна под названием взаимовыгодной. Такое широкое ее распространение обусловлено, вероятно, тем, что она дает непосредственный результат, например обеспечивает пищу или защиту от хищников. Она характеризуется совместными действиями, направленными к достижению очевидной цели, которая полезна всем: например, когда гиены сообща притаскивают тело антилопы гну, или когда десяток пеликанов, встав полукругом, вместе гонят ногами рыбу в мелком озере, что позволяет им всем наполнить добычей клювные мешки. Подобная взаимопомощь опирается на хорошо скоординированные действия и совместное использование их результатов.

Отличие человека

Люди показывают яркие примеры того, как распределение связано с выживанием. Китобойи из индонезийской деревни Ламалера рыщут по океану на больших лодках, с которых десяток человек добывают китов буквально голыми руками. Китобойи гребут к киту, гарпунер вскакивает ему на спину и вонзает ему в тело свое оружие, после чего люди держатся вблизи кита до тех пор, пока этот гигант не умрет от потери крови. Поскольку с этим опасным для жизни промыслом связаны целые семьи, главы которых буквально находятся в одной лодке, дележу богатой добычи уделяется очень большое внимание. Неудивительно поэтому, что ламалерцы — чемпионы по справедливости распределения, оцениваемой учеными с помощью игры «Ультиматум», в которой измеряются

предпочтения в отношении равноценных предложений. В обществах с большей самообеспеченностью, например в тех, где каждая семья обрабатывает собственный участок земли, равенство не столь важно.

Одно из часто упоминаемых отличий человека от других приматов состоит в том, что человек — единственный вид, способный взаимодействовать с чужаками. Хотя наша готовность к взаимопомощи зависит от обстоятельств (мы можем и убить того, кто не принадлежит нашему сообществу), соперничество у приматов происходит преимущественно между группами. То, как человеческие сообщества позволяют чужакам передвигаться по своим территориям, делятся с ними пищей или объединяются в борьбе с общими врагами, нетипично для приматов.

Однако такая открытость может иметь и не эволюционное объяснение, на котором настаивают некоторые. Вероятнее всего, взаимопомощь с чужаками представляет собой распространение тенденций, сформировавшихся в связи с внутривидовыми отношениями. Применение имеющихся способностей вне их первоначального контекста нередко встречается и у животных.

Например, детеныши приматов используют руки (сформировавшиеся в ходе эволюции как инструмент для лазания) для того, чтобы прикрепляться к матерям. Опыты с капуцинами и бонобо показали, что эти обезьяны способны проявлять взаимную привязанность и делиться пищей. Это значит, что потенциал для взаимопомощи с чужаками имеется и у других видов, даже если ситуации, побуждающие к такой взаимопомощи, в природе встречаются редко.

И все же мы, возможно, поистине не имеем аналогов в одном, а именно в высокой степени организации нашей взаимопомощи. Мы способны создавать иерархические структуры сотрудничества, позволяющие осуществлять проекты такой сложности и масштаба, какие в природе не встречаются. В качестве примеров можно указать террасные рисовые чеки в дельте Меконга или создание Большого адронного коллайдера в CERN.

В животном мире взаимопомощь в большинстве случаев самоорганизуется таким образом, что отдельные особи играют определенные роли в соответствии со своими способностями и представляющимися им возможностями. Иногда животные распределяют роли и тесно взаимодействуют. Примером могут служить согласованные действия китов-косаток для создания волны, которая смывает тюленя с льдины, или случаи, когда несколько шимпанзе образуют группу предводителей-гуртовщиков, чтобы провести стадо обезьян через лес, так, словно они заранее согласовали свои роли. Мы не знаем, как они при этом делятся друг с другом своими намерениями и целями и согласуют их, но не похоже, чтобы всем этим руководили сверху какие-то организаторы, как это делается у людей.

Кроме того, люди располагают средствами укрепления сотрудничества, которые у других животных не задокументированы. Посредством многократных взаимодействий мы создаем себе репутацию надежного или плохого друга и можем даже быть наказаны, если наши усилия не принесли успеха. Кроме того, возможность понести наказание предостерегает людей от нечестных поступков. В условиях лабораторного эксперимента люди наказывали халявщиков даже ценой причинения ущерба себе самим, и в долгосрочной перспективе такая практика должна способствовать укреплению сотрудничества в популяции. По вопросу о том, насколько типичны такие наказания в реальной жизни, идет много споров. Но что мы точно знаем, так это то, что наши нравственные системы включают в себя ожидание взаимопомощи и что мы крайне чувствительны к общественному мнению. В одном эксперименте люди давали больше денег на благие цели, когда на стене перед их глазами была изображена пара глаз. Чувство того, что за нами наблюдают, заставляет нас заботиться о своей репутации.

Эта забота о репутации могла быть той первичной связкой, которая позволила первым *Homo sapiens* объединяться во все более крупные сообщества. В течение большей части предистории человечества наши предки вели кочевой образ жизни, похожий на образ жизни современных охотников-собираателей. Эти наши современники демонстрируют резерв мирного сосуществования сообществ и обменов между ними, что дает основания полагать, что и первые *Homo sapiens* обладали таким потенциалом.

Я не отрицаю нашей склонности к агрессии и жестокости, но убежден, что именно готовность к взаимопомощи позволила нам пройти тот огромный путь, который мы пределали. На основе черт и склонностей, развившихся



На основе черт и склонностей, развившихся в ходе эволюции у «дочеловеческих» приматов, мы смогли сформировать свои сообщества в сложные сети индивидов, сотрудничающих друг с другом всеми возможными путями и способами

в ходе эволюции у «дочеловеческих» приматов, мы смогли сформировать свои сообщества в сложные сети индивидов, сотрудничающих друг с другом всеми возможными путями и способами. ■

Перевод: И.Е. Сацевич

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Новак М. Почему мы помогаем друг другу // ВМН, № 9, 2012.
- The Human Potential for Peace. Douglas P. Fry. Oxford University Press, 2005.
- The Age of Empathy. Frans de Waal. Harmony Books, 2009.
- Prosocial Primates: Selfish and Unselfish Motivations. Frans B.M. de Waal and Malini Suchak in Philosophical Transactions of the Royal Society B, Vol. 365, No. 1553, pages 2711–2722; September 12, 2010.
- Слайд-шоу о взаимопомощи животных см. по адресу: ScientificAmerican.com/sep2014/cooperation

НАША ИЗ



Сопоставление человеческого черепа с черепом шимпанзе (*справа*): при разнице в объемах головного мозга шимпанзе обладают многими такими же познавательными способностями, как и человек, хотя имеется несколько ключевых отличий

ЮМИНКА

Возможно, именно способность совместно решать задачи, такие как охота на крупную дичь или строительство больших городов, отличает современных людей от их родственников-приматов

Гэри Стикс



ОБ АВТОРЕ

Гэри Стикс (Gary Stix) — старший редактор журнала *Scientific American*.



Германии, в психологической лаборатории города Лейпциг, два маленьких ребенка смотрят на вкусные фруктовые конфеты, лежащие перед ними, но вне их досягаемости, на специальной доске. Чтобы до них добраться, дети должны согласованно тянуть за концы веревки. Если тянет только один из них, веревка отсоединяется и оба остаются без конфет.

Всего лишь в нескольких километрах от этой лаборатории в тропическом вольере для обезьян Лейпцигского зоопарка исследователи повторяют тот же самый эксперимент — на этот раз с двумя шимпанзе, помещенными в камеры с прозрачными стенками из плексигласа. Если приматы успешно проходят этот тест с доской и веревкой, каждый из них получает угощение в виде какого-нибудь фрукта.

Подвергая подобному испытанию человеческих детей и обезьян шимпанзе, исследователи надеются разрешить мучающую их загадку: почему люди оказались столь успешными как биологический вид? Ведь у *Homo sapiens* и *Pan troglodytes* (обыкновенный шимпанзе) ДНК совпадают почти на 99%. Почему же тогда людям удалось заселить практически каждый уголок нашей планеты, возведя при этом Эйфелеву башню, создав самолеты «Боинг-747» и водородные бомбы? И почему шимпанзе продолжают рыскать в поисках пропитания по густым лесам Экваториальной Африки — точно так же, как делали их предки примерно 7 млн лет назад, когда первобытные люди и высшие приматы разделились на отдельные биологические виды?

Как и с любым явлением в масштабах эволюции, развивавшимся на протяжении сотен тысяч или миллионов лет, ученые могут так никогда и не прийти к согласию относительно того, как это реально произошло. В течение

долгого времени преобладало мнение, что только лишь люди могут изготавливать и применять орудия, а также логически рассуждать, использовать цифры и другие символы. Однако от него пришлось отказаться, когда мы больше узнали о том, на что способны другие приматы. Ведь при наличии умелого инструктора шимпанзе вполне могут научиться складывать цифры, пользоваться компьютером и прикуривать сигареты.

На сегодня вопрос, почему и в какой степени поведение человека отличается от поведения других высших приматов, по-прежнему вызывает споры. Между тем эксперименты, подобные проведенному в Лейпциге при содействии Института эволюционной антропологии Общества Макса Планка, указывают на огромную вероятность того, что познавательный аппарат человека обладает некоей уникальной и малозаметной особенностью. Еще до их первого дня рождения (с этапа, который некоторые психологи именуют «девятимесячной революцией») дети начинают демонстрировать хорошее понимание того, о чем думают их мать и отец. Эта новая способность проявляется у них, когда они прослеживают взгляд своих родителей или смотрят в указанном им направлении. Шимпанзе тоже в определенной степени могут понимать ход мыслей своего партнера, однако люди опережают их в этом на один шаг: ребенок и его родитель способны также соединять свои умственные

! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Как считалось ранее, отличие людей от других животных — в использовании орудий и превосходстве в познавательных способностях. Наблюдения за поведением шимпанзе и других высших приматов показали ошибочность этих представлений.
- Шимпанзе при одинаково высоких с детьми оценках за тесты общих умственных способностей лишены многих навыков общения, естественно возникающих у их человеческих родственников. В отличие от людей, шимпанзе не сотрудничают между собой в больших группах, что необходимо для создания сложных обществ.
- Сравнение психологии людей и шимпанзе показывает, что существенным источником отличия людей может быть развитие интуитивной способности «читать мысли» другого человека ради совместного движения к общей цели.



Не отрывая глаз от лакомства, дети и шимпанзе проходят одинаковые тесты, чтобы можно было сравнить, насколько хорошо взаимодействуют представители каждого вида. Для получения вознаграждения (фруктовые конфеты в лаборатории Института эволюционной антропологии Общества

Макса Планка или бананы в соседнем зоопарке) испытуемые должны взаимодействовать, согласованно натягивая веревку за концы. Если тянет только один, веревка отсоединяется и оба остаются без вознаграждения.



усилия, концентрируясь на решении какой-нибудь совместной задачи. Именно это незаметное познавательное преимущество позволяет взрослому и ребенку совершать столь простое действие, как перекатывание мячика от одного к другому.

Некоторые психологи и антропологи считают, что подобное объединение умов могло стать тем главным явлением, которое произошло сотни тысяч лет назад и в дальнейшем определило эволюцию человека. В конце концов способность к согласованной совместной деятельности небольших групп охотников и собирателей вызвала целый поток познавательных перемен, которые привели к появлению языка и распространению разнообразных человеческих культур по всему земному шару.

Конечно, подобное представление психологической эволюции человека, составленное на основе отрывочных данных исследования человеческих детей и обезьян шимпанзе, имеет умозрительный характер и может вызвать у некоторых сомнения. Однако оно создает, пожалуй, наиболее впечатляющую и всестороннюю картину зарождения познавательных способностей, которые делают людей особенными.

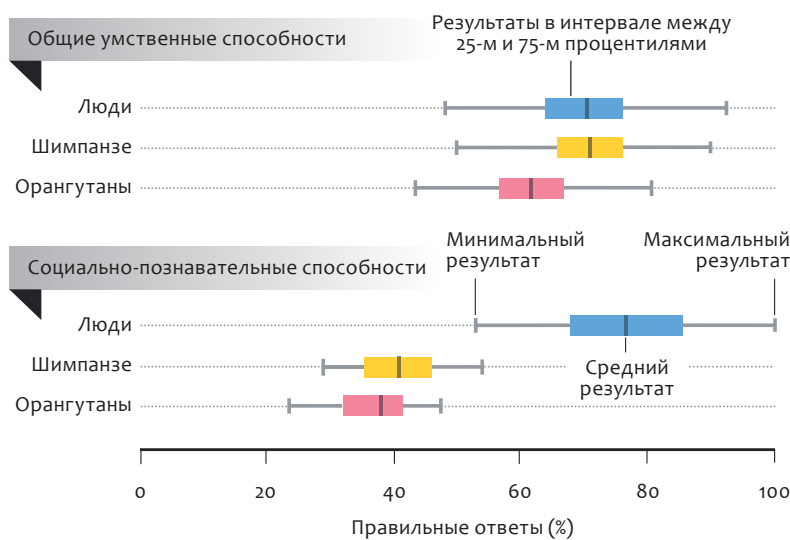
Инерционный эффект

Институт Общества Макса Планка в Лейпциге располагает наилучшими в мире лабораторными условиями для изучения поведенческих различий между людьми и высшими приматами. Одновременно здесь могут проводиться десятки исследований. Специалисты имеют возможность выбирать испытуемых по базе данных на более чем 20 тыс. детей, а также могут получать шимпанзе или представителей любого другого вида человекообразных приматов — орангутанов, бонобо (карликовых шимпанзе) и горилл — из Центра исследования приматов им. Вольфганга Келера при Лейпцигском зоопарке, находящемся в каких-нибудь нескольких километрах от института.

Сам институт был создан 17 лет назад, через семь лет после объединения Германии. Для этого потребовалось выступить против темного наследия германской антропологии — ее ассоциирования с нацистскими расовыми теориями — и особенно против отвратительных экспериментов на людях, проводившихся в немецком концлагере Освенцим Йозефом Менгеле (Josef Mengele), который был врачом с докторской степенью по антропологии. Поэтому руководители института изо всех сил старались подбирать таких руководителей исследовательских групп по генетике, приматологии, лингвистике и иным дисциплинам, которые не были бы этническими немцами.

УМЕН КАК ШИМПАНЗЕ?

По одной широко распространенной гипотезе, люди полностью превосходят по умственным способностям всех других приматов. Однако, как показала работа лейпцигских исследователей, шимпанзе (но не орангутаны) и маленькие дети получают примерно одинаковые оценки за тесты общих умственных способностей (в единицах традиционного теста IQ), таких как пространственное и количественное мышление (вверху). Хотя дети лучше справляются с тестами познавательных способностей, например с научением у других (внизу).



Один из этих руководителей — Майкл Томаселло (Michael Tomasello), высокий бородатый физиолог и приматолог. Сейчас ему 64 года, он вырос в небольшом городке, где выращиваются цитрусовые, в центре полуострова Флорида. Свою академическую карьеру он начал в Университете Джорджии, написав диссертацию о процессе овладения языком маленькими детьми. Когда в 1970-е гг. он готовился к получению докторской степени, лингвисты и психологи часто приводили фактор наличия языка в качестве главного обоснования исключительности человека в животном мире.

В своей докторской диссертации Томаселло описывал, как его дочь, которой тогда было почти два года, осваивала свои первые глаголы. В произнесении ею самых ранних слов типа «гра-гра» или «ни-ни» прослеживалась естественная склонность маленького ребенка проверять языковые элементы методом проб и ошибок — упражнение, которое постепенно приобрело более привычную форму систематизации языка с помощью грамматики и синтаксиса. Этот процесс обучения противоречил идеям американца Ноама Хомского и других лингвистов, которые утверждали, что грамматика каким-то образом генетически проявляется в человеческом мозгу. Подобное объяснение было воспринято Томаселло как редукционистское. «Язык — это настолько сложная вещь, что он не мог бы развиваться так же, как отстоящий большой палец руки», — указывает он.

Работа Томаселло по языку расширила его понимание зависимости между культурой и эволюцией человека. Он понял, что одним лишь воздействием сил естественного отбора на физические признаки нельзя объяснить

появление у людей сложных орудий, языка, математических знаний и продуманных общественных институтов за тот сравнительно небольшой эволюционный период с момента, когда разошлись их пути развития с шимпанзе. Должно быть, некая врожденная умственная способность, заложенная в гоминидов (современных людей и наших вымерших родственников), но отсутствовавшая у нечеловеческих приматов, позволила нашим предкам значительно ускорить обеспечение себя едой и одеждой, а также дала возможность благополучно жить в любых, пусть даже самых неблагоприятных условиях.

Получив в 1980-е гг. должность профессора в Университете Эмори, Томаселло воспользовался университетским Исследовательским приматологическим центром им. Роберта Йеркса для проведения работы по сбору данных, которые подтверждали бы существование такого рода умственной способности, сравнивая поведение человеческих детей и шимпанзе. Эта активность положила начало научному поиску, который он продолжил в 1998 г. в Институте эволюционной антропологии Общества Макса Планка и который длится уже не одно десятилетие.

Изучая процесс обучения шимпанзе, Томаселло отметил, что обезьяны подражают друг другу совсем иначе, чем люди. Один шимпанзе может, копируя другого, использовать палочку для извлечения муравьев из муравейника. Затем другие обезьяны в группе могут начать делать то же самое. Присмотревшись, Томаселло сделал заключение, что шимпанзе вполне способны понять возможность использования такой палочки для добычи муравьев, однако они не проявляют заинтересованности заимствовать какой-то иной технический прием, подходящий для охоты на муравьев. Более того, они даже не предпринимают попыток выйти за рамки привычного и что-то специально изготовить, чтобы у них появилось новое и более совершенное орудие добывания насекомых.

В этом состоит их отличие от человеческих обществ, где подобный тип совершенствования представляет собой определяющую черту того, что Томаселло именуется «инерционным эффектом». Люди модифицируют свои орудия, улучшая их, а затем передают эти сведения потомкам, добавляющим к ним свои собственные поправки, — вот почему степень такого совершенствования постепенно возрастает. Изначальное изобретение камня, который бросали, чтобы убить мамонта, спустя тысячелетия уступило место праще, а позднее — катапульте, пуле и, наконец, межконтинентальной баллистической ракете.

Такая культурная инерция в целом объясняет успех людей как биологического вида, однако вызывает еще один вопрос: какие именно умственные процессы участвовали в передаче этих знаний другим? Ответ следует начать с предположений об изменениях в физиологии и поведении гоминидов, которые могли происходить сотни тысяч лет назад. По одному из них («гипотеза социального мозга», выдвинутая антропологом Робинотом Данбаром (Robin Dunbar) из Оксфордского университета), размер социальной группы и, соответственно, сложность культурной жизни возрастают по мере увеличения

объема головного мозга. Ученым известно, что живший ранее 400 тыс. лет назад гейдельбергский человек (*Homo heidelbergensis*), наш вероятный прямой предок, обладал мозгом почти такой же величины, как наш.

Томаселло допускает, что, располагая большим головным мозгом и сталкиваясь с необходимостью прокормить свою растущую популяцию, ранние гоминиды стали тщательно обдумывать, как выследить и перехитрить дичь. Обстоятельства принуждали их к строгому отбору партнеров, подходящих для взаимодействия: любой из группы охотников, непригодный к коллективным действиям (четкое исполнение определенной роли при выслеживании и загоне животного), должен был отстраняться от будущих выходов на охоту, и его могло ждать безрадостное будущее. Если какой-нибудь охотник оказывался плохим помощником, замечает Томаселло, остальная часть группы немедленно решала: «Больше не будем повторять эту ошибку». По его мнению, именно эволюционное приспособление к повышенной общительности отличало гоминидов от современных людей.

Люди обладают особой способностью, образно говоря, «читать мысли» друг друга. Они используют эти сведения для составления планов достижения какой-то общей цели — будь то переноска бревна или строительство небоскреба

Впрочем, имеющаяся у нас палеоархеологическая летопись костей и артефактов чересчур скудна для подтверждения гипотезы Томаселло. В качестве доказательства он использует сравнительные данные ребенка и шимпанзе — производит сопоставление нашего ближайшего родственника-примата и едва начинающего ходить ребенка, которому еще только предстоит овладеть языком и начать обучение в школе. Такой простодушный ребенок позволяет исследователям оценить его познавательные навыки, которые будут полностью сформированы лишь потом, под каким-нибудь культурным влиянием, а потому могут пока считаться врожденными.

Хотя исследования, проводившиеся на протяжении примерно десяти последних лет в Лейпциге, выявили больше сходных черт, чем различий между людьми и шимпанзе, они лишь подчеркнули то, что Томаселло называет «небольшим отличием, создавшим большую разницу». Один крупный исследовательский проект, который возглавляла Эстер Херрманн (Esther Herrmann)



Майкл Томаселло инициировал проведение исследований для изучения того, как «небольшое отличие создало большую разницу» в познавательных способностях людей и шимпанзе

с отделения эволюционной и сравнительной психологии в Институте эволюционной антропологии и которому Томаселло оказывал поддержку, осуществлялся с 2003 г. вплоть до публикации отчета о нем в журнале *Science* в 2007 г. Этот проект предусматривал проведение множества тестов познавательных способностей у 106 шимпанзе в двух заповедниках дикой природы в Африке, 32 орангутанов в Индонезии и 105 маленьких детей (в возрасте 2,5 лет) в Лейпциге.

Исследователи собирались выяснить, означает ли большой по объему головной мозг человека, что дети окажутся более сообразительными, чем высшие приматы, а если так, то в чем конкретно будет проявляться такая большая сообразительность. Для этих трех видов были проведены тесты на пространственное мышление (поиски скрытого вознаграждения), на способность распознавать большие и маленькие количества, на понимание причинно-следственной зависимости. В итоге дети

и шимпанзе получили примерно одинаковые тестовые оценки, тогда как результаты орангутанов оказались несколько хуже.

Когда дошло до навыков общения, соперничества не получилось вообще. Дети превзошли и шимпанзе, и орангутанов по тестам (адаптированным для не владеющих языком обезьян), где проверялась способность общаться, учиться у других, а также понимать ощущения и желания другого существа. Как объяснили эти результаты исследователи, человеческие дети не рождаются с более высоким IQ (т.е. общими умственными способностями) — они скорее приходят с неким особым набором данных («культурным интеллектом», как сформулировано в журнале *Science*), который готовит их к последующему обучению у родителей, учителей и товарищей по играм. «По существу, впервые было показано, что социально-познавательные способности — это ключевые навыки, делающие нас особенными в сравнении с другими животными», — отмечает Херрманн.

Для более углубленного изучения этой проблемы потребовалось обратиться к психологическим процессам, лежащим в основе человеческой склонности к сверхобщительности. В исследовании Томаселло показано, что примерно в девятимесячном возрасте ребенок и его родитель могут, что называется, «читать мысли» друг друга. Каждый из них понимает, по выражению психологов, «внутреннюю модель сознания другого», т.е. представляет, о чем думает другой человек, когда они вместе смотрят на мячик или кубик, с которым играют. И каждый сохраняет зрительный образ этих игровых предметов, точно так же как группа представителей *Homo heidelbergensis* когда-то мысленно видела оленя, которого им предстояло добыть для еды. Такую способность вступать с другими человеком в игру или наметать какую-то общую цель Томаселло назвал «совместной интенциональностью» (термин, взятый им из философии). По его мнению, подобная совместная интенциональность стала эволюционным приспособлением, присущим одним лишь людям; это небольшое, но огромное по своей значимости отличие, которое состоит в наследуемой человеком склонности к общим социальным взаимодействиям, полностью отсутствует у шимпанзе или каких-либо иных разновидностей обезьян.

Польза от «чтения мыслей»

Институтские исследователи отметили, что шимпанзе также в определенной степени способны «читать мысли» друг друга. Однако они следуют своей природной склонности и используют все, чему учатся, для того чтобы опережать один другого в поисках еды или партнеров для спаривания. Как пояснил Томаселло, в сознании шимпанзе, похоже, производится своеобразный холодный макиавеллиевский расчет: «Если я сделаю то, сделает

ли он тогда это?» Во время беседы, состоявшейся в октябре 2010 г. в Виргинском университете, ученый отметил: «Немыслимо, чтобы вы когда-нибудь увидели, как два шимпанзе вместе несут одно бревно».

Работавшие в Лейпциге исследователи отчетливо показали различие между двумя биологическими видами, проведя эксперимент с доской и веревкой, во время которого два шимпанзе в Лейпцигском зоопарке получали угощение в виде фруктов лишь в том случае, если оба одновременно тянули за веревку, прикрепленную к доске. Когда угощение размещалось по обоим концам доски, обезьяны забирали ближайший к себе фрукт. Если его размещали только в середине доски, все угощение неизменно доставалось доминирующей обезьяне, тогда как подчиненная обезьяна после нескольких безуспешных попыток попросту прекращала игру. В аналогичном эксперименте в другой институтской лаборатории дети действовали согласованно вне зависимости от того, находились фруктовые конфеты в середине или на концах доски. Просто когда конфеты оказывались в середине, трехлетние дети договаривались между собой, что оба получают равные доли.

Наследственное взаимопонимание людей в том, как следует выполнять работу, заложило основу для зачатков социального взаимодействия и культуры, строящихся на сотрудничестве, утверждает Томаселло. Такое, как он это называет, «общее дело», где члены одной группы знают значительную часть известного остальным, могло открыть дорогу для развития новых форм человеческого общения.

Очевидно, что способность намечать и понимать общую цель — и при этом немедленно, каким-то внутренним чутьем, улавливать ход мыслей своего партнера по охоте — позволила нашим предкам гомининам достичь познавательного продвижения и в других направлениях, таких, например, как создание более изощренного способа использовать в общении жесты, чем имеется в распоряжении наших родственников-обезьян.

Возможно, основной набор жестов тех древних гомининов был схожим с тем, которым владеют сегодня человекообразные обезьяны. В качестве команды типа «Дай мне это» или «Делай это» первобытные люди могли использовать указательный жест — так же как поступают современные шимпанзе, у которых данная форма коммуникации связана с их собственными потребностями. Эти шимпанзе, вероятно, повторяя людей первобытного прошлого, даже не пытаются использовать подобные жесты для обучения или передачи информации.

У людей жестикуляция приобретала новое значение по мере совершенствования мозгового механизма обработки информации. Охотник мог указать в направлении лесной поляны, показывая место, где пасется олень, и этот жест тотчас же понимал его товарищ по охоте. Пример того, как подобный указательный жест может приобретать новые значения, легко найти в современной жизни. «Если я указываю пальцем, имея в виду: "Пойдем, выпьем вон там чашечку кофе", дело тут не в языке, — замечает Томаселло. — Значение "это кафе" заключено в моем пальце, а не в языке».

Маленькие дети хорошо понимают этот вид указательного жеста, а шимпанзе — нет. Эта разница отчетливо проявилась во время одного исследования, где экспериментатор все время подкладывал на тарелку кубики, которые были нужны ребенку для строительства башни. В какой-то момент на этой тарелке больше не осталось кубиков, и когда они ей потребовались, маленькая девочка начала показывать на пустую тарелку, давая этим понять, что ей необходим очередной кубик, а на тарелке ничего нет. При этом ребенок понимал, что взрослый правильно поймет подразумеваемое им: ведь способность указывать на отсутствующий предмет — это, в конце концов, определяющая особенность человеческого языка. В свою очередь, шимпанзе в зоопарке, которым предложили аналогичное испытание, заменив кубики на угощение, при виде пустой тарелки, что называется, даже пальцем не пошевелили.

Помимо сравнения психологии человека и обезьяны расширенная программа межвидовых исследований может также включать изучение различий в организации геномов шимпанзе, людей и даже наших ближайших эволюционных родственников — неандертальцев

Впрочем, понимать пантомиму, где действие изображается жестами (например, поднесение ко рту руки для обозначения голода или жажды), дети начинают в несколько более старшем возрасте. Шимпанзе, видевшие такие жесты во время исследования, оставались в недоумении. Обезьяна поймет происходящее, когда человек начнет разбивать молотком орех для извлечения содержимого, однако будет сбита с толку, если тот же самый человек примется имитировать удары по руке, чтобы передать идею того же самого действия.

Возможно, этот тип жестикуляции — расширение познавательных способностей людей ради их совместной интенциональности — послужил основой для передачи абстрактных идей, что требовалось при формировании более сложных социальных групп, будь то племена или целые народы. Использование средств пантомимы должно было позволять людям рассказывать о развитии событий: так, для передачи мысли «антилопа пасется сейчас на другой стороне холма», можно было держать обе ладони, сложенные в виде латинской буквы V и обозначающие

эту антилопу, на чьей-либо голове, а поднимание и опускание рук должно было показывать перемещение животного по этому холму. Сравнительные эксперименты с подобным развитием событий показали, что маленькие дети интуитивно понимают символические жесты, обозначающие многие знакомые им действия, тогда как шимпанзе оказываются неспособными на это.

Вероятно, часть использовавшихся когда-то людьми жестов могла не только выражаться движениями рук, но также сопровождаться голосовыми средствами, которые обозначали конкретные предметы или действия. Такого рода горловые звуки могли развиться в речь — это еще более увеличивало возможность управлять сложными социальными взаимоотношениями при продолжающемся росте населения и появлении соперничества между отдельными племенными группами. Группы, умевшие сплоченно работать, обычно побеждали другие группы, где происходили внутренние столкновения и разногласия.

Отделять людей от прочих приматов могут и другие их познавательные способности — достаточно привести в качестве примера «мысленное путешествие по времени», наше умение представлять себе возможное будущее развитие событий

Расширение познавательных способностей людей могло способствовать выработке особых правил в отношении охоты, ловли рыбы, сбора растений или супружества, которые превращались в некие культурные условности («как надо правильно делать вещи»), которые должна была принимать целиком вся группа. Соборение социальных норм требовало, чтобы каждый член группы знал о разделяемых этой группой ценностях, т.е. был привержен «групповому сознанию», принимая отведенную ему роль в этой группе. Социальные нормы образовали набор моральных принципов, который впоследствии заложил основу для общей организационной структуры (правительства, армии, судебные системы, религии), призванной обеспечивать соблюдение правил в жизни людей. Многотысячелетний путь трансформации, начавшийся с особого типа мышления групп древних охотников, привел к современному человеческому обществу.

Но шимпанзе и другие человекообразные обезьяны никогда не вступали на него. Когда в государстве Кот-д'Ивуар (Берег Слоновой Кости) нынешние шимпанзе устраивают совместную охоту на более мелких обезьян-колобусов, отмечает Томаселло, каждый шимпанзе

изо всех сил старается первым настичь добычу, чтобы заполучить большую долю мяса. В то время как люди, уже в современных условиях занимающиеся охотой и собирательством, тесно сотрудничают друг с другом, выслеживая дичь и поровну деля между собой добычу. По заключению Томаселло, стаи обезьян и прочих добывателей еды, таких как львы, только лишь создают видимость сотрудничества, поскольку динамичный характер игр в этих стаях говорит о господствующем там духе соперничества.

Большой спор

Представленный Томаселло вариант эволюционной истории не был всеми принят, даже внутри института. На этаж выше его кабинета, в отделении приматологии, биолог Кэтрин Крокфорд (Catherine Crockford) комментирует для меня видео, снятое в марте этого года ее аспиранткой Лиран Самуни (Liran Samuni). Оно показывает молодого шимпанзе в Национальном парке Тай в государстве Кот-д'Ивуар, у границы с Либерией.

Этот шимпанзе, которого исследователи называют Сегун, только что поймал крупную черно-белую обезьяну-колобуса. Сегун не может решиться начать есть еще живую и корчащуюся от боли добычу, а потому издает серию резких криков, призывая на помощь двоих более старших охотников, которые расположились на верхнем ярусе ветвей дерева. Вскоре Кьюба, один из этих двух самцов, спускается к нему. Сегун немного успокаивается и впервые по-настоящему пускает в ход зубы. Но затем Сегун снова начинает кричать и не замолкает, пока не приближается второй самец, Ибрагим. Молодой шимпанзе кладет Ибрагиму в рот свой палец, в качестве особого успокоительного жеста, чтобы удостовериться, что все идет хорошо. Ибрагим предоставляет эту требуемую эмоциональную поддержку — тем, что не кусает палец Сегуна. После чего вся троица разделяет трапезу. «Любопытно, что он призывает на помощь этих двух доминантных самцов, которые вполне могли бы забрать у него всю добытую обезьяну, — говорит Крокфорд. — Однако, как можете видеть, они ничего не забирают. Ему позволено есть свою добычу».

Крокфорд уверяет, что еще слишком рано делать выводы относительно того, в какой степени шимпанзе готовы сотрудничать. «Я не думаю, что мы знаем пределы того, что делают шимпанзе, — говорит она. — Скорее всего, аргументы Томаселло превосходны и предельно ясны, если исходить из наших сегодняшних знаний, однако полагаю, что с помощью новых инструментов, которые мы собираемся использовать в полевых условиях, удастся выяснить, действительно ли нынешние пределы совпадают с пределами того, на что шимпанзе действительно способны». Сейчас Крокфорд вместе с несколькими другими исследователями занимается разработкой тестов на содержание в моче шимпанзе гормона окситоцина, отвечающего за формирование социальных связей. Проведенные ранее исследования показали, что уровень данного гормона повышается, когда шимпанзе делят с кем-то еду, — свидетельство того, что эти приматы могут сотрудничать при кормлении.

Крокфорд проходила подготовку в докторантуре этого же института в Лейпциге вместе с Томаселло и Кристофом Бошем (Christophe Boesch), нынешним руководителем отделения приматологии в Институте эволюционной антропологии Общества Макса Планка. Бош оспаривает выводы Томаселло и выдвигает на первый план собственное всестороннее исследование в Национальном парке Тай, которое показало, что шимпанзе обладают хорошо организованной системой сотрудничества: например, один шимпанзе преследует мелкую обезьяну и гонит ее в нужном направлении, а остальные охотники блокируют пути бегства добычи или берут на себя какую-то иную дополнительную роль. Мнение Боша относительно способности шимпанзе к сотрудничеству аналогично взглядам Франса де Ваала (Frans de Waal) из Национального центра исследования приматов им. Роберта Йеркса при Университете Эмори. Впрочем, другие ученые критикуют Томаселло с диаметрально противоположных позиций. Так, Дэниел Повинелли (Daniel Povinelli) из Университета Луизианы в городе Лэфайетт доказывает, что Томаселло преувеличил познавательные способности шимпанзе, когда предположил, что они могут распознавать психологическое состояние других членов своей стаи.

Сам Томаселло, который, похоже, получает удовольствие, находясь в центре этого академического спора, говорит: «На мой взгляд, Бош и де Ваал очеловечивают обезьян, а Повинелли относится к ним как к крысам, однако обезьяны — ни то ни другое». К этому он шутливо добавляет: «Мы же находимся посередине. Поскольку нас одинаково атакуют с обеих сторон, мы наверняка правы».

Резкая критика одних смягчается глубоким уважением других. «Я привык думать, что люди очень похожи на шимпанзе, — замечает Джонатан Хайдт (Jonathan Haidt), ведущий социолог Школы бизнеса Стерна в Нью-Йоркском университете. — С годами, в значительной степени благодаря работе Томаселло, я пришел к убеждению, что именно это маленькое различие, которое он изучал и о котором рассказывал, — уникальная человеческая способность придерживаться совместной интенциональности — перенесло нас на другой берег реки, где существует совершенно иная общественная жизнь».

Чтобы разрешить этот спор, потребуются новые исследования в зоопарке, лаборатории и полевых условиях — включая, вероятно, дополнительное изучение того, в какой мере шимпанзе способны понимать, о чем думают другие. Еще одно уже начатое группой Томаселло исследование предполагает выяснить, изменятся ли выводы по поведению человека, сделанные на основе тестов с детьми из Германии, если провести аналогичные тесты с детьми из Африки или Азии. Планируется также изучить вопрос, соответствует ли коллективное представление немецких дошкольников о том, что правильно или неправильно, мнению на этот счет представителей полукочевого племени самбуру, живущего в северной части Кении.

Вероятно, найдется также возможность более пристально взглянуть на различия между человеком и обезьяной. Джозеп Колл (Josep Call), один из давних близких

коллег Томаселло, возглавляющий сегодня Центр Вольфганга Келера, считает, что одной лишь совместной интенциональности может оказаться недостаточно для объяснения исключительности человека. Отделять людей от прочих приматов могут и другие их познавательные способности — достаточно привести в качестве примера «мысленное путешествие по времени», наше умение представлять себе возможное будущее развитие событий.

Более перспективной в плане выявления частичных совпадений между людьми и шимпанзе может стать попытка заглянуть в мозг человека — такая работа ведется сейчас на другом этаже Института эволюционной антропологии. Профессор Сванте Паабо (Svante Pääbo), руководитель группы, закончившей в 2010 г. черновую расшифровку генома неандертальца, высказывает в своей недавней книге предположение, что идею Томаселло об уникальности человеческого мышления можно будет в конце концов проверить с помощью генетического анализа.

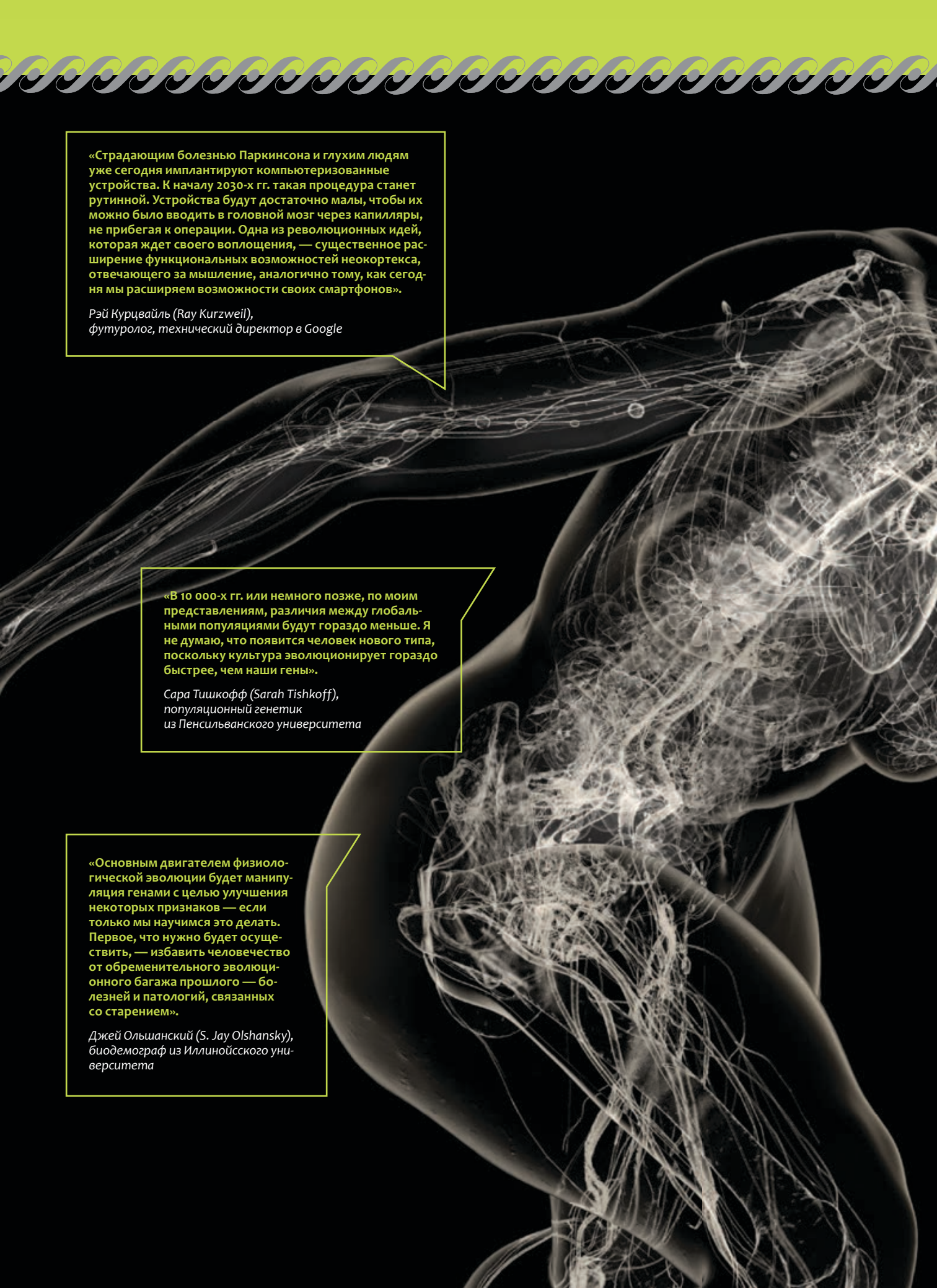
Когда придет время такой работы, логично, что ее начальной задачей стало бы объединение исследований по поведению шимпанзе и человека с «донкихотской» попыткой разобраться во взаимодействии сотен генов, ответственных за аутизм. Дети с подобным расстройством, напоминая шимпанзе, с трудом воспринимают социальные сигналы. Сопоставление генов детей с аутизмом с генами полностью здоровых детей — а затем с ДНК шимпанзе и, возможно даже, с ДНК неандертальцев, наших ближайших эволюционных родственников — могло бы дать лучшее понимание генетической основы человеческой социальности.

Такие исследования смогли бы также помочь объяснить, почему мы прошли в своем многотысячелетнем развитии путь от групп собирателей еды до сегодняшнего общества, которое не только более эффективно, чем шимпанзе, обеспечивает себя пищей и жильем, но также предоставляет неограниченные социальные возможности: теперь вы можете буквально за день добраться до любого уголка нашей планеты или отправить сообщение, которое со скоростью мысли достигнет городов Тусон в США или Тимбукту в Мали. ■

Перевод: А.Н. Божко

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Вонг К. На заре современного разума // ВМН, № 9, 2005.
- Cultural Origins of Human Cognition. Michael Tomasello. Harvard University Press, 1999.
- Humans Have Evolved Specialized Skills of Social Cognition: The Cultural Intelligence Hypothesis. Esther Herrmann, Josef Call, Maria Victoria Hernandez-Lloreda, Brian Hare and Michael Tomasello in Science, Vol. 317, pages 1360–1366; September 7, 2007.
- A Natural History of Human Thinking. Michael Tomasello. Harvard University Press, 2014.



«Страдающим болезнью Паркинсона и глухим людям уже сегодня имплантируют компьютеризованные устройства. К началу 2030-х гг. такая процедура станет рутинной. Устройства будут достаточно малы, чтобы их можно было вводить в головной мозг через капилляры, не прибегая к операции. Одна из революционных идей, которая ждет своего воплощения, — существенное расширение функциональных возможностей неокортекса, отвечающего за мышление, аналогично тому, как сегодня мы расширяем возможности своих смартфонов».

Рэй Курцвайль (Ray Kurzweil),
футуролог, технический директор в Google

«В 10 000-х гг. или немного позже, по моим представлениям, различия между глобальными популяциями будут гораздо меньше. Я не думаю, что появится человек нового типа, поскольку культура эволюционирует гораздо быстрее, чем наши гены».

Сара Тишкофф (Sarah Tishkoff),
популяционный генетик
из Пенсильванского университета

«Основным двигателем физиологической эволюции будет манипуляция генами с целью улучшения некоторых признаков — если только мы научимся это делать. Первое, что нужно будет осуществить, — избавить человечество от обременительного эволюционного багажа прошлого — болезней и патологий, связанных со старением».

Джей Ольшанский (S. Jay Olshansky),
биодемограф из Иллинойского университета



3

КУДА МЫ ИДЕМ

Мы спросили ведущих специалистов в разных областях науки, в каком направлении пойдет эволюция человека. Вот что они нам ответили

«Эволюция — непрерывный процесс, человек, как и все живущее на Земле, по-прежнему видоизменяется, и конца этому видоизменению не видно. Что будет представлять собой человек будущего — никто не знает; может быть, он вообще исчезнет как вид. Эволюция идет неизведанными путями, которые нам не дано предвидеть».

Йоханнес Хайле-Селассие (Yohannes Haile-Selassie), палеоантрополог из Кливлендского музея естественной истории



СЕТЕВОЙ ПРИМАТ

Интервью:
Марк Фишетти

Впервые за всю историю существования человека мы редко когда остаемся наедине сами с собой. Может быть, в результате мы утрачиваем что-то очень важное, делающее нас людьми?



! СПРАВКА

Кто: Шерри Теркл

Профессия: социолог

Где: Массачусетский технологический институт

Область исследований: люди и новые технологии: как это влияет на взаимоотношения между нами

Главная мысль: социальные сети делают нас менее общительными

Вполне вероятно, что у вас есть смартфон, страничка в Facebook и аккаунт в Twitter и временами вы полностью отключаетесь от происходящего вокруг, поскольку с головой погружены в социальную сеть. С ней вам никогда не бывает скучно или одиноко, но, к сожалению, именно поэтому вы становитесь менее внимательными по отношению к близким и даже иногда с трудом понимаете самих себя.

Многие боятся себе в этом признаться. «Мы до сих пор очарованы подобными новинками, — говорит Шерри Теркл (Sherry Turkle) из Массачусетского технологического института. — Мы как юные влюбленные, которые опасаются говорить о своих чувствах, чтобы не спугнуть их».

За годы своей практики Теркл побеседовала с сотнями людей всех возрастов, чтобы выяснить их отношение к смартфонам, планшетах, социальным сетям, аватарам и роботам. По ее мнению, в отличие от прежних революционных изобретений — книгопечатания, телевидения и многого другого — новейшие технологии типа «всегда на связи, всегда с вами» несут угрозу человечеству, размывая некоторые из основных его качеств, необходимых для самого существования нас как вида. В приведенных ниже выдержках из интервью, которое Теркл дала нашему корреспонденту, она выражает озабоченность по поводу всего этого, но в то же время проявляет сдержанный оптимизм, полагая, что самые молодые из нас справятся с новыми вызовами.

— Что беспокоит вас больше всего из последствий нашего постоянного пребывания в социальных сетях?

— Первое, что бросается в глаза, — непереносимость одиночества. Посмотрите, как ведут себя люди в очередях и других местах, где им приходится просто ждать. Дай им хотя бы секунду — и они тут же начинают что-то делать со своими мобильными телефонами. Способность человека быть наедине с самим собой улечучивается. А что если однажды вы разучитесь мечтать или у вас исчезнет желание заглянуть в себя?

— Это характерно для людей всех возрастов?

— Да, но детям особенно нужно уединение. Без него никогда не получится разговора с самим собой. Способность познавать себя необходима для развития личности. Но сегодня дети с самого раннего возраста — с четырех, трех и даже двух лет — имеют доступ к технике, которая исключает пребывание в одиночестве как таковое, постоянно отвлекая их на нечто постороннее. Это делает их холодными, неспособными к нормальным взаимоотношениям с близкими.

— Может быть, они просто боятся скуки?

— Люди говорят без передышки. Когда случается перекур, они тут же хватаются за телефон как за спасительную соломинку. Спокойно беседовать, обсуждать что-то, делиться впечатлениями — это не для них.

— Значит, они меньше ценят родственные и дружеские связи?

— Люди начинают воспринимать других как неодушевленные объекты. Представьте встречу двух приятелей. «Привет, старина. У меня идея: почему бы нам, вместо того чтобы пялиться друг на друга, не надеть очки *Google Glass* и не посмотреть, что интересного в мире? Если ничего путного не увидим — просто переключусь на свою электронную почту. А ты даже не заметишь». Вот другая ситуация. Когда тетушка затевает разговор за обедом, ее маленькая племянница тут же вытаскивает телефон и погружается в *Facebook*. В итоге обед испорчен. Для американской семьи, где в одном доме живут по заведенному укладу три поколения, обед всегда был чем-то вроде ритуала. *Facebook* — вот что заняло его место.

— А что вы скажете о тех, кто берет телефон в спальню? Какое же чувство одиночества во сне?

— Я достаточно много общалась со школьниками средних и старших классов: «Скажи, ты и в полночь отвечаешь на СМС?» — «О да. Я общаюсь, значит я существую; это мой девиз». Если ты общаешься ночью и доступен для других в такое время, значит ты находишься в другом измерении. Ты, что называется, «всегда готов» и откликаешься на сообщения своих приятелей в любое время суток. Для примера приведу такую ситуацию: у молодой женщины 2 тыс. «почитателей» в *Instagram*. Она может задать вопрос в Сети в девять часов вечера, а получить ответы в два часа ночи, и будет бодрствовать до тех пор, пока не дождет их.

— Что это сулит ведущим подобный образ жизни?

— Если вовремя не остановиться, я думаю, вы никогда не обретете ощущения независимости, не сможете поддерживать личные взаимоотношения и деловые контакты, потому что неспособны в полной мере контролировать

самого себя. Вас ждут большие неприятности, если любой вопрос вы выносите на всеобщее обсуждение.

— То есть превращаете свою жизнь в краудсорсинг.

— Да, для принятия наиболее важных решений. Впрочем, я надеюсь, что, достигнув определенной точки, — скажем, поступив на работу, где вам и вашим коллегам уже не 20 лет, а за 30, — вы сочтете такую манеру поведения неадекватной, у вас появится желание более человеческого общения, навыки которого придется вырабатывать.

— Что вы можете сказать о взаимодействии с личностями-автоматами и роботами?

— Когда мы начали заниматься этим в 1970-х гг., люди придерживались мнения, что даже если искусственный интеллект станет реальностью, то искусственные чувства все равно не будут настоящими. Притворная любовь никогда не была любовью. Но теперь это в прошлом. Люди говорят мне, что если *Siri* (*Speech Interpretation and Recognition Interface*) помогает им почувствовать себя немного лучше, они будут с удовольствием общаться с *Siri*.

— Это напоминает сюжет фильма «Она»?

— Так и есть. Похоже, ситуация такова: если есть робот, способный создать иллюзию, что он меня понимает, я с удовольствием буду общаться с ним. Это значительный шаг вперед в том, чего мы ожидаем от общения, даже в глубоко личной сфере. Я вижу это и у молодых людей, и у взрослых. Современные роботы нацелены на то, чтобы создать иллюзию взаимопонимания.

— Какую грань это переходит? За ней нет эмпатии?

— За ней нет настоящего общения. Вы говорите, что сопереживание не так важно для создания ощущения, что тебя понимают. Я беседовала с одной женщиной, которая призналась, что ее вполне устраивает молодой человек-робот и она хочет приобрести одну из таких усовершенствованных японских машин. Я сказала: «Вы же знаете, что он не понимает вас». На что она ответила: «Видите ли, мне нужно просто внимание. Достаточно, чтобы я не чувствовала себя одинокой». Иметь робота в качестве компаньона хотелось бы и многим пожилым людям. Но меня в данном случае волнует вопрос морали: ведь старики заслуживают того, чтобы их рассказы о прожитой жизни слушал кто-то, кто понимает, что такое жизнь. Они потеряли супруга; от них отделились дети. А мы предлагаем им рассказывать о своей жизни тому, кто представления о ней не имеет.

Важно понимать, что подобное изменение характера взаимоотношений — это не просто вопрос развития техники. Это вопрос нашей эволюции и того, что с нами происходит, когда мы сталкиваемся лицом к лицу с чем-то безличным. Стоит внимательнее присмотреться к желанию людей очеловечивать роботов и воспринимать видимость сопереживания как настоящее чувство, потому что, я считаю, такие взаимоотношения ведут в тупик. Мы отступаем под натиском техники и меньше полагаемся друг на друга. Не так ли?

— Аватары и виртуальная реальность ведут к тому же?

— Здесь мы движемся от реальности к некоей комбинации настоящей жизни и виртуальной. Один молодой человек так описал ситуацию: «Реальная жизнь — это

просто одно из моих окон и совсем не обязательно лучшее». На какое-то время люди забыли о виртуальной реальности, но после того как *Facebook* приобрел компанию *Oculus*, она всплыла снова, теперь в виде фантазии Марка Цукерберга о встречах со своими друзьями в виртуальном мире, где все великолепно как Анджелины Джоли и Брэд Питт, где вы живете в прекрасном доме и представляете собой именно то, чем хотите быть.

— **Но скептики утверждают, что ваш аватар не отличается от вас настоящей.**

— Видите ли, мы все время играем какую-то роль. Например, сейчас я стараюсь выставить Шерри Теркл в наилучшем виде. Однако в пижамах я выгляжу иначе. Различие между вами и аватаром или страничкой в *Facebook* заключается в том, что вы их редактируете. Девушка размещает свое фото, а затем корректирует цвет, фон и освещение. Зачем? Потому что ей нравится именно так. Никогда раньше мы не имели такой возможности, а теперь имеем. И люди хотят ею пользоваться.

Я спросила у 18-летнего юноши: «Что вам не нравится в речевом общении?» Он ответил — весьма убедительно: «Оно происходит в реальном времени. Ты не успеваешь контролировать то, что собираешься сказать».

— **Одна из причин быстрого карьерного продвижения заключается в том, что работа в коллективе дает каждому его члену больше шансов на успех. Не может ли длительное нахождение в Сети свести на нет такое преимущество?**

— О, этим вопросом мы как раз занимаемся. Понижается наша конкурентоспособность при совместной работе или повышается? Многие мои коллеги сказали бы, что повышается. Интернет предоставляет нам новые возможности для объединения в сообщества. Но я думаю, что сейчас наступил переломный момент. Пока мы находились в состоянии эйфории от виртуального пространства, мы немного утратили чувство реальности и ощущение, где живем на самом деле. Конечно, легко сделать вид, что никакой проблемы тут нет. Но сможем ли мы выйти оттуда и создать реальные сообщества — такие, какими им положено быть?

— **Ваши оппоненты утверждают, что никаких оснований для беспокойства нет, поскольку ситуация с «новыми технологиями» отнюдь не нова. Мы уже проходили это с телевидением: вы знаете, что за вашими детьми «присматривает» телевизор, поэтому вы можете спокойно заниматься своими делами.**

— Прежде всего, телевизор можно смотреть сообща. Я выросла в семье, где все усаживались вокруг телевизора и смотрели его вместе, спорили и обсуждали передачи тоже вместе. Но когда каждый, сидя в собственной комнате, смотрит свой канал, пора сказать: «Остановитесь!» Какие могут быть обсуждения! Образ жизни «всегда на связи» — это что-то вроде квантового перехода. Я согласна, что и ранее в истории были переходы подобного рода, пример тому — появление книгопечатания. Однако здесь есть принципиальное различие: находясь «всегда на связи», вы лишаетесь права выбора.

— **Вы хотите сказать, что всегда можете выключить телевизор и прекрасно работать дальше?**

— Моя профессиональная деятельность и личная жизнь невозможны без мобильного телефона и электронной почты. Без этого мои студенты не могут даже получить расписание занятий. У нас нет возможности отгородиться от мира, где используются подобные технологии. Вопрос в другом: можно ли сделать нашу жизнь более осмысленной, не отказываясь от того, что «всегда включено» и «всегда с нами»?

— **Каков же выход?**

— Все пойдет обычным путем. Думаю, технологические компании осознают, что на самом деле для обычных людей нет ничего хорошего в постоянном нахождении на связи. Сегодня, если я получаю электронное сообщение и не отвечаю на него в течение суток, тот, кто его послал, начинает беспокоиться, а может и обидеться на мое молчание. Но почему? Думаю, следует отказаться от мысли, что ваш респондент постоянно в Интернете.

— **С чего, по вашему мнению, мы могли бы начать?**

— Я предложила бы ввести в обиход понятие «сакральное пространство». Это могут быть семейный обед, дружеская встреча и многое другое. Общайтесь в таких случаях только вживую, это антидот против того негатива, о котором мы говорили. Если вы беседуете со своими детьми, если вы разговариваете с членами семьи, если вы общаетесь с группой людей, все эти отрицательные эффекты не будут проявляться так сильно.

— **И нам бы следовало побольше обсуждать сами эти технологии?**

— Я не противник техники и новых технологий. Я ратую за человеческое общение и сохранение всех тех качеств, которые делают нас людьми. На самом деле речь идет о современной культуре, доминанта которой — «больше, лучше, быстрее». Мы должны четко сформулировать, что нам нужно для выработки собственного мнения, для нашего развития, для адекватных взаимоотношений с нашими детьми, с окружением, с близкими людьми.

— **Так кто же остановит поезд, на котором мы едем?**

— Больше всего я надеюсь на молодое поколение, которое выросло с этой техникой и технологией, но не поработало ею, которое готово сказать: «Подождите секундочку». Они прекрасно ладят со сверстниками и с родителями. На них я смотрю со сдержанным оптимизмом.

Мне встречалось так много детей, которые с удовольствием общались бы со своими родителями. Настанет время — и ребенок скажет: «Папа, хватит сидеть в Интернете. Я хочу поговорить с тобой». Таким детям может быть пять лет, восемь или девять — и ничего не меняется, но в возрасте 13, 14 или 15 лет они начинают задумываться. Они собираются придерживаться других правил, в частности не пользоваться мобильным телефоном во время обеда. Они говорят: «Я не стану отказываться от этой техники, но постараюсь пользоваться ею разумно».

Перевод: Н.Н. Шафрановская

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

■ Вегнер Д., Уорд А. Как Интернет меняет наш мозг // ВМН, № 2, 2014.



ЭВОЛЮЦИЯ ПРОДОЛЖАЕТСЯ (КАК И ВСЕ ЭТИ ГОДЫ)

Джон Хокс

На протяжении
последних 30 тыс. лет
наш вид изменялся
необычайно быстро.
Этот процесс
продолжается
и сегодня

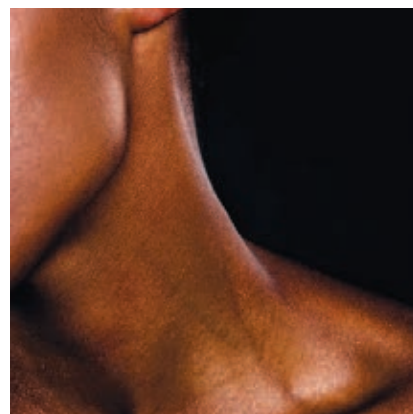
ОБ АВТОРЕ

Джон Хокс (John Hawks) — антрополог из Висконсинского университета в Мадисоне, эксперт по эволюции человека.



Человек — целеустремленное существо. Ни один другой биологический вид на нашей планете не преуспел за время своего существования так, как наш. Мы научились справляться со множеством опасностей, которые в прошлом угрожали миллионам жизней: защищаться

от природных катаклизмов и хищников на заре нашего существования, лечить многие болезни. Мы превратили крохотные земельные участки, отвоеванные у лесов нашими предками-земледельцами, в огромные сельскохозяйственные угодья, неизмеримо повысили шансы на успешное вынашивание потомства и преуспели в борьбе с детской смертностью.



Многие полагают, что современные технологии, позволяющие нам вторгаться в природу и многое в ней изменять, исключили человека из эволюционного процесса. Теперь вопрос выживания наиболее приспособленных не стоит. Такое мнение — не просто заблуждение, закрепившееся в общественном мнении. Можно назвать и ученых, которые в этом уверены, например Стивена Джонса (Steven Jones) из Университетского колледжа Лондона, а также авторитетных популяризаторов науки, например Дэвида Аттенборо (David Attenborough).

Однако это не так. Мы эволюционировали раньше, эволюционируем сейчас и будем видоизменяться в будущем, до тех пор пока существуем. Посмотрим на семь

миллионов с лишним лет, которые прошли со времени расхождения нашего первого предшественника и шимпанзе, и переведем это время в 24 часа. При такой трансформации последние 30 тыс. лет превратятся в шесть минут. Как много произошло за этот период нашей жизни в эволюционной истории: миграция на другие континенты, революционные изменения в характере питания, увеличение численности популяции более чем в тысячу раз. Новые люди принесли с собой множество уникальных мутаций, что придало новый импульс естественному отбору. Эволюция человека не только не замедляется, она продолжается с еще большей скоростью.

! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Некоторые ученые уверяют, что человек перестал быть объектом естественного отбора и поэтому его эволюция практически завершена.
- На самом деле за последние 30 тыс. лет человек как вид эволюционировал очень быстро. Прямые черные волосы, голубые глаза, способность к усваиванию лактозы — все эти и многие другие признаки появились сравнительно недавно.
- Высокая скорость эволюции обусловлена несколькими факторами, в том числе переходом от собирательства и охоты к выращиванию культурных растений и скотоводству. Это привело к быстрому увеличению численности популяций, что в свою очередь способствовало закреплению в них полезных мутаций.
- Человечество будет эволюционировать и дальше, в этом нет никаких сомнений. И хотя на первый взгляд может показаться, что человек будущего — это биологический космополит, на самом деле каждый из наших потомков скорее всего будет живой мозаикой признаков, появившихся за все время его существования как вида.



Многие широко распространенные признаки появились у человека относительно недавно: голубым глазам, прямым жестким черным волосам, способности усваивать лактозу, светлой коже исполнилось не более 30 тыс. лет



Антропологические свидетельства

Изучение останков древнего человека показало, что некоторые признаки появились у него довольно быстро и сравнительно недавно. Примерно 11 тыс. лет назад, с переходом от собирательства и охоты к земледелию и скотоводству, который сопровождался частичным переходом от сыроедения, анатомия человека стала существенно изменяться. Так, 10 тыс. лет назад зубы у него были примерно на 10% длиннее, чем у нас. Когда наш предок стал употреблять размяченную пищу, приготовленную на огне, ему уже не нужно было прилагать столько усилий для ее пережевывания, как раньше, и очень медленно, поколение за поколением, челюсти становились все менее мощными.

Антропологи знали обо всем этом уже десятки лет назад, но лишь в последние десять лет стало ясно, насколько данные признаки молоды. Секвенирование генома человека четко показало, что именно было мишенью естественного отбора. Обнаружилось, например, что в организме потомков земледельцев вырабатывается больше амилазы — ключевого фермента, участвующего в расщеплении крахмала. У большинства ныне живущих людей в геноме присутствует несколько копий гена *AMY1*, кодирующего этот фермент, — в отличие от ныне живущих охотников-собирателей, например членов племен датога в Танзании: у большинства из них таких копий гораздо меньше. Способность к расщеплению крахмала давала древним земледельцам большие преимущества в конкурентной борьбе.

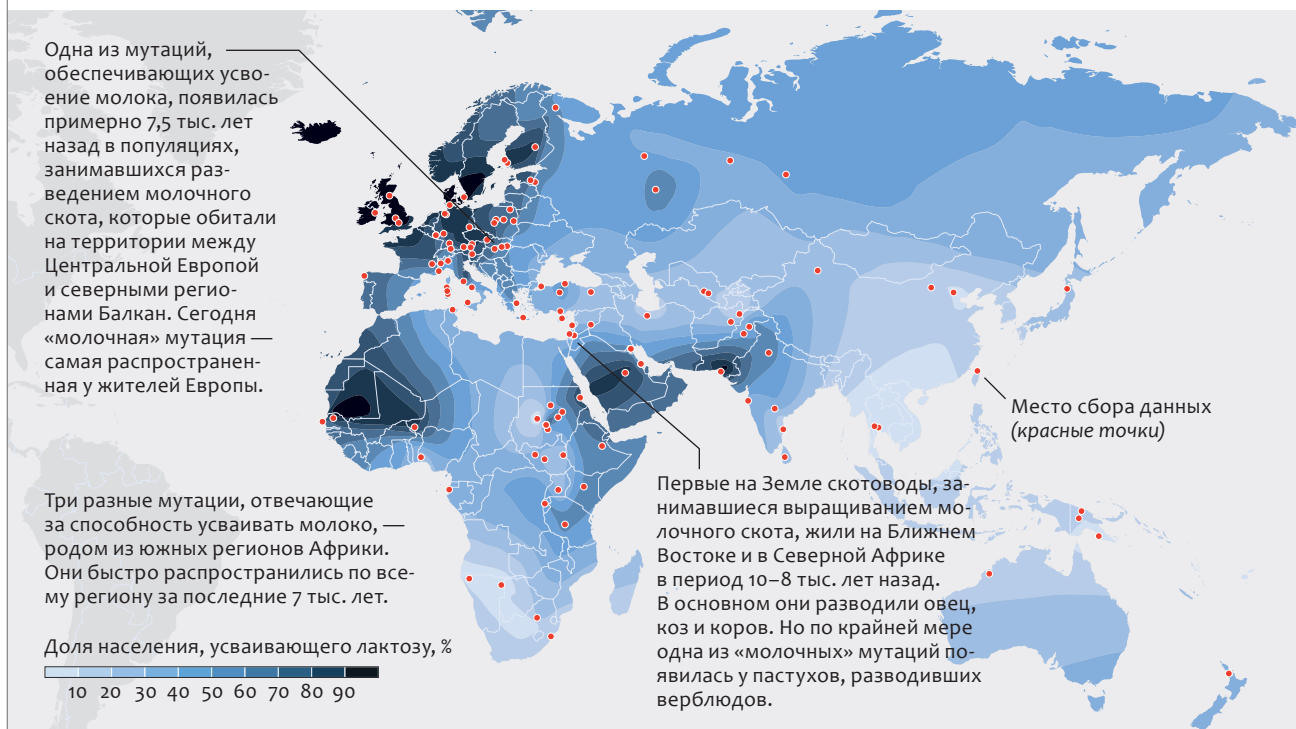
Другая пищевая адаптация — способность усваивать лактозу — еще один пример недавно появившегося признака. Сегодня почти все новорожденные вырабатывают фермент лактазу, расщепляющий молочный сахар, что позволяет использовать столь необходимую развивающемуся организму энергию, заключенную в молекулах фермента. Раньше большинство младенцев, вырастая,

утрачивали эту способность, но по крайней мере пять раз в нашей эволюционной истории возникала мутация, в результате которой активность лактазного гена сохранялась все дольше и дольше. Три мутации появились в разных регионах на юге Африки, где издавна было широко развито скотоводство. Еще одна возникла у древних арабов, занимавшихся разведением верблюдов и коз. Пятая, самая распространенная, присутствует сегодня у народов, проживающих на самых разных территориях — от Ирландии до Индии; наиболее часто она встречается у жителей Северной Европы. Она берет свое начало от одного индивида, жившего примерно 7,5 тыс. лет назад. В 2011 г. генетики исследовали ДНК, выделенную из тканей «ледяного человека» Энци, который подвергся естественной мумификации 5,5 тыс. лет назад в горах на севере Италии. У него мутация, обеспечивающая усвоение лактозы, отсутствовала; это свидетельствовало о том, что она еще не стала повсеместной в данном регионе, хотя прошло уже несколько тысяч лет с момента ее возникновения. Затем была секвенирована ДНК останков земледельцев, живших в Европе более 5 тыс. лет назад. Ни у кого из них гена лактазы тоже не обнаружилось. Сегодня в данном регионе упомянутый ген присутствует у сотен миллионов людей, что соответствует 75% генного пула. Это никакой не парадокс, а результат действия естественного отбора. Частота любой новой благоприятной мутации растет экспоненциально, она распространяется на последующие поколения, охватывает большую часть популяции и, наконец, становится доминантной.

«МОЛОЧНАЯ» МУТАЦИЯ

Возможность употреблять в пищу молоко — привилегия, которую человек получил сравнительно недавно. Раньше ею обладали только младенцы, находящиеся на грудном вскармливании; с возрастом способность расщеплять молочный сахар — лактозу — утрачивалась. Но в течение последних 10 тыс. лет то в одной популяции, занимавшейся разведением

молочного скота, то в другой появлялись мутации, обеспечивающие функционирование гена, который кодирует фермент лактазу, на протяжении всей жизни человека. На сегодня идентифицированы пять таких мутаций, но, скорее всего, их немного больше. Со временем они закрепились и теперь есть почти у всех жителей земного шара.



Размывание рас

Самое удивительное в нашей недавней эволюционной истории заключается в том, как много повсеместных признаков возникло у человека совсем недавно. Так, жесткие прямые черные волосы появились у большинства жителей Азии всего в последние 30 тыс. лет благодаря мутации в гене *EDAR*, играющем ключевую роль в регуляции формирования кожных покровов, волос, зубов и ногтей. Затем этот генный вариант попал в Америку вместе с первыми поселенцами, которые имели общее эволюционное прошлое с жителями Восточной Азии.

В целом эволюционная история цвета кожи, волос и глаз на удивление сходна. На ранних ее этапах у всех предков человека были темные волосы, кожа и глаза. С тех пор эти признаки в той или иной мере «посветлели» в результате десятков мутаций. Некоторые из них встречаются у современных жителей Африки, но повсеместно они распространены во всех частях света. Большинство мутаций в генах, кодирующих данные признаки, довольно «молоды», они возникали независимо в целой череде популяций: это изменение в гене *TYRP1*, которое привело к появлению блондинов на Соломоновых островах; мутация в гене *HER2*, обуславливающая голубой цвет глаз; изменение в гене *MC1R*, приведшее к появлению рыжеволосых людей; мутация в гене *SLC24A5*, которая «осветлила» кожу и теперь присутствует у 95%

европейцев. Как и в случае с геном лактазы, оценить «возраст» мутаций позволил генетический анализ. Голубоглазые люди появились, по-видимому, более 9 тыс. лет назад, а многочисленные изменения в гене *SLC24A5* в тот период еще не начались. Цвет кожи, волос и глаз эволюционировал с поразительной скоростью.

Пигментация — один из самых очевидных признаков, по которым одна раса отличается от другой. Но есть множество более экзотических различий, одно из которых касается консистенции ушной серы. У большинства современных людей она мягкая, но у многих жителей восточноазиатских стран — твердая, состоящая из чешуек, не склеивающихся друг с другом. Антропологам известно об этом уже давно, но причину различий генетики выяснили совсем недавно. Твердой сера стала в результате появления сравнительно новой мутации в гене *ABCC11*. Всего 30–20 тыс. лет назад мутация затронула и апокриновые железы, вырабатывающие пот. Если вы страдаете повышенным потоотделением и ушная сера у вас мягкая, то, скорее всего, у вас в геноме присутствует исходная версия гена *ABCC11*. Если же в дезодоранте вы нуждаетесь немного меньше, а ушная сера у вас твердая, значит, ваш ген *ABCC11* содержит сравнительно недавно возникшую мутацию.

За несколько тысяч лет до того, как среди жителей Восточной Азии впервые появился человек с твердой ушной

серой, возникла другая, на первый взгляд малозначительная мутация, спасшая, как выяснилось позже, жизни миллионов африканцев — потенциальных жертв смертельно опасного заболевания. Мутация произошла в гене *DARC*, который кодирует молекулу вещества на поверхности эритроцитов, отвечающего за освобождение крови от избытка хемокинов — компонентов иммунной системы. Благодаря данной мутации человек приобретает устойчивость к *Plasmodium vivax*, одному из двух

эритроцитов препятствует проникновению в них малярийного плазмодия и человек становится невосприимчивым к инфекции.

Другой мутантной формой, интересовавшей Ливингстона, был гемоглобин *E*. Сегодня он широко распространен среди жителей юго-восточных регионов Азии; его обладатели тоже невосприимчивы к малярии и не испытывают серьезных осложнений, сопряженных с носительством гемоглобина *S*. «Гемоглобин *E* дает организму-хозяину больше преимуществ, чем гемоглобин *S*, — сказал я как-то на одном из занятий. — Почему же его нет у африканцев?» — «Так уж случилось», — ответил Ливингстон.

Его ответ буквально ошеломил меня. Я, как и все, полагал, что самое мощное оружие в арсенале эволюционного процесса — естественный отбор. Человечество тысячелетиями жило со смертельно опасной малярией, вызываемой переносимым комарами *P. falciparum*. Казалось бы, естественный отбор должен был искоренить менее благоприятные мутации

Представители смешанных популяций вовсе не напоминают клонов с цветом лица «кофе с молоком»: все чаще там встречаются темнокожие блондинки или зеленоглазые красавцы с оливковым цветом лица

и заменить их самыми полезными из всех возможных. Ливингстон объяснил, в чем тут дело. Малярия распространяется только среди членов популяции с обычной формой гемоглобина, новая мутация, дающая даже небольшое преимущество ее обладателям, быстро становится обычной, и средняя смертность от малярии уменьшается. Жизнь больных серповидноклеточной анемией находится в опасности, но гемоглобин *E* дает относительно меньшие преимущества членам популяции, которые уже получили какую-то защиту от малярии благодаря гемоглобину *S*. Таким образом, мало приобрести благоприятную мутацию, необходимо еще, чтобы она появилась в нужное время.

и заменить их самыми полезными из всех возможных.

Ливингстон объяснил, в чем тут дело. Малярия распространяется только среди членов популяции с обычной формой гемоглобина, новая мутация, дающая даже небольшое преимущество ее обладателям, быстро становится обычной, и средняя смертность от малярии уменьшается. Жизнь больных серповидноклеточной анемией находится в опасности, но гемоглобин *E* дает относительно меньшие преимущества членам популяции, которые уже получили какую-то защиту от малярии благодаря гемоглобину *S*. Таким образом, мало приобрести благоприятную мутацию, необходимо еще, чтобы она появилась в нужное время.

Со времен первой встречи человечества с малярией в его геномном пуле произошло множество изменений — неодинаковых в разных частях земного шара, — повышающих устойчивость к этому заболеванию. Каждый раз все начиналось с возникновения полезной мутации, которая ограничивалась локальной популяцией и была крайне редкой. Одна такая мутация имела мало возможностей на закрепление, но с ростом численности популяций наших предков шанс быстро возрастал.

По воле случая

Мы привыкли рассматривать эволюцию как процесс, в ходе которого «плохие» мутации заменяются «хорошими», но на самых поздних ее этапах все большую роль стал играть случай. Благоприятная мутация не закрепляется автоматически; все зависит от времени ее появления и размеров популяции.

Я усвоил этот урок, слушая лекции ныне покойного известного антрополога Франка Ливингстона (Frank Livingstone). Начало моей учебы совпало с окончанием его долгой научной карьеры, значительная часть которой была посвящена изучению генетических основ устойчивости к малярии. Более 3 тыс. лет назад в Африке и Индии произошла мутация в гене гемоглобина, переносчика кислорода. У человека — носителя двух копий мутантного гена образовывался гемоглобин *S*, виновник развития серповидноклеточной анемии. При этом заболевании эритроциты приобретают необычную форму и образуют сгустки, закупоривающие кровеносные сосуды. В норме эритроциты — достаточно гибкие округлые тельца, свободно проходящие по капиллярам, мутантные же клетки приобретают форму серпа и утрачивают упругость. Как обнаружилось позже, изменение формы

Наше эволюционное будущее

Человечество продолжает эволюционировать и сегодня. В отличие от далекого прошлого, о котором мы можем судить по отдаленным последствиям влияния естественного отбора на гены, в настоящее время биологи имеют возможность следить за эволюцией в режиме онлайн, отслеживая те изменения, которые происходят со здоровьем населения и рождаемостью. Несмотря на прогресс в медицине, соблюдение санитарных норм и вакцинацию, увеличивающие среднюю продолжительность жизни, рождаемость во многих популяциях растет не столь уверенно.

Если у женщин, живущих в регионах южнее Сахары, имеется специфическая мутация в гене *FLT1*, а период беременности приходится на сезон, когда вспышки малярии особенно часты, то вероятность благополучного вынашивания ребенка у них оказывается немного выше, чем у женщин с обычным вариантом упомянутого гена. Связано это с тем, что у обладательниц мутантного гена вероятность проникновения малярийного плазмодия в плаценту меньше. Причину данного феномена мы не знаем, но его наличие не вызывает сомнений.

Стивен Стернз (Stephen Stearns) с коллегами из Йельского университета просмотрели многолетние данные о состоянии здоровья населения с тем, чтобы выявить признаки, коррелирующие с рождаемостью. Обнаружилось, что у невысоких женщин плотного телосложения с низким уровнем холестерина в крови больше детей, чем

Что же можно сказать о нашей дальнейшей эволюции? В течение последних нескольких тысяч лет она шла разными путями в разных популяциях, проявляя при этом удивительное сходство. Новые адаптивные мутации временами прокладывали себе дорогу, но были недостаточно сильны, чтобы одержать верх над старыми версиями генов. Поэтому большинство наших мутаций имеют весьма солидный возраст. Но сегодня, как никогда, очень сильны миграционные процессы, что приводит к беспрецедентно высокой частоте обмена генами между нациями.

При такой скорости «перетасовывания» генов разумно предположить, что аддитивные признаки — например пигментация, которая зависит от действия сразу нескольких генов, — будут все менее четкими. Значит, вместо нынешнего разнообразия черт лица, цвета волос и глаз мы увидим некую однородную массу?

Отнюдь. Многие признаки, по которым одна популяция отличается от другой, не аддитивны. Даже с пигментацией все не так просто, что хорошо иллюстрируют смешанные популяции в США, Мексике, Бразилии. Их представители вовсе не напоминают клонов с цветом лица «кофе с молоком»; все чаще там встречаются темнокожие блондинки или зеленоглазые красавцы с оливковым цветом кожи. Каждый из наших потомков будет живой мозаикой признаков, появившихся за долгую эволюционную историю человечества. ■

Перевод: Н.Н. Шафрановская

В течение последних нескольких тысяч лет эволюция шла разными путями в разных популяциях, проявляя при этом удивительное сходство. Новые адаптивные мутации временами прокладывали себе дорогу, но были недостаточно сильны, чтобы одержать верх над старыми версиями генов. Поэтому большинство наших мутаций имеют весьма солидный возраст

у обладательниц противоположных признаков. Исследование охватывало последние 60 лет и включало только жительниц США. Почему эти признаки коррелируют с числом детей, тоже не ясно.

На подходе — новые исследования подобного рода. Например, Биобанк Великобритании намеревается собрать данные о генотипах и продолжительности жизни сотен тысяч людей. Такие масштабные мероприятия необходимы, поскольку взаимосвязи между генами имеют сложный характер и нужно проанализировать тысячи выходных данных для того чтобы выяснить, какие мутации отвечают за изменения в состоянии здоровья человека. Изучая «родословную» мутаций, мы получаем мощный инструмент для наблюдения за эволюцией человека на протяжении сотен поколений, однако при этом можем упустить из виду то, что происходило со средовыми факторами, выживаемостью и плодовитостью в прошлом. Мы видим только победителей в гонках на длинные дистанции, таких как способность усваивать лактозу, и не замечаем краткосрочную динамику.


ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ


■ Are Human Beings Still Evolving? It Would Seem That Evolution Is Impossible Now That the Ability to Reproduce Is Essentially Universally Available. Are We Nevertheless Changing as a Species? Meredith F. Small; Ask the Experts, ScientificAmerican.com, October 21, 1999.

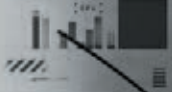
■ African Adaptation to Digesting Milk Is "Strongest Signal of Selection Ever". Nikhil Swaminathan; ScientificAmerican.com, December 11, 2006.

■ Did Lactose Tolerance First Evolve in Central, Rather Than Northern Europe? Lynne Peoples; ScientificAmerican.com, August 28, 2009.

16+

 www.naukatv.ru

 www.facebook.com/nauka20



2.0

ПРОСТО О
СЛОЖНОМ



НАУКА 2.0
ТЕЛЕКАНАЛ

РЕКЛАМА



ЗАСТЫВШАЯ ЖИЗНЬ В КАМНЕ, ЛЕТЯЩЕМ ИЗ КОСМОСА

С академиком
Алексеем
Юрьевичем
Розановым
беседовал
Владимир
Губарев

*Как хочется иногда погрузиться в мир фантастики! Совсем как в детстве, когда реальность уходила в мечту и не всегда удавалось понять, где проходит грань между полетом фантазии и будничностью. В детство способна возвращать лишь наука, и в этом я вновь убедился, когда встретился и побеседовал с академиком **Алексеем Юрьевичем Розановым**. Случилось это в родном ему Институте палеонтологии РАН, где окаменевшие остатки прошлого, как ни странно, устремляли нас в будущее*



лексей Юрьевич, на дворе XXI в. Считается, что в науке две величайшие проблемы, которые ученым предстоит решать уже в ближайшее время. Первая: как произошла Вселенная, как все началось? Вторая: откуда взялась жизнь? На решение ключевых проблем мироздания тратятся колоссальные средства — строят гиганты-ускорители, посылают в дальний космос аппараты, создают марсоходы, которые бегают по Красной планете и ищут там признаки жизни. В общем, тратятся миллиарды долларов, а вы буквально за гроши делаете, на мой взгляд, одно из величайших открытий, и об этом все молчат. О ваших работах известно только узкому кругу специалистов, разве это справедливо?

— Не преувеличивайте. Конечно, я кое-что сделал, но называть открытие «величайшим» я не рискнул бы.

— **Вы увидели жизнь в камне, который прилетает из космоса на Землю, разве этого мало?**

— Еще в 1975 г. вышла огромная книга объемом в 750 страниц, автор которой, американский биолог Бартоломью Надь, описал то, что я потом доказал. Его оживили, затравили, его размышления считали совершенно неприемлемыми. Так постарались американские астрономы, которые, с моей точки зрения, загубили в то время очень хорошее дело. Все это просочилось в нашу страну, и у нас тоже занятие исследованием признаков жизни в метеоритах стало неприличным. Но нашелся человек — Станислав Иосифович Жмур, который любил изучать разные камни под электронным микроскопом. Он пришел ко мне с метеоритами: «Давай, — говорит, — и это посмотрим». Я долго сопротивлялся, но потом все-таки сдался. Рассмотрев эти самые камни, метеориты, мы обнаружили там то, что предполагал и Надь. Если бы я прочитал к тому времени упомянутый 750-страничный труд, я бы, наверное, не стал бы этим заниматься, а просто написал бы, что Надь был прав.

— **Оказывается, иногда полезно не читать книги!**

— Сомнительное утверждение. Но случилось так, как случилось: я начал все вместе со своими коллегами делать заново. В это же время подобным занятием озадачились американцы. Ричард Хувер, который прочитал нашу статью в журнале «Геохимия», всполошился, быстро прилетел в Москву, и с этого начались наши работы с NASA, которые продолжаются до сих пор. Действительно, в метеоритах есть окаменевшие остатки организмов. Сначала мы обнаружили, что это микроорганизмы бактериального типа, а сейчас уже ясно, что там есть и эукариоты, т.е. гораздо более сложно организованные организмы, уже с ядром. Таким образом, сейчас совершенно ясно, что жизнь на Земле произойти не могла, что она здесь появилась и происхождение ее совсем иное...

— **Простите, но должен перебить, чтобы восстановить истину. Еще в середине 1960-х гг. президент академии наук Белоруссии Василий Феофилович Купревич выступает на сессии Верховного Совета СССР и говорит о том, что жизнь пришла из космоса, якобы**

споры жизни, которые летают во Вселенной, падают на планету и здесь развиваются. Так что Купревич был первым.

— Мне бы не хотелось преуменьшать заслуги Бартоломью Надь. Он сделал открытие. Другое дело, что нашлись люди, которые его затравили, все это назвали полной ерундой и выдали документ, по которому эта тематика стала запрещенной. Прошло 20 лет с тех пор, как Надь все это напечатал, и я, не зная этого, сделал такую же работу. Не один, конечно. Поэтому я не хочу говорить, что я первооткрыватель. Выступлений по поводу того, что жизнь, вообще говоря, родилась где-то за пределами Земли, было очень много, и в том числе это утверждал и Владимир Иванович Вернадский. Сама по себе концепция панспермии как раз о том, что жизнь была везде и всегда.

— **А что вы увидели в этих камушках?**

— Мы увидели в них окаменевшие бактерии. Ниточки, шарики — все то, что характерно для самого примитивного живого мира.

— **Это зародыши?**

— Нет, это не зародыши, а нормальные взрослые организмы, но окаменевшие. Сегодня вы находите какую-нибудь брахиоподу — ее самой как таковой нет, есть только уже окаменевшие ее части. Или обнаруживаете какое-нибудь животное, например рака, или дерево, но все это окаменевшее.

— **То есть это не источники жизни? Вы нашли только признаки, что она где-то есть?**

— Где-то она была. Не есть, а была. Самая распространенная ошибка, когда говорят: «Они нашли в метеоритах жизнь, которая прилетела на Землю». Ничего подобного. На метеоритах (или в них) жизнь не прилетает, прилетают только окаменевшие ее признаки, свидетельства. Более того: поскольку метеориты старше, чем Земля, то это означает, что наша планета еще толком не сформировалась, а эти организмы уже где-то жили, на другой планете. В лужах, озерах или в каких-то мелких морях, там, где была вода. Они там развивались, потом эта планета разрушалась и фрагменты ее в виде метеоритов попадали на Землю.

— **Страшную картинку вы рисуете.**

— Ничего страшного, обычная картинка для Вселенной.

— Где-то была жизнь. Потом эти планеты погибли и метеоритами разлетелись в разные стороны. А вдруг и у нас такое произойдет?

— Чтобы понять, что происходило на Земле, нужно изучать земные объекты, и мы занимаемся этим. Сейчас совершенно понятно: реальные организмы на Земле зафиксировались где-то около 4 млрд лет тому назад. А что происходило в интервале между 4 и 6 млрд лет существования Земли, мы толком ничего не знаем. Что здесь было, неизвестно. Но ясно только одно — нет осадочных пород, значит, скорее всего, не было воды. Начиная с 4 млрд лет мы имеем уже достаточно высокоорганизованные организмы. Они, безусловно, крайне низко организованы с современной точки зрения, но с позиций древа развития организмов они весьма высокоорганизованы. Это тоже свидетельство того, что и раньше Земля была местом обитания организмов. Когда мы начали находить их в метеоритах, то стало ясно: где-то эта жизнь развивалась очень долго. Значит, ломаются все представления о ранней истории Земли, которые прописаны в учебниках и которые надо теперь пересматривать. Обязательно хочу уточнить: речь идет о появлении жизни на Земле. Однажды я поехал в Дубну в университет, где студенты должны были слушать доклады астрофизиков. Мой доклад был поставлен между их докладами. И название одного было таким: «Кротовые норы и взгляд через них в другие вселенные». Я решил, что меня поставили где-то между сумасшедшими. Оказывается,

подобные сообщения среди астрофизиков обыденны — ведь они пытаются заглянуть в другие вселенные.

— А вдруг есть гигантские живые вселенные?

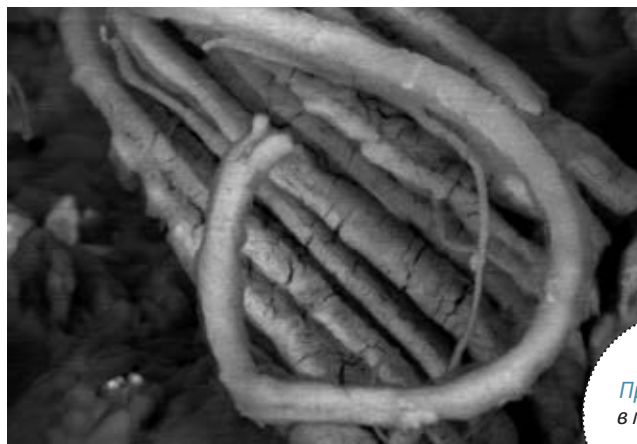
— Гигантская живая вселенная — это у меня в голове не укладывается. Хотя я вам должен сказать, что когда раньше слушал некоторые вещи по поводу того, что там может быть за пределами Земли, мне казалось, это чистой фантастикой. Например, академик Николай Семёнович Кардашев давно занимается вземными цивилизациями.

— С молодости, с первых шагов в науке.

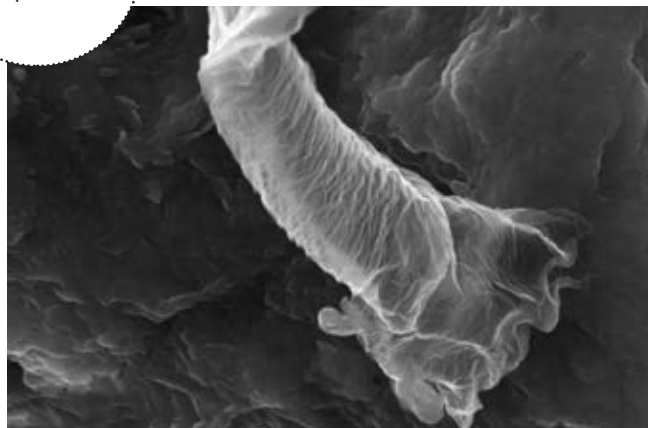
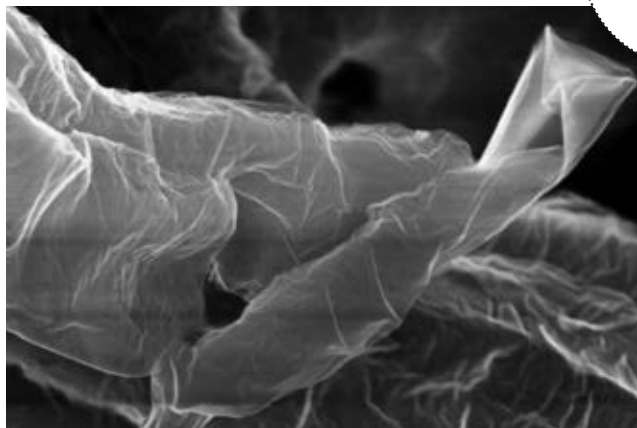
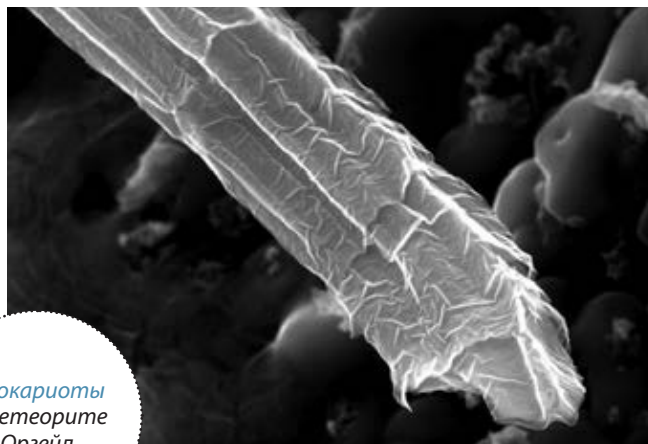
— Я считал, что занятие вземными цивилизациями — это...

— Чуть?

— Я не сказал бы «чуть», наверное, можно сказать «паранормальные занятия». Но однажды я попал на съезд астрономов, который проходил под Ленинградом, и мой доклад был среди этих самых исследователей вземных цивилизаций. Я обиделся, думаю: что такое, почему они меня все время ставят куда-то не туда? Потом я услышал и увидел человека, который делал доклад по поводу того, как все-таки связаться с разумными организмами, поскольку технические средства не позволяют нам в течение одной жизни получить ответ. Я узнал, что этот человек — один из крупнейших наших связистов, и понял, что дело обстоит немного не так, как я себе представлял: не только сумасшедшие занимаются такими вещами, но и очень серьезные люди. И тогда я успокоился — мои занятия мне показались тоже более нормальными.

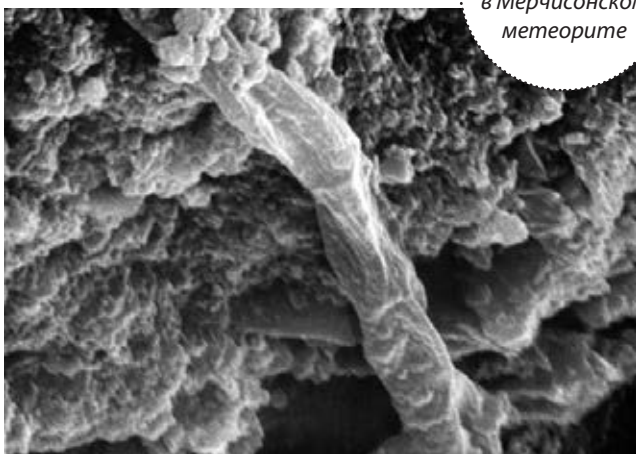


*Прокариоты
в метеорите
Оргейл*





Ископаемые бактерии в Мерчисонском метеорите



— Полвека тому назад я печатал статью Иосифа Самуиловича Шкловского, который говорил, что у Марса искусственные спутники, если расчеты одного математика по фамилии Шарплес верны. Никто не придавал значения слову «если», и все начали верить Шкловскому. Это была великая мечта. Вы сегодня занимаетесь приблизительно тем же. Правда, без «если». Как вы считаете, сколько было цивилизаций на Земле, если нашей всего 100 млн лет?

— Я совершенно не готов ответить на этот вопрос, потому что для меня понятие «цивилизация» — нечто очень размытое. Я, безусловно, читаю книги про разные цивилизации, но это не значит, что я в этом понимаю. Но в вашем вопросе кроется ведь другой вопрос: «Были ли цивилизации 300, 200 млн лет назад?» В это я не верю точно.

— Почему?

— Я не вижу никаких реальных свидетельств. Я эмпирик. Если мне дали камень и я в нем что-то нашел, то я могу порассуждать. Но когда люди показывают какой-то наскальный рисунок, который, по их мнению, очень похож на космонавта, — это меня не убеждает ни в чем совершенно. Я видел очень много рисунков, а в исполнении своих внуков — особенно.

— Я говорю не о цивилизациях, похожих на нашу. Мы сидим в зале палеонтологического музея, позади картина, на которой цератопсы. Может быть, и у них была своя цивилизация?

— Тогда надо сказать, что слово «цивилизация» мы понимаем расширительно. Значит, про муравьев можно говорить: «муравьиная цивилизация» и т.д. Тогда таких «цивилизаций» несметное количество.

— Жизнь как бы развивалась в разных направлениях — одни веточки отмирали у этого дерева, другие развивались.

— Это нормально, так и должно быть. Вообще говоря, палеонтология показывает важную специфику в развитии биосферы. Все организмы смертны, все они возникают и потом вымирают. И есть определенные временные пределы жизни. По этому поводу был смешной случай. Раздается телефонный звонок: «Срочно приезжайте к нам, вы должны выступить по телевидению». Я говорю: «По какому поводу?» — «Под Пермью закопались люди, они ждут там, в своих “закопушках”, конца света. Вы должны им объяснить, что не будет конца света». Я говорю: «Это не ко мне вопрос, это к психиатрам». Они говорят: «Нет, это к вам». Спрашиваю: «А почему ко мне?» — «Потому что вы единственный человек, который назвал дату, когда будет конец света». Я говорю: «Подождите, где это вы такое откопали?» И они зачитывают мне: в каком-то интервью меня спросили, сколько человек просуществует, и я ответил: 1–2,5 млн лет, если не устроит себе раньше какую-нибудь катастрофу. Так я оказался главным специалистом по концу света.

— Через миллион лет проверим, правы вы или нет. Скажите, пожалуйста, почему к вам, в институт и в музей палеонтологии, в ваш кабинет приезжали очень странные люди? Я их называю странными, потому что каждый из них дарил людям и всему человечеству фантастические идеи, которые потом к изумлению всех оказывались реальными. Почему они приезжали к вам на посиделки? Что у вас происходило?

— Отвечать начну издалека. Палеонтология действительно привлекает «странных» людей. К нам иногда приходят и рассказывают, например, о том, что они ездили на метро и видели везде мраморные фигуры, это были существа, которые когда-то жили. В какой-то мере эти люди правы, потому что аммониты, скажем, хранят отпечатки живших тогда водорослей. При встрече с такими людьми я всегда вспоминаю беседы Леонида Петровича Татарина и Лео Шиовича Давиташвили. Давиташвили любил отдыхать в Узком. Он приходил сюда, к Татарину, и они долго беседовали. Два академика-палеонтолога. Я не могу пересказать все, о чем они говорили, но очень короткую ремарку Давиташвили запомнил точно: «Леонид Петрович, палеонтология, как и астрономия, в силу своих необозримых пространств и времени удивительно привлекают сумасшедших». Поэтому здесь, в этом здании, таких людей бывает очень много. Все необычное, как известно, привлекает и ученых. Поэтому на посиделки сюда приходили О.Г. Газенко, Г.А. Заварзин, А.С. Спирин, Н.С. Кардашев и др. Мы обсуждали вопрос: что у нас с жизнью? И вначале кто-то, не помню кто, сказал: «Давайте мы сначала определим, что такое жизнь». Я говорю: «Ребята, только вот этого не надо делать! Потому что мы утонем

в терминологических спорах, а никакие терминологические споры никогда не двигали науку вперед. Поэтому давайте будем заниматься — от момента, когда, может быть, что-то зарождалось, до момента, когда мы точно говорим, что это жизнь, когда есть клетка, растение, есть мы с вами». И поэтому в ту самую группу, которая начала заниматься происхождением жизни, попали такие люди, как В.Н. Пармон. Вы знаете Пармона?

— **Сибирское отделение РАН. Катализ. Да и другие имена известны — крупные ученые страны. Правда, работают в абсолютно разных областях, очень далеких друг от друга. Странно, что их удалось собрать воедино.**

— Проблемы жизни интересуют всех. Тот же Пармон взял на себя труд осмысления тех продуктов, которые возникают при астрокатализе, т.е. в момент образования планет и т.д. Спирин, вы знаете, занимается РНК. Многие считают, что она появилась до жизни, а по его представлениям это уже жизнь. Так что спорных моментов множество, потому что для каждого из нас начало жизни и ее появление будут в разных местах. Для Пармона это будет астрокатализ и момент образования планет, для Спирина — появление РНК, для Заварзина — когда появились уже реальные бактерии. А для меня, например, это тогда, когда я могу вкусно поесть.

— **Ваше представление о начале жизни, по-моему, разделили бы все участники посиделок.**

— Поэтому они сомной согласились сразу. Споров, что такое жизнь, не было. Мы занимались исследованием процесса от зарождения планет до того момента, когда мы с вами уже существуем. И написали очень интересную книгу «Проблемы происхождения жизни».

— **Неужели выяснили, откуда мы произошли?**

— Вы слишком многого от нас хотите. Наука ведь бесконечна, потому что познание бесконечно. Нет конца познанию и не будет никогда.

— **А если наука не может ответить на самые важные вопросы, может быть, она и не нужна?**

— Наука неизбежна — это вот да. Прирост знаний неизбежен, и самое главное, что неизбежна бесконечность этого прирастания знаний. Посмотрите на дистанцию от каких-нибудь древних наших предков до нынешнего дня — как менялся, скажем, уровень изучения. Сначала изучали целостные организмы, такие как коровы, быки и т.д. А сейчас мы чем занимаемся?

— **Наномикробами — теми, что поменьше коров.**

— Суть вы уловили верно.

— **Значит, мы никогда не пойдем, как произошла жизнь и как родилась наша Вселенная?**

— Насчет Вселенной я не хочу говорить, поскольку ничего в этом не понимаю. Что касается происхождения жизни, думаю, что на самом деле в деталях мы пойдем это очень нескоро. Все время будут возникать

некие правдоподобные и менее правдоподобные картинки, но сомнения в их истинности останутся.

— **И вдруг однажды выяснится, что это все ложные пути и надо искать новые?**

— Конечно! Это всегда так. Фундаментальная наука абсолютно необходима как совершенно самостоятельный род деятельности, и без этого ни одно серьезное государство не может существовать, потому что именно в ней рождаются всякие прорывы, именно здесь могут родиться вещи, на которых потом базируются новые технологии. Однако у фундаментальной науки есть и другое качество — она порождает бездну всяких заблуждений, которые нужно отметать.

— **Но это прекрасно!**

Чтобы понять, что происходило на Земле, нужно изучать земные объекты, и мы занимаемся этим. Сейчас совершенно понятно: реальные организмы на Земле зафиксировались где-то около 4 млрд лет тому назад. А что происходило в интервале между 4 и 6 млрд лет существования Земли, мы толком ничего не знаем

— Прекрасно для тех людей, которые занимаются такими заблуждениями. А налогоплательщик хочет, чтобы все заблуждения обязательно реализовывались в какую-нибудь новую технологию. Но так не бывает, это невозможно. Пока десять заблуждений не отбросим, мы не найдем правильное одиннадцатое. Если вдруг мы найдем сразу правильное одиннадцатое, то мы еще будем тысячу раз сомневаться и пробовать другие варианты, чтобы доказать, что оно верное.

— **У меня такое ощущение, Алексей Юрьевич, что вы влюблены в науку, что это главная ваша страсть. Как все началось?**

— Это мой образ жизни. Трудно сказать, как все началось. Думаю, что мои родственники, предки и родители во мне воспитывали созидателя. Это шло по разным позициям. Матушка моя запрещала отцу лезть в мои дневники и контролировать, сделал ли я уроки или нет. Она говорила: «Он должен понимать, что он мужик и ему в будущем нужно кормить и содержать семью».

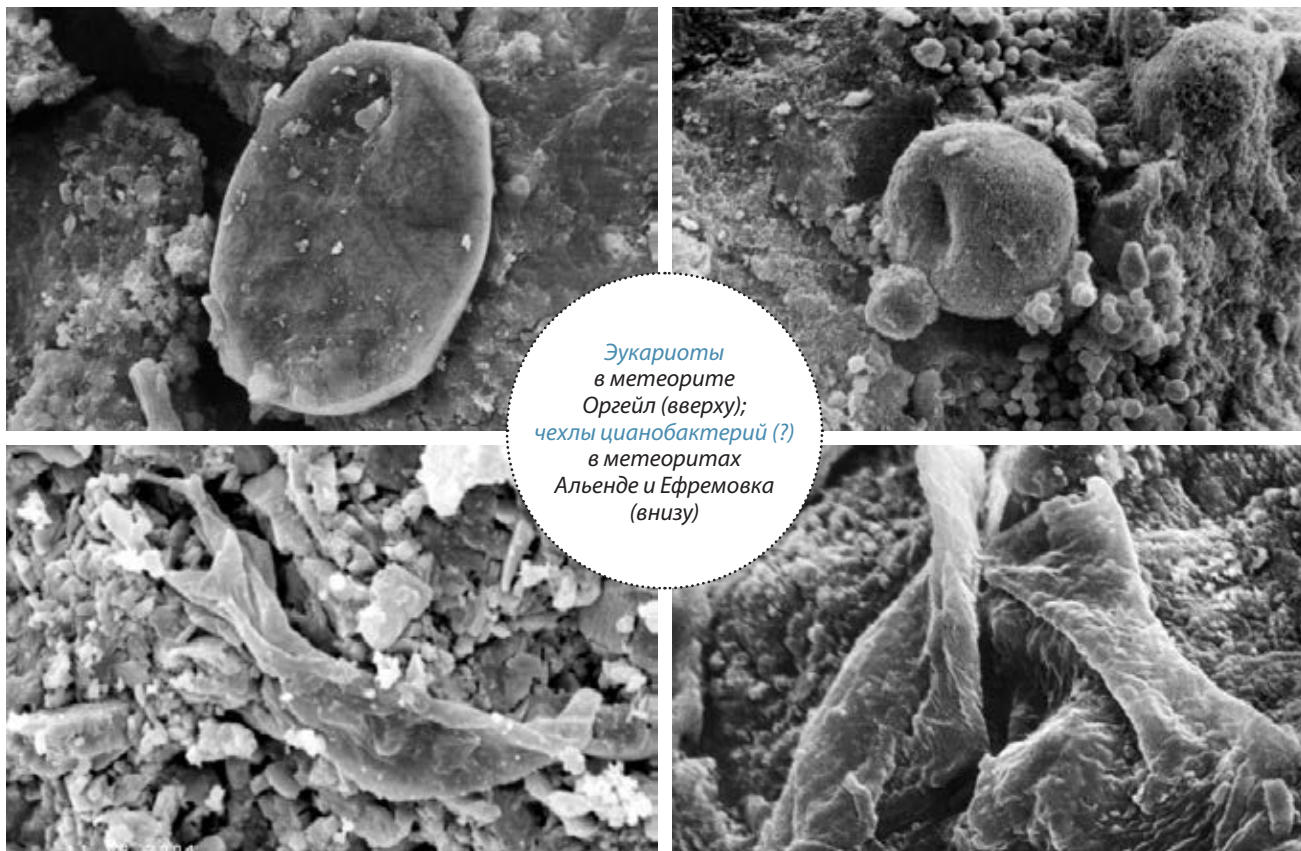
— **Отличником были?**

— Нет, но серебряную медаль получил.

— **Значит, отличник!**

— Надо сказать, что на работу я старался не брать людей, которые кончали вуз с красным дипломом.

— **«Правильных» не любите?**



Эукариоты
в метеорите
Оргейл (вверху);
чехлы цианобактерий (?)
в метеоритах
Альенде и Ефремовка
(внизу)

— Да, не люблю, потому что слишком правильные все делают хорошо, но ничего не делают прекрасно.

— Неожиданный вывод!

— Да. Но поймите меня адекватно. Я не хочу в ругательном смысле говорить слово «профессор», потому что я сам профессор, но есть психология профессора, а есть психология Кулибина. Профессор очень много чего знает и может много чему научить, но сам не изобретает ничего. А Кулибин знает значительно меньше и иногда безграмотен, но он все время что-то изобретает. Я, пока был директором, старался брать в институт людей, которые более Кулибины, чем профессора.

— Потому институт получился хорошим?

— Институт получился неплохой — 105 научных сотрудников, из которых около 40 докторов. Временами было по пять-шесть академиков и членов-корреспондентов. И вообще институт номер один в мире, никто с этим не спорит, никакие американцы, англичане или французы не оспорили.

— А где вы красный диплом не получили?

— В Московском геологоразведочном институте им. Серго Орджоникидзе. У меня в семье в общей сложности 11 геологов.

— И что искали?

— Нефть, золото, металлы, в общем, хорошие вещи. Когда я стал палеонтологом, то обычно говорили: в семье не без урода.

— Почему палеонтология?

— Очень просто. У нас в академическом доме, в котором я жил, на Курском вокзале, был склад палеонто-

гических коллекций, вывезенных из Ленинграда. И там я увидел многие палеонтологические вещи. Потом отец, когда я учился в четвертом классе, взял меня в первую экспедицию — в Домодедово. Тогда они занимались поисками площадки для строительства нового аэродрома. Я в карьерах смотрел, как они работают. В девятом классе я ездил в нормальную экспедицию на Жигули. Там были мой дед, отец и потом я.

— Палеонтология и геология рядом, так ведь?

— Конечно, потому что геология использует палеонтологию в полную силу. Это правда.

— Сейчас у нас идут реформы науки, и я думаю: зачем нам нужна палеонтология? У нас есть космос, ядерные реакторы, самолеты, компьютеры и т.д. Где место палеонтологии среди них?

— Палеонтология нужна с разных точек зрения. Первая позиция: палеонтология — это фундамент общечеловеческого воспитания.

— Как литература?

— Нет, как изучение истории Земли. Это уровень образования и воспитания. Вот человек ведает какой-нибудь фабрикой и сбрасывает в речку отходы производства. Он ведь не обязательно негодяй, а просто неграмотный человек. Он не понимает, что делает плохо. А теперь о палеонтологии. Когда дети приходят в наш музей, они начинают понимать, что живут в мире, который не следует разрушать. У них воспитывается другое отношение к биосферным процессам. Мы должны очень нежно обращаться с тем, что нас окружает. Но без палеонтологии этого никто не поймет. Я

считаю, что если человек не бывает в музеях, не только палеонтологических, он не может прийти до определенного уровня культурного восприятия того, что делается вокруг. Палеонтологический музей и палеонтологические занятия дают возможность человеку сформировать правильное мышление и разумное отношение к окружающей среде.

— **Они начинают понимать, что мир гораздо шире, чем кажется.**

— Во-первых, шире, и, во-вторых, он хрупкий и его нужно беречь, охранять. Мы с Борисом Сергеевичем Соколовым однажды посчитали, что если бы наши нефтяники, и не только наши, использовали бы палеонтологию так, как нужно, то они бы тратили на 20% меньше средств на процесс бурения при поисках нефти. Это бы означало, что наше государство могло бы совершенно спокойно содержать без ущерба для себя еще 200 таких институтов, как Палеонтологический институт. И была бы от этого только польза.

— **Надеюсь, что нефтяники сюда часто ходят?**

— Я их не видел. Все нефтяники делятся на две категории. Одни торгуют нефтью, а потому озабочены только переработкой, транспортировкой и ценами. Поэтому они не нефтяники, а торгаши, менеджеры. Другие нефтяники более или менее понимают, что все запасы нефти должны восполняться, причем не только нефтью, но и любыми полезными ископаемыми, и только через планомерное, ежедневное изучение геологического строения всей России. Однако в последние годы мы практически перестали заниматься геологической съемкой, чем существенно подорвали свою экономику.

— **Чем ближе я знакомлюсь с институтом, с музеем, тем больше понимаю, что нет ни одной области науки, которая в той или иной степени не коснулась бы**

палеонтологии. Здесь и космос, и химия, и физика, и астрономия. К какой науке вы не имеете отношение?

— К социологии.

— **Не может быть. У вас сидят на берегу озера три динозавра, совсем как на знаменитой картине. Это чистая социология!**

— Думаю, что если покопаться, можно что-нибудь найти и в социологии. Но в последнее время здесь особенно часто бывают астрономы, физики, химики, геологи. С археологами очень тесно сотрудничаем.

— **Классический тезис: будущей науки не может быть без прошлого, т.е. без вас.**

— Науки вообще не может быть без интегративного подхода, потому что мы все время находим в других науках какие-то любопытные вещи, которые могут быть использованы в палеонтологии. И наоборот! Например, занятия последних лет в области бактериальной палеонтологии очень сильно влияют на представления относительно процессов осадконакопления. Для геологов это совершенно новое и, может быть, нестандартное знание. И таких примеров я могу приводить много.

— **Что бы хотелось еще сделать?**

— Этого я не могу вам сказать, потому что, перечисляя, не отпущу вас до утра. Понимаю, что подавляющего большинства вещей, которые хотел бы сделать, я уже не сделаю, но могу еще что-то успеть. Например, в Дубне в Объединенном институте ядерных исследований сейчас возник новый сектор астробиологии, и мне там дали возможность осваивать небольшое здание. Я хочу довести его до такого состояния, чтобы этот сектор заработал в полную силу. И другие проекты тоже есть.

— **Успеха во всех ваших начинаниях!** ■

Беседовал Владимир Губарев



! Справка

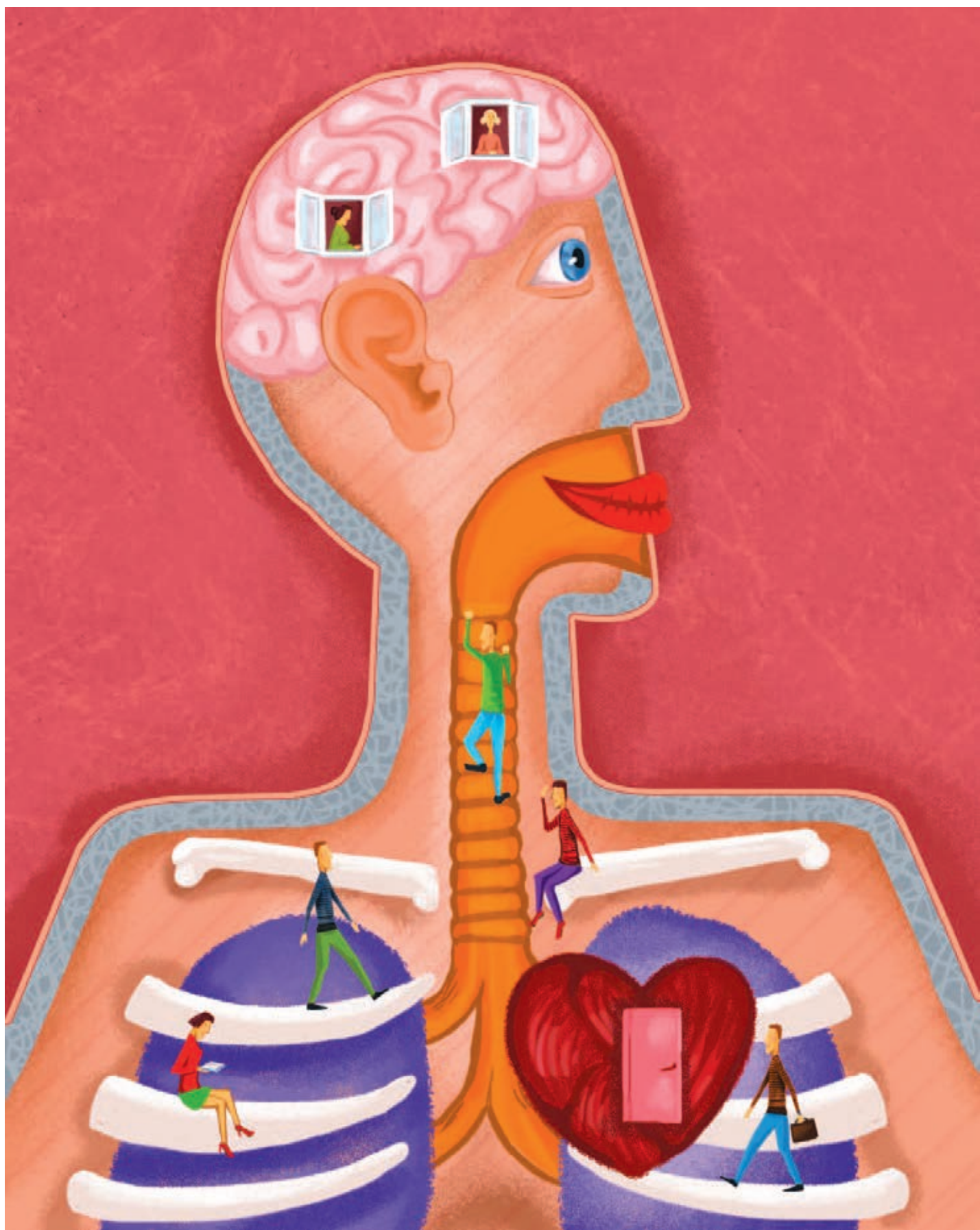
Алексей Юрьевич Розанов

Доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН, академик Международной академии наук о природе и обществе, член-корреспондент РАН, директор Палеонтологического института РАН.

✓ Родился в Москве. Окончил Московский геологоразведочный институт.

✓ Вице-президент Всероссийского палеонтологического общества, заместитель председателя Межведомственного стратегического комитета, член Геологического общества Франции, член Палеонтологического общества США, член Общества геологов-седиментологов США, член Общества исследователей нефтяников Австралии, заместитель главного редактора «Палеонтологического журнала», член редколлегий журналов «Стратиграфия. Геологическая корреляция» и «Отечественная геология», вице-президент Международной палеонтологической ассоциации (IPA).

✓ Заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии Фонда Сороса, лауреат премии Московского общества испытателей природы, награжден почетным знаком РАН «За заслуги в развитии науки и экономики».



С ПОЗИТИВОМ ПО ЖИЗНИ

Интервью:
Наталья Лескова

Иммунная система — огромное, сложно организованное «государство» внутри нас, где царят свои законы и действуют свои четкие и неукоснительные правила

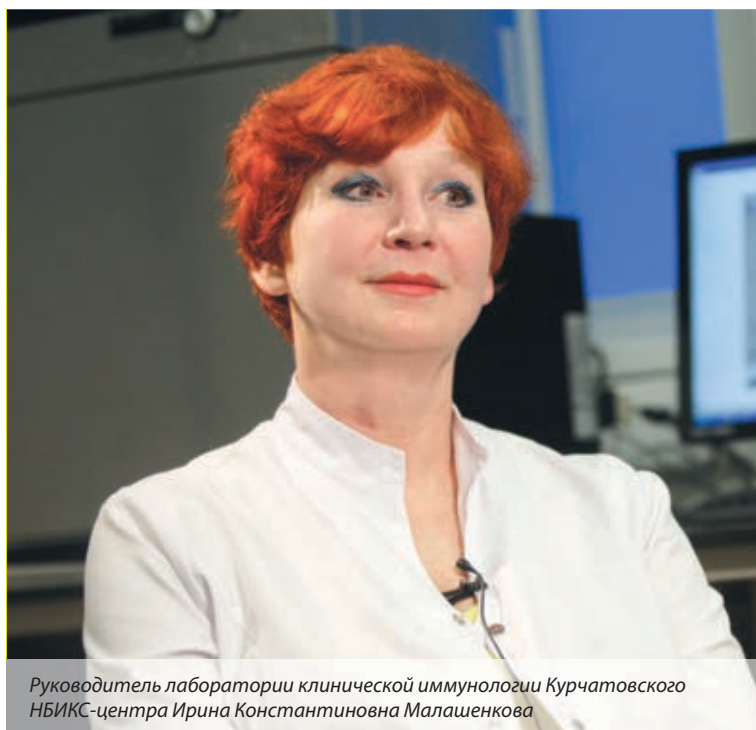


Если правила нарушаются, мы боеем, а потом умираем — увы, порой слишком рано, когда еще столько важного и интересного впереди. Можно ли сделать так, чтобы правила не нарушались? Что здесь зависит от ученых и врачей, а что лично от нас? Об этом и многом другом — наша беседа с руководителем лаборатории клинической иммунологии Курчатовского центра конвергентных нано-, био-, информационных, когнитивных и социогуманитарных наук и технологий (НБИКС-центра) **Ириной Константиновной Малашенковой** и ее учеником **Сергеем Крынским**.

— Все мы знаем, что такое иммунитет. Он защищает нас от вредных внешних факторов, и чем он сильнее, тем меньше мы боеем. Или это не совсем так?

И.М.: Действительно, вроде бы все знают, для чего нужна иммунная система: она борется с микробами. А чтобы она хорошо выполняла свою функцию, нужно «поднимать иммунитет», например с помощью иммуномодуляторов, в изобилии представленных в аптеках. На самом

деле иммунная система по своей организации и архитектонике сопоставима с нервной системой, а в чем-то и превосходит ее. Эта система обладает большим разнообразием специализированных клеток, образующих армии, дивизионы для различных видов защиты от внешнего и внутреннего врага. Кроме того, у иммунной системы есть специальные приспособления — белковые рецепторы, с помощью которых она распознает сигнал опасности



Руководитель лаборатории клинической иммунологии Курчатовского НБИКС-центра Ирина Константиновна Малашенкова

о внешнем или внутреннем агрессоре. У клеток приобретенного иммунитета есть также рецепторы против каждого из множества патогенных микроорганизмов. Репертуар рецепторов Т-лимфоцитов составляет у одного человека до 100 тыс., а репертуар специфичностей антигенов — до 100 млрд. Между прочим, в крови циркулирует лишь малая часть клеток иммунной системы, а большинство из них находятся в специализированных лимфоидных органах. Это лимфатические узлы, аппендикс, миндалины, селезенка, скопления лимфоидной ткани в пищеварительном тракте, в дыхательных путях и в коже. Первым дивизионом борьбы с вторжением часто выступают именно иммунные клетки кожи. Если их функции нарушаются, результат бывает налицо.

— Или даже на лице...

И.М.: Именно так. Признаком неблагополучия могут быть как бактериальные, так и вирусные инфекции кожи: папилломы или герпетическая сыпь. Впрочем, иммунная система слизистых не менее важна для защиты организма. Достаточно сказать, что площадь кишечника вместе со складками и ворсинками составляет 600 м². И вот на такую площадь с едой, питьем и с воздухом постоянно поступают различные микроорганизмы, белки пищи, химические вещества. Иммунные клетки их воспринимают, обрабатывают, передают в лимфоузлы, т.е. постоянно идут обучение, наработка антител и факторов защиты. У иммунной системы существует как бы дивизия распознавания. Это макрофаги, нейтрофилы и другие клетки врожденного иммунитета. Они узнают образ патогенности, захватывают его носителя-врага и передают информацию адаптивному иммунитету, за который отвечают лимфоциты. Во время развернутой иммунной борьбы некоторые клетки врожденного иммунитета могут даже жертвовать собой, т.е.

у иммунной системы есть собственные герои, выбрасывающие для борьбы с чужеродными агентами сеть из своего генетического материала. Это специальный вид клеточной смерти, он отличается от некроза и апоптоза и получил название «этоз» (от англ. *ETosis*, *ET* — *Extracellular Trap*).

«Отряды специального назначения» — это клоны лимфоцитов, которые специализируются на конкретных врагах — вирусах или бактериях, например на вирусе простого герпеса, Эпштейна — Барр или на золотистом стафилококке. Клетки иммунной системы выполняют в организме еще и функции мусорщиков. Они удаляют ненужные, измененные клетки, обломки микроорганизмов и т.д.

Играют свою роль в иммунном ответе и клетки сосудов или соединительной ткани: как ни удивительно, они могут при необходимости приобретать функции иммунных клеток (своего рода добровольцы). Активируются соответствующие гены, и данные клетки приобретают, например, способность к фагоцитозу микробов и к передаче информации о возбудителе лимфоцитам. При воспалении эти клетки активно секретируют факторы роста и сигнальные белки, регулирующие иммунный ответ. Клетки окружения становятся временными помощниками для иммунной системы.

— **Фактически вы нарисовали картину целого государства внутри нас, в котором четко распределены функции между теми или иными видами иммунных клеток. Это невероятно интересно, вряд ли кто-то в принципе представлял себе подобное. Особенно про героев!**

И.М.: В иммунной системе есть не только «герои». Специализированные клетки-киллеры обладают способностью очень быстро распознавать и уничтожать «врага» — в том числе собственные клетки организма, зараженные вирусом или изменившие свои свойства. Для этого они имеют высокоэффективные молекулярные механизмы. И все эти сложные и разнообразные функции направлены на защиту организма.

— **Но ведь есть еще и большое количество микроорганизмов, которые нам нужны, и они тоже живут на коже, на слизистых, в кишечнике. Они помогают защитить от патогенных инфекций, и с ними расправляться не стоит.**

И.М.: Совершенно верно. Как известно, число микроорганизмов в организме человека не менее чем в 1 тыс. раз превышает число собственных клеток организма. Симбиотические бактерии, например, участвуют в выработке витаминов К и В₁₂. Они также способны влиять на активность транскрипции генов, и сейчас даже говорят о том, что характер человека, его аппетит и настроение могут зависеть от флоры кишечника. И если иммунная система не будет все это контролировать, настанет анархия, хаос. В этом случае полезные микробы начнут бесконтрольно размножаться и приобретать свойства вредных,

патогенных бактерий. Именно это может произойти у ослабленных пациентов: опаснейшие инфекции у них вызывает эндогенная, т.е. происходящая из организма микрофлора, которая безвредна при нормальном иммунитете.

— **Получается, что иммунная система выполняет в организме функции своеобразной «полиции»?**

И.М.: Да. Но помимо функций, непосредственно связанных с защитой от микроорганизмов, еще очень важна функция сохранения генетической целостности иммунной системы. Именно иммунные клетки различают измененные, мутированные клетки. Во время деления, воздействия стрессов, неблагоприятных экологических факторов постоянно происходят эти «ошибки», и число таких мутаций растет. Иммунные клетки и в частности лимфоциты и клетки-киллеры, о которых я говорила, отслеживают этот процесс. Более того, в иммунной системе происходит отбраковка клеток, которые реагируют на свое как на врага.

— **В человеческой популяции нередко бывает так же — когда мы начинаем воспринимать родственников как врагов.**

И.М.: Так вот, на клеточном уровне это совершенно губительный путь. Если клетка начинает свое воспринимать как врага, она обычно отбраковывается. Впрочем, часть таких клеток сохраняются и становятся клетками-регуляторами: начинают подавлять иммунный ответ на белки, которые они распознают. Если же эти механизмы дают сбой, возникают различные аутоиммунные заболевания. Аутоагрессия, или агрессия против самого себя, — процесс, когда организм начинает вырабатывать антитела против своих же клеток и тканей, разрушая их.

— **С чем связано увеличение частоты аутоиммунных заболеваний? Только ли с нашими возрастными диагностическими возможностями?**

И.М.: Конечно, диагностика улучшилась, и это дало больше возможностей для определения конкретной патологии, в том числе аутоиммунного заболевания. При этом, безусловно, частота аутоиммунных заболеваний год от года растет и сама по себе. О причинах можно говорить лишь предположительно. Это могут быть агрессивность окружающей среды, высокий уровень хронических стрессов, неправильный образ жизни — совокупность всех факторов, которые пагубно влияют на иммунную систему и которых современному человеку не всегда легко избежать.

Большую роль в развитии аутоиммунных заболеваний играют и вирусные инфекции. Существует много вирусов, которые при заражении вызывают лишь легкие симптомы, но затем остаются в организме на всю жизнь человека. При ослаблении иммунной системы они могут активироваться, в частности герпесвирусы. Сегодня известно восемь видов герпесвирусов человека. Сюда относятся вирусы простого герпеса, вирус ветряной оспы, а также ряд менее известных, но довольно важных вирусов. Например, вирус Эпштейна — Барр участвует в развитии ряда опухолей иммунной системы, рассеянного склероза. Вирус герпеса шестого типа вызывает осложнения у реципиентов трансплантации органов,

а также повышает частоту ряда аутоиммунных заболеваний. На практике повышение количества ДНК некоторых герпесвирусов в организме может быть свидетельством сбоев в иммунной системе. Поэтому для нас изучение герпесвирусов — одно из важных направлений работы.

— **Посредством каких механизмов вирусы могут способствовать развитию аутоиммунных заболеваний?**

С.К.: Это связано со способами, которые вирусы используют для уклонения от иммунного ответа. Белки многих вирусов схожи с белками организмов, в которых вирус паразитирует. В результате антитела, которые иммунная система вырабатывает к вирусам, способны взаимодействовать и с собственными клетками. В большинстве случаев это позволяет вирусу более успешно уклоняться от иммунного ответа, т.к. выработка эффективных антител нарушается, а в некоторых случаях антитела вырабатываются, но начинают повреждать собственные ткани организма. Если этот процесс выходит из-под контроля, он становится причиной развития аутоиммунного заболевания. При этом вирусная инфек-

Существует много вирусов, которые при заражении вызывают лишь легкие симптомы, но затем остаются в организме человека на всю жизнь

ция прекращается, а иммунный ответ — еще нет. Появляются иммунные клетки, реагирующие уже на новые собственные антигены: те, которые первоначально были скрыты, но стали «видимы» для иммунной системы в результате повреждения тканей.

— **Чем же в свете всех этих процессов занимается конкретно ваша лаборатория?**

И.М.: У нас молодая лаборатория, так же как и весь НБИКС-центр, созданный МВК в Ки менее 5 лет назад. Я хочу подчеркнуть, что именно Михаилу Валентиновичу пришла в голову идея начать развивать направление иммунологии в Курчатовском НБИКС-центре. Это пример практического воплощения абсолютно нового, уникального сплава наук и технологий. Наша лаборатория занимается направлением, которое сейчас активно начало развиваться во всем мире, — психонейроиммунологией, изучающей связь между поведением, функциями нервной и эндокринной систем и иммунными процессами. Концептуальная основа психонейроиммунологии — восприятие адаптации как продукта сетевого взаимодействия регуляторных систем. Наиболее специализированные из них — нервная и иммунная системы. Все участвующие в адаптации системы воспринимают информацию. В том числе они получают информацию друг от друга: например, с помощью растворимых информационных молекул и клеточных рецепторов. В последние 35 лет показано,

что иммунные процессы не полностью автономны: они регулируются мозгом. Аналогично нервные процессы регулируются состоянием иммунитета. Было установлено, что активность ряда областей мозга (гипоталамус, гипофиз, гиппокамп, миндалина) влияет на состояние иммунной системы. Иммунные клетки имеют рецепторы к нейротрансмиттерам-моноаминам, а также к нейротрофическим факторам. Нулевые годы стали временем признания роли цитокинов (сигнальные белки иммунной системы) и иммунных клеток в нормальном функционировании мозга. Цитокины влияют на функции гипоталамуса (центр гормональной регуляции), гиппокампа (структура, отвечающая за запоминание), на метаболизм и секрецию моноаминов, действующих в мозге как нейротрансмиттеры: норадреналина, серотонина и дофамина. Стресс и воспаление, постоянное эмоциональное напряжение приводят к нарушению как нервной, так и иммунной регуляции. Результатом может стать развитие депрессии, нейродегенеративных заболеваний.

— **В каком состоянии находится изучение психонейроиммунологии за рубежом? Что необходимо для ее развития в России?**

И.М.: В настоящее время вопросы взаимодействия нервной и иммунной систем в норме и при заболеваниях интенсивно изучаются. В частности, привлекает интерес исследователей влияние стресса на развитие аутоиммунных заболеваний и иммунодефицита, изучение роли циркадианных ритмов в нейроиммунных взаимодействиях. В современных условиях эти исследования проводятся с использованием аналитических технологий высокого разрешения, позволяющих изучать роль конкретных белков (цитокинов иммунной системы, нейротрофических факторов и др.). В арсенале исследователей методы генной инженерии, позволяющие создать нужных трансгенных животных, методы визуализации, такие как МРТ и ПЭТ, электронная микроскопия и др. Доступ ко всем этим технологиям имеется и у нас в России, в стенах Курчатовского института.

— **Расскажите, какие факторы определяют взаимодействие нервной и иммунной систем при развитии заболеваний человека.**

И.М.: Функционирование мозга зависит от работы регуляторных систем организма, в первую очередь — иммунитета. Сейчас общепризнанно, что иммунные процессы влияют на эмоции и поведение человека. Это влияние особенно сильно в самый уязвимый период для нервной системы — в ходе внутриутробного развития. Существуют иммунологические теории возникновения таких нарушений развития, как аутизм и шизофрения. Иммунные процессы на ранних этапах жизни могут подготавливать почву для нейродегенеративных заболеваний (болезни Альцгеймера). В связи с интенсивным изучением нейродегенерации в обиход вошел термин «нейровоспаление». Длительно протекающее воспаление в мозге, вовлекающее нервные клетки (нейроны),



И.К. Малашенкова со своим учеником С. Крынским

вспомогательные клетки мозга (глию) и иммунные клетки, проникающие в мозг, — одна из основных причин, приводящих к прогрессивной гибели нейронов.

— **Вы несколько раз упомянули болезнь Альцгеймера. Эта болезнь широко распространена и наносит большой экономический ущерб. Что сейчас известно о ее патогенезе и каковы ваши подходы к ранней диагностике?**

И.М.: Болезнь Альцгеймера — одна из серьезнейших медицинских проблем современности. Вообще, нейродегенеративные заболевания сейчас очень распространены, и их частота увеличивается. Когда мы учились, нам с трудом подыскивали пациента с полным слабоумием, который бы никого не узнавал, не находил дорогу и вообще не ориентировался. Сейчас таких больных, к сожалению, становится все больше.

На поздних этапах таким больным очень трудно помочь. Но дело в том, что болезнь Альцгеймера, Паркинсона, другие подобные заболевания, как правило, начинаются исподволь. Скрытый период занимает 20–30 лет. И за это время можно было бы повлиять на ключевые факторы, которые способствуют развитию повреждения. Одной из причин повреждения ЦНС наряду с атеросклерозом, травмами, генетической предрасположенностью выступает неадекватный воспалительный ответ, вызываемый такими возбудителями, как боррелии, нейротропные вирусы и др. Обнаружить такой воспалительный ответ можно, если учитывать, во-первых, изменения иммунного звена (изменение соотношения субпопуляций лимфоцитов, уровня антител, уровня цитокинов — регуляторных иммунных белков), во-вторых, признаки повреждения ЦНС (изменение уровня нейротрофических факторов, уровня белков ЦНС, появляющихся в крови при повреждении). Это первые два компонента нашего исследования. Третий компонент — обнаружение самих инфекционных агентов, вызывающих воспалительный ответ.

В литературе есть интереснейшие работы в этом направлении. В развитии болезни Альцгеймера могут принимать участие определенные вирусы, способные проникать в нервную систему и длительно сохраняться



Выполняется исследование на содержание цитокинов в сыворотке крови методом СМИА (хемилюминесцентный иммуноанализ на парамагнитных частицах)



Образец передается в амплификационную комнату через окно-шлюз из комнаты пробоподготовки

в клетках мозга. Особенно много данных по вирусу простого герпеса I типа. Этот вирус может с возрастом проникать в мозг и служить триггерным механизмом развития болезни. Однако тем, у кого часто бывает герпес, рано бить тревогу: опасность есть только в том случае, если человек вдобавок выступает носителем генетического полиморфизма *APOEepsilon4*. Этот полиморфизм уже более 20 лет рассматривается как фактор риска болезни Альцгеймера. Но в последние годы выяснено: действие полиморфизма проявляется только при наличии в мозге вируса простого герпеса. Механизмы патогенного действия вируса связаны с прямым повреждением нервных клеток, а также с наличием в мозге отложенный патологического пептида — амилоида.

— **А есть ли другие инфекции, повышающие риск болезни Альцгеймера?**

И.М.: Да, есть и другие инфекционные факторы риска. Одни из них — возбудители пародонтоза.

— **Неужели?**

И.М.: Да. Дело в том, что бактерии, которые колонизируют полость рта, могут попадать в кровоток, в сосудистую стенку, повреждать ее и вызывать последующие изменения. Оказалось, что высокий уровень антител к некоторым дентальным спирохетам ассоциируется с хроническим воспалительным повреждением мозга.

— **Но ведь и герпес существовал всегда, и зубы у наших предков вряд ли были намного лучше, чем у нас. Почему же людей с болезнью Альцгеймера стало существенно больше?**

И.М.: Скорее всего, наши предки в большинстве своем не доживали до своей болезни Альцгеймера. Ведь продолжительность жизни существенно выросла: в развитых странах она сейчас превышает 80 лет. С возрастом происходит снижение иммунитета, и эффективность контроля организма над инфекционными агентами уменьшается. С другой стороны, иммунная система может отвечать чрезмерно, но неэффективно. Это еще одна проблема — несбалансированность, когда преобладает воспаление, а не конкретное освобождение от инфектов. Избыточная воспалительная реакция может приводить к гибели нервных клеток и к развитию заболевания.

Причем этот процесс начинается за много лет до начала заболевания. Признаки той же болезни Альцгеймера появляются только тогда, когда погибли около 35% нервных клеток. Вопросов, которые недостаточно изучены, очень много, потому что изучают в основном на животных моделях и на клеточных культурах. Напрямую перенести полученные данные на человека не всегда возможно.

— **И все-таки какие результаты у вас уже есть в этом направлении?**

И.М.: Мы обнаружили, что ряд герпесвирусов чаще и в большем количестве встречаются у пациентов с болезнью Альцгеймера.

— **То есть, иначе говоря, если у вас обнаружили герпетическую инфекцию, не ждите, когда у вас разовьется болезнь Альцгеймера, лечите ее. Правильно я рассуждаю?**

И.М.: Что значит лечить герпетическую инфекцию? Герпесвирусы сохраняются в организме пожизненно. Но в норме их репликация находится под иммунным контролем и не должна из-под него выходить. Задача лечения — заблокировать размножение вируса в острые периоды. Но цель — это иметь такую иммунную систему, такое здоровье человека и его нервной и эндокринной систем, чтобы вирусы не поднимали голову.

— **А как этого добиться? Постоянно принимать иммуностимуляторы и иммуномодуляторы?**

И.М.: Этот метод может подойти только для определенных контингентов тяжелых больных, например при наследственных дефектах иммунной системы. Для остальных же это не выход. Во-первых, потому, что такой постоянный прессинг на иммунную систему не может быть безобиден, во-вторых, вирусы быстро приспосабливаются и становятся нечувствительными к лечению. Это связано с быстрыми темпами их размножения и низкой точностью репликации генома.

— **Что же делать, если человека мучает, скажем, герпетическая инфекция?**

И.М.: В этом случае ему надо обратиться к специалисту, пройти обследование. Потому что это может быть маркером, признаком неблагополучия в организме. Это

может быть целый спектр недугов — воспалительное, грибковое заболевание, гельминты. Под маской герпетических высыпаний часто начинается онкология. Иногда инфекция может быть проявлением неправильного образа жизни: постоянной работы с компьютером, неправильного питания, недостатка сна. Дефицит сна вообще очень быстро приводит к развитию дисфункции иммунной системы. Таким образом, нужен индивидуальный и комплексный подход. Нужно понять, почему же снизился иммунитет против вирусных инфекций. И это не «кремлевская таблетка», не панацея против герпеса, а программная терапия, направленная на восстановление иммунной системы. Нужно не «поднимать» иммунитет: иммунная система и так всегда активирована, цель другая — разгрузить ее, избавить от токсинов, избыточных сигналов со стороны нервной системы, ответить на имеющуюся инфекцию, помочь восстановить равновесие. Очень важно не только развивать методы комплексной иммунореабилитации, но и стремиться к ее персонализации, учитывать особенности конкретного больного.

— Но наши пациенты в большинстве своем не готовы к такому длительному, программному и системному обследованию, да и система здравоохранения не готова к подобному подходу к каждому пациенту.

Сегодня идет поиск эффективных маркеров, которые бы давали высокоточный диагноз. Такие маркеры крайне важны в ранней диагностике нейродегенеративных заболеваний

И.М.: Будущее медицины определено как персонализированная медицина, и обследование должно включать в том числе факторы генетической предрасположенности.

— А настоящее, увы, — в рамках стандартов и очень общего подхода к пациенту.

— Наш путь — это индивидуализированная диагностика, в первую очередь ранняя, и терапия. На этом пути мы сотрудничаем с другими лабораториями Курчатковского НБИКС-центра, в частности с лабораторией профессора Б.М. Величковского, где работают высокопрофессиональные психологи, нейрофизиологи, специалисты по нейровизуализации и есть высококласное оборудование.

— Остается надеяться, что все это действительно будет востребовано в нашем общем светлом будущем. А сейчас давайте еще поговорим о ваших результатах.

С.К.: Наши исследования показывают, что развитие болезни Альцгеймера сопровождается изменением общего уровня иммуноглобулина G. При этом сильнее всего уровень иммуноглобулина G повышен на раннем этапе заболевания — этапе так называемых мягких

когнитивных расстройств. Изменяются и состав популяций иммунных клеток, их активность. Предполагают, что именно на раннем этапе вследствие воспаления и происходит основное повреждение нервных клеток. Клиническая симптоматика не выражена, но пациент уже теряет большую часть нейронов. На этапе развернутой клинической картины признаки воспаления ослабевают: в этом случае повреждать, по существу, уже нечего. И, соответственно, терапевтические вмешательства малоэффективны. Не исключено, что повреждение может начинаться и раньше, когда у человека практически нет симптомов.

— Есть ли какой-то универсальный признак, по которому можно судить о развитии нейродегенеративных заболеваний?

С.К.: Много лет продолжались поиски одного маркера, который позволил бы определять болезнь Альцгеймера на ранних, бессимптомных стадиях, а также выявлять предрасположенность к ней. Сейчас стало очевидно, что один или несколько таких маркеров найти вряд ли удастся, т.к. болезнь очень многофакторная и имеет разные формы. Мы движемся по пути поиска комплекса маркеров с использованием мультидисциплинарного подхода. Методы молекулярной биологии позволяют оценить, например, содержание и соотношение цитокинов иммунной системы, тем самым определив наличие воспаления. Еще один молекулярный маркер болезни Альцгеймера — это амилоид, который стимулирует отложения в ЦНС и уровень которого, соответственно, может снижаться в крови на некоторое время до начала этого заболевания. Современные методы нейровизуализации, например мультиспиральная компьютерная томография или позитронно-эмиссионная томография, также позволяют на раннем этапе обнаруживать отложения амилоида в мозге. Конечно, это очень недешевые методы.

— Да, если человек задался целью понять первопричину всех своих грядущих несчастий и предотвратить их, то у него должен быть дедушка, который оставит ему миллиард долларов в наследство.

И.М.: Сегодня все эти технологии активно развиваются и со временем будут дешеветь. Идет поиск наиболее эффективных комплексных тест-систем, новых маркеров, которые бы в комплексе давали высокоточный диагноз. Такие маркеры крайне важны в ранней диагностике нейродегенеративных заболеваний. И мы можем оказать на это определенное влияние. Сейчас, например, апробировали метод лечения иммуноглобулинами — антителами против амилоида, которые задерживали процесс повреждения. Пытаются разрабатывать пути применения стволовых клеток мозга. Но если учесть, что там идет воспалительный процесс, то, по-видимому, это может быть эффективно не во всех случаях. Иммунологические и инфекционные факторы в настоящее время недостаточно изучены и не входят в общую диагностическую панель. Поэтому наша цель — с привлечением психологических и нейрофизиологических тестов,

новейшего оборудования, которое позволяет увидеть иммунные клетки, найти определенные признаки, которые могли бы дать точный диагноз еще в самом начале патологического процесса. Речь сейчас идет о том, чтобы создать недорогие наносенсоры на основе углеродных трубок.

— **Что, кроме Альцгеймера, вас занимает?**

И.М.: Мы готовим исследование по направлению «Наркозависимость». И здесь очень большие перспективы исследований с точки зрения иммунной системы, потому что она страдает от наркотических средств, меняются в том числе и нейроиммунные взаимодействия. Изучение многих сторон этого процесса могло бы помочь в реабилитации таких пациентов. Сейчас есть, например, данные о том, что применение сигнальных белков иммунной системы облегчает больным период освобождения от наркотической зависимости, а это очень трудный этап лечения. Далее, известно, что у наркоманов инфекции часто протекают очень тяжело: могут развиваться пневмония, септический эндокардит, и антибиотики могут быть бессильны. А ведь речь идет о молодых людях, которые могли бы выйти из этого состояния, и здесь крайне важно знание механизмов задействования иммунной системы в развитии наркотической зависимости на уровне мозга.

— **Но это может касаться не только наркозависимых, но и алкоголизма, и реабилитации онкологических больных после химио- и лучевой терапии.**

И.М.: Да, здесь вы затронули интереснейшую тему. Медицина сильно продвинулась в возможности помощи онкологическим больным и, в частности, при опухолях мозга, нервной системы, щитовидной железы. Радиологические методы, радиационные воздействия, лучевая терапия в составе комплексного лечения существенно улучшают прогноз, могут помочь добиться излечения. Но оказалось, что лучевая терапия вызывает серьезные осложнения, когда уже не опухоль определяет продолжительность жизни, а радиационное повреждение мозга. И оно обусловлено в основном иммунными механизмами: воспалительным повреждением, наступающим в ответ на действие ионизирующего излучения.

— **Действительно, очень часто онкологический больной умирает не собственно от рака, а от последствий лечения.**

И.М.: Это серьезнейшая проблема, и здесь несколько ключевых вопросов. Первый — как узнать, что человеку именно такая доза может навредить, и предупредить это, скомбинировать терапию. Второй важнейший вопрос — как реабилитировать больного после химиотерапии, после лучевой терапии, потому что программа реабилитации после онкологического лечения в России отсутствует. Помочь человеку после такой тяжелой терапии восстановиться и жить полноценно, чтобы он мог трудиться, — одна из важнейших задач в лечении рака, и здесь заложены огромные резервы.

— **Какие еще есть важные направления работы?**

И.М.: Еще одно такое направление — это иммунная безопасность, т.е. изучение влияния фармакологических препаратов и других методов лечения на иммунную систему человека.

— **Это чрезвычайно важно, у нас многие люди считают, что если они пошли в аптеку, купили там мешок препаратов, назначенных им врачами, и будут все это принимать, то им не может быть никакого вреда, одна лишь польза. Но ведь это совсем не так?**

И.М.: Не так, и это требует глубокого изучения. Нас вообще занимает проблема взаимоотношений между вирусной инфекцией и иммунной системой человека. Это непростая проблема. Скажем, при хронических вирусных инфекциях возможна блокировка клеточной программированной смерти и появление как бы бессмертных клеток, и это становится пусковым механизмом развития опухолей. Вот почему если страдает противовирусный иммунитет, то будет страдать и противоопухолевый иммунитет.

— **А мы можем «переучить» свою иммунную систему?**

И.М.: Сейчас уже созданы рекомбинантные, т.е. полученные искусственным путем цитокины, или сигнальные белки, с помощью которых можно обучать иммунные клетки видеть своего врага. Можно делать это даже экстракорпорально, когда у больного берется какое-то количество иммунных клеток во время плазмафереза



Исследования биоматериала на генетические полиморфизмы методом полимеразной цепной реакции в реальном времени: пробоподготовка образца



Пробоподготовка закончена; пробы, содержащие выделенную ДНК, передаются для ПЦР-исследования

или гемосорбции, эти клетки инкубируются с нужными белками и антигенами данного вируса, а затем, спустя какое-то время, они возвращаются к хозяину уже в новом качестве.

— **Становятся «умными»?**

И.М.: Именно так.

— **Расскажите о конкретных пациентах, которым результаты вашей работы здесь смогли помочь.**

И.М.: Такие люди есть. Например, у нас наблюдалась женщина, которую беспокоили слабость, депрессия, мышечные и суставные боли, появилась апатия, ей было трудно работать. Все это началось после инфекционного заболевания и стресса. У нее в крови определялись маркеры аутоагрессии против собственных клеток: клеток щитовидной железы, суставов и мелких сосудов. Кроме того, у нее были выявлены две вирусные инфекции. Мы подключили методы иммунотерапии и иммунореабилитации, и разработанная нами программа позволила через полтора года добиться исчезновения маркеров аутоагрессии из крови на фоне прекращения репликации вирусов. Она стала лучше себя чувствовать и вот уже несколько лет не обращается к нам. Это для врача очень хороший знак. Когда человек не звонит, есть два варианта — у него все хорошо или совсем плохо. Но мы знаем, что у нее все хорошо. В данном случае человек обратился за помощью вовремя, когда болезнь еще только начиналась, на ранней стадии, а это основная часть успеха.

— **Все-таки очень хочется понять, что мы сами можем предпринять, чтобы не допустить развития таких осложнений? Есть ли универсальные советы?**

И.М.: Да, безусловно. Надо вдоволь спать. Ничем нельзя заменить сон. Нельзя пить мелатонин в надежде, что ты можешь недосыпать, или принимать биодобавки, витамины, энергетические напитки. Если недосыпать, гибнут нервные клетки и уменьшается резерв стволовых клеток, и на этом фоне могут развиваться различные заболевания.

Далее — питание. Современные и очень занятые люди, особенно молодежь, не придают этому должного значения: поел чего-нибудь — и хорошо. В настоящее время стало понятно, что чем естественнее продукт, тем он более полезен, тем больше биологически активных веществ он в себе содержит. И наоборот — чем больше проходит обработки, тем он для нас хуже. А сейчас особенно много продуктов, в которые добавлены различные вещества для запаха, для вкуса, консерванты, ароматизаторы, усилители вкуса.

Здоровье человека определяет его образ жизни, отношение к себе, осознание себя как чудо природы. Конечно, не стоит каждый день смотреться в зеркало и повторять: «Какой я уникальный и неповторимый!» Важно осознать, что человек создан совершенно удивительным существом. Рассказ только об иммунной системе может занять не один день. Что уже говорить про весь организм.

— **Итак, питание, сон в достаточном количестве, здоровые зубы и уважение к себе как чуду природы... Что-то еще?**

И.М.: Позитивный настрой, ощущение радости жизни — вот основа основ, потому что, не радуясь жизни, нельзя достичь всего остального.

— **Как же можно научиться радоваться?**

И.М.: Один из путей — физическая активность. Она чем-то похожа на наркотическую зависимость, поскольку в результате в мозгу вырабатываются эндорфины. При регулярных, адекватных, не чрезмерных физических нагрузках в мозгу вырабатываются вещества удовольствия, появляется радость, повышается нейрогенез, т.е. возникновение новых нервных клеток. В результате улучшается память и человек чувствует себя намного комфортнее. Если человек при этом выспался и ест продукты, от которых у него ничего не болит, не тошнит, не чешется кожа, то все это вместе и дает нам чувство радости жизни. Правильный образ жизни — это и есть призыв к полноценной радостной жизни. Такому человеку легче переносить трудности, выходить из стресса.

— **Ничего нового вы сейчас не открыли, только подвели научную базу под то, что человечество сто раз открывало для себя раньше. Итак, здоровый образ жизни и позитивный настрой.**

И.М.: Пока человечество не умеет искусственным питанием и какими-то другими воздействиями заменить то, что уже есть в природе. Хочу еще раз отметить важность позитивного настроения, которым многие сейчас пренебрегают. Модно быть циничными, недоверчивыми, думать в основном о себе. Это неизбежно вводит человека в состояние хронического стресса. Многие пребывают в нем постоянно, не могут с этим расстаться. В них годами живут обиды, чувство разочарования, глубоко внутри прорастают горькие корни, накапливается отрицательная энергия. Если от этого не освободиться, можно всерьез заболеть. Еще один способ достичь желаемого результата — найти в себе тот талант, который вы еще не раскрыли. Кто-то может прекрасно рисовать, кто-то писать стихи, песни, выращивать розы. И эта реализация тоже способствует обучению, в том числе иммунитета.

— **Ирина Константиновна, вы это рассказываете с большой убежденностью, потому что вы сами позитивно настроенный человек. Вы от природы такая или наука вас в этом убедила?**

И.М.: Наверное, что-то и от природы, но многое дает наука. Когда ты проникаешь в красоту архитектуры нашего мира и понимаешь, что действительно можешь помогать людям, поневоле становишься немного другим. Помочь человеку не только вылечить, но и найти свою дорогу, подсказать, как ему будет лучше, счастливее жить. Сейчас мы можем внедрять эти исследования, планируем с технологической платформой медицины наше общее будущее. Создается направление по нейробиологии, по исследованиям мозга, иммунной системы, т.е. будет возможность внедрять все это и помогать пациентам. Ради этого хочется жить даже больше, чем сто лет, быть активным намного дольше, и это действительно прекрасно. ■

Беседовала Наталья Лескова



НОЯБРЬ 1964

Гемоглобин. «Гемоглобин ведет себя не как резервуар кислорода и даже не как молекулярное легкое. Две из его четырех цепей смещаются таким образом, что при связывании молекулы кислорода просвет между ними сужается, а при ее высвобождении расширяется. Свидетельства того, что химические взаимодей-

действия гемоглобина и других белков сопровождаются их структурными изменениями, обнаруживались и раньше, но непосредственно продемонстрировать характер этих изменений удалось впервые. Изменения формы молекулы гемоглобина заставляют меня представлять ее дышащей. Но парадоксально то, что она расширяется не при связывании молекулы кислорода, а при ее высвобождении». — Макс Фердинанд Перуц (Max Ferdinand Perutz).

Примечание: в 1962 г. Перуц стал одним из лауреатов Нобелевской премии, которой была удостоена эта работа.

Питательные пузырьки. Выяснилось, что создаваемые морскими волнами пузырьки вносят жизненно важный вклад в океанскую пищевую цепь. Молекулы огромного количества органических соединений, растворенных в морской воде, во множестве пристают к двумерным пограничным слоям пузырьков, образуя ступки органического вещества. Эти ступки поедаются мельчайшими морскими животными. К открытию нового механизма формирования пищи привела неудовлетворенность некоторых специалистов по биологии моря традиционным представлением пирамиды океанической жизни. Отмечалось, что количество органических веществ, присутствующих в воде океанов в виде суспензий или растворов, по крайней мере в 50 раз больше, чем во всем живом планктоне.



НОЯБРЬ 1914

Раненые на этой войне. Установлено, что раны, причиняемые современными высокоскоростными пулями с никелевыми оболочками, более или менее асептичны, а значительная часть этих ран не очень серьезны и вызывают лишь небольшие нарушения. В этом отношении работа современных полевых хирургов существенно облегчена, а смертность от пулевых ранений заметно уменьшилась (на илл.).

Транспортировка по воде. Одна из основных проблем современной промышленности — это доставка сырья. Так, лес часто заготавливается высоко на горных склонах, в болотах или на большом удалении от лесопилок. Нет сомнений, что именно это побудило 30 лет назад капитана Робертсона (H.R. Robertson) вязать в Новой



Французские кавалеристы-кирасиры помогают раненому товарищу, 1914 г.

Шотландии плоты и буксировать их в Нью-Йорк. Сейчас Робертсон перенес свои операции в Коул-Крик. Его плоты и по сей день сплавляются по реке Колумбия до моря и далее буксируются морем до Сан-Франциско — на расстояние порядка 900–1100 км. Все доставляемые таким образом бревна годятся для использования в качестве свай.

Примечание: слайд-шоу об использовании воды и гидротехнике из наших архивов за 1914 г. см. по адресу: ScientificAmerican.com/nov2014/water-control



НОЯБРЬ 1864

Выборы президента. Президентом США большинством населения вновь избран Авраам Линкольн из штата Иллинойс, а вице-президентом стал Эндрю Джонсон из штата Теннесси, сменив на этом посту Ганнибала Гэмлина из штата Мэн. Выборы прошли мирно, вмешательства военных не потребо-

валось. Теперь гражданам, принадлежащим ко всем партиям, нужно проявить добровольную и искреннюю поддержку выбранной народом власти. Это приятие законного правительства необходимо для обеспечения долговременной безопасности и процветания нашей республики. Без такого всенародного содействия правительство может потерпеть крах, и тогда порядок сменится анархией, а она — деспотией, поддерживаемой военной силой, и кровопролитием. Мы уже были свидетелями ужасных последствий мятежа против законно избранных руководителей нашей страны — последствий, которые будут сказываться по крайней мере при жизни целого поколения. ■



**ИДЕИ,
МЕНЯЮЩИЕ
МИР**

ВЫСОКИЙ ИНТЕЛЛЕКТ ДО ГЛУБОКОЙ СТАРОСТИ

очевидное
невероятное



ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC
AMERICAN

В мире науки

РОССИЯ 24

Слабоумие — неизбежный спутник старости или такой же заразный недуг, как «коровье бешенство»?
О взглядах современной науки на этот вопрос автору и ведущей программы «Идеи, меняющие мир» Эвелине Закамской рассказал нейробиолог Адриано Агуцци





*Эвелина Закамская —
автор и ведущая программы
«Идеи, меняющие мир»*

Герой очередного выпуска нашей программы — эксперт мирового уровня по прионам, пока еще малоизученным инфекционным белкам, которые вызывают необратимые дегенеративные изменения в мозге. Ученый уверен, что, наблюдая разрушительный механизм их действия, люди когда-нибудь обязательно откроют секрет интеллектуально продуктивной старости. «Рита Леви-Монтальчини, которая умерла год назад в возрасте 103 лет, была блестящим ученым до последних дней. Когда я с ней обсуждал науку, ей было 100 лет и она была так же свежа, как и вы», — вспоминая великую коллегу-нейробиолога, герой «Идей» элегантно делает комплимент своей собеседнице, автору и ведущей Эвелине Закамской. «Микеланджело делал роспись Сикстинской капеллы, когда ему было за 60. Астронавт Джон Гленн полетел в космос в 77 лет. Я думаю, что болезнь Альцгеймера и прионные заболевания — это именно недуги, а не просто следствия старческого возраста», — говорит ученый в кадре «Идей».

Профессор Адриано Агуцци возглавляет Институт невропатологии на базе старейшей и самой крупной швейцарской больницы — Университетской клиники Цюриха. Кабинет авторитетного ученого оказался настолько аскетичен и скромно по площади, что для записи интервью нашей съемочной группе пришлось выбрать место на балконе клиники. Живописный вид: Цюрихское озеро, зеленые склоны окружающих гор, один из самых космополитичных городов мира. «Наука была глобальной до того, как экономика стала глобальной», — как-то сказал наш герой в одном из интервью. И сам профессор представляет собой живое воплощение этой идеи: итальянец, который работал в Австрии, Германии, США и в Швейцарии; и коллектив, который он возглавляет, тоже интернационален.

Почему «размягчается» мозг?

Швейцарский пейзаж часто используется в рекламе как идеальная пасторальная картинка: цветущие луга, пышущие здоровьем тучные буренки с традиционными

колокольчиками. Корова — один из общеизвестных символов Швейцарии. Между тем в 1990-х гг. эта страна попала в число тех европейских государств, где разыгралась настоящая сельскохозяйственная и человеческая трагедия. Хотя Россию она тогда обошла стороной, все мы ее помним под именем эпидемии коровьего бешенства, она же трансмиссивная губкообразная энцефалопатия крупного рогатого скота.

Все началось с того, что в 1986 г. в Великобритании были зарегистрированы первые случаи странной болезни. У животных наблюдались проблемы с координацией, они становились пугливыми и агрессивными, теряли вес, наконец, у них отказывали ноги и они гибли. При вскрытии выяснялось, что в организме отсутствуют признаки инфекционного воспаления, зато срезы тканей мозга под микроскопом напоминают кружево, а сам он на вид похож на губку, — отсюда и название. На тот момент подобные признаки в ветеринарии не были уникальными: учеными были описаны подобные смертельные и инфекционные заболевания у овец, коз, диких и домашних оленей, норок, лошадей.

В последующие годы эпидемия (а точнее, эпизоотия) стремительно распространялась по всем графствам Англии. Она достигла пика в 1992 г., перекинулась на европейский континент, затухала долгие годы, затронула в общей сложности 40 стран и стоила жизни миллионам животных. Пострадали даже дикие копытные виды в зоопарках. В самой Великобритании пришлось превентивно уничтожить весь крупный рогатый скот, страна из экспортера превратилась в импортера мяса, а в странах Европы на ликвидацию последствий в общей сложности ушли сотни миллиардов евро. Но не это было самым страшным. Люди не сразу обнаружили, что эпидемия представляет смертельную опасность для них самих.

Об инфекционном характере некоторых подобных болезней с губчатым поражением различных участков мозга было известно уже давно: для овец заразность подтвердили в лаборатории еще в конце XIX в. Человеческих

фатальных недугов с прогрессирующим разрушением клеток мозга и испещрением содержимого головы по типу губки на тот момент было зафиксировано уже четыре. «Это страшные заболевания, но, к счастью, они встречаются не так часто», — успокоил нас Адриано Агуцци. Известная с 1920 г. болезнь Крейтцфельда — Якоба, спастический псевдосклероз, сначала считалась спонтанно возникающим заболеванием у пожилых людей (один-два случая на 1 млн населения), но к концу 1960-х гг. удалось доказать, что она может быть инфекционной. Со временем подтвердили, что, спонтанно возникшая у одного индивида, болезнь может передаваться другим через медицинские препараты и манипуляции с пищей. Для еще одной — куру, болезни гвинейских аборигенов, — еще за четверть века до этого был твердо установлен алиментарный способ передачи через ритуальный каннибализм (поедание умерших). Американский ученый Дэниел Карлтон Гайдушек, который исследовал жизнь племен, сумел в лабораторных условиях передать куру шимпанзе и доказал ее инфекционный характер, получив за это Нобелевскую премию по физиологии и медицине в 1976 г. Когда аборигенам запретили поедать предков, эта болезнь пошла на убыль.

Возбудитель, правда, не был установлен, и медицинский мир долгое время полагал, что виновниками подобных частично схожих по симптоматике заболеваний человека и животных выступают некие вирусы. Для губкообразных энцефалопатий характерен чрезвычайно долгий инкубационный период (до 10–30 лет и более), поэтому в ученых кругах десятилетиями именовали предполагаемых возбудителей «медленными вирусами». Однако в 1970-х гг. обнаружилась феноменальная жизнестойкость этих загадочных инфекционных агентов: с ними не могли справиться ни ультрафиолет, ни ионизация, ни микроволновое излучение, ни стерилизация в автоклаве. «В отличие от всех известных вирусов они не разрушались под воздействием 120 и даже 400 градусов сухого тепла. Это было очень странно. Ученые много экспериментировали, пытались идентифицировать нуклеиновые кислоты, но и это не дало результата, что стало большим сюрпризом, поскольку вся жизнь на Земле закодирована в нуклеиновых кислотах — ДНК и РНК. В тот момент казалось немыслимым, что инфекционный агент может воспроизводить сам себя без какой-либо генетической информации!» — пытается передать удивление своих предшественников профессор Агуцци.

Что же это за невидимка? Загадочный киллер оказался... протеином, т.е. обычным по составу белком, правда, с аномальной пространственной структурой молекулы.

Стейк-убийца

Минувшей весной, когда «Идеи, меняющие мир» с участием Адриано Агуцци уже были смонтированы и готовились к выходу в эфир, профессор приехал в Москву. Он

прочитал на биологическом факультете МГУ открытую лекцию, посвященную прионным болезням млекопитающих. На факультетской страничке в сети *Facebook* есть фотоотчет об этом мероприятии. Для интересующихся темой прионов это был уникальный шанс: ведущий мировой эксперт в области молекулярной биологии был доступен для любых узкоспециальных вопросов.

Впрочем, для широкой аудитории неспециалистов профессор изложил суть современных знаний о прионах гораздо более доступным языком в нашей телепрограмме. Прион — это комбинация слов «протеин» и «инфекция» (*PRION — PRotein Infectivity ONly*). Первым этого до сих пор неуловимого виновника дегенеративных процессов идентифицировал в 1982 г. невролог из Сан-Франциско Стенли Прузинер. Его гипотеза об инфекционном белке-убийце грозила перевернуть многие догмы в области физиологии и медицины, и потому многие сначала восприняли его идею в штыки (в том числе и исследователь куру вирусолог Гайдушек). Свою Нобелев-

Об инфекционном характере некоторых подобных болезней с губчатым поражением различных участков мозга было известно уже давно: для овец заразность подтвердили в лаборатории еще в конце XIX в.

скую премию по медицине Прузинер получил лишь через 15 лет после эпохального открытия.

«Как белок может воспроизводить себя без генетической информации? Сейчас это уже хорошо изучено. Оказывается, в нашем организме существует еще один белок, и это нормальный внутриклеточный физиологический белок (*PrPC*). А патологический прионный белок (*PrPSc*) атакует этот нормальный прионный белок и превращает его в копию самого себя. Таким образом, нет потребности в дополнительных генах», — поясняет профессор Агуцци российским телезрителям. Таким образом, у этих белков абсолютно одинаковый аминокислотный состав, только по-разному уложенная цепочка. «Плохая» форма белка накапливается в клетках нейронов, образуя сгустки, и вызывает их гибель. «Он воспроизводит себя в огромных количествах, особенно в мозге — как правило, в мозге животных, таких как коровы и овцы. Потом можно взять этот мозг и заразить с его помощью других животных».

Именно так и произошло в случае с бычьим губчатым энцефалитом. Повальное заболевание английских коров, как выяснилось, тоже спровоцировал каннибализм. В те годы животноводы повсеместно использовали в качестве подкормки для жвачных промышленно переработанные останки им подобных. Никаких проблем

ветеринары с этим не ассоциировали. Однако, если верить специальной литературе, именно накануне эпидемии коровьего бешенства в погоне за большей питательностью производители что-то изменили в технологии производства мясокостной муки. И живучие прионы из утилизированных инфицированных туш попали в корм здоровым буренкам. Возможно, в переработку попал мозг баранов, страдавших болезнью скрепи (по-русски — почесухой), прионным заболеванием овец и коз. Ученые установили, что овцы служат естественными природными резервуарами инфекционного агента: в их организме прионный белок зарождается спонтанно и передается дальше. В Великобритании через поедание зараженного мяса были инфицированы уличные кошки, пумы и антилопы в зоопарке.

По пищевой цепочке прионный белок попал от коров и в организм к человеку. В тот момент, когда массовый падеж скота уже начал идти на убыль, медики зафиксировали, что человеческая болезнь Крейтцфельда — Якоба вдруг резко «помолодела». Если в своей классической форме она поражала людей старше 50 лет, то с 1995 г. начали появляться уже 20-летние больные. Прогрессирующее слабоумие в расцвете лет! При этом, что самое тра-

Болезнью Альцгеймера страдает каждый третий человек старше 85 лет. Любопытно то, что при этом заболевании возникают отложения патологических белков, которые очень похожи на прионные

гичное, фатальное ухудшение состояния происходило на фоне осознания человеком случившейся с ним беды: депрессия, бессонница, нарушение координации движений, утрата способности обслуживать себя и самостоятельно есть, наконец, потеря памяти, помутнение сознания и неизбежная смерть.

Сообщения об этом так называемом новом варианте болезни Крейтцфельда — Якоба начали поступать из разных стран. К середине 2005 г. зараженная говядина стала причиной смерти более полутора сотен граждан в одной только Великобритании. С учетом продолжительности инкубационного периода (от пяти месяцев до 15 лет) конечное число зараженных в тот период можно будет понять лишь спустя годы. Специалисты в области пищевой промышленности утверждают, что мясо с прионами в годы эпизоотии могли употреблять несколько миллионов человек во всем мире.

Одновременно в 1980-х гг. было зафиксировано десятки смертей от БКЯ, когда больные имели несчастье заразиться через нестерильные хирургические инструменты, трансплантаты (например, роговицу глаза) и инъекции гормональными препаратами. Сегодня

уже известно, что достаточно кратковременного контакта с патологическим прионным белком в определенной концентрации на скальпеле хирурга, чтобы в нормальном прионном белке организма началась цепная реакция. «Минимальная доза прионов, которая инфицирует 50% животных в эксперименте, составляет порядка 100 тыс. молекул, — говорит профессор Агуцци. — Это очень незначительное количество, но, как вы понимаете, если дозу увеличить, вероятность повысится».

Старость в радость

А что внесли в эту копилку знаний сам господин Агуцци и возглавляемый им институт? «Последние 15 лет я бился над тем, каким образом попавший в желудок с пищей прион оказывается в мозге. Это нетривиальный вопрос. Прион должен проникнуть через стенки желудка, обойти иммунную систему, преодолеть гематоэнцефалический барьер и оказаться в мозге. И я могу сказать, что в моей лаборатории поняли, какие молекулы, какие клетки играют роль в этом процессе и как мы можем этому препятствовать. В следующей “главе” исследований мне предстоит понять, почему эти сгустки настолько токсичны, что убивают нервные клетки».

В своих интервью Агуцци высказывался в том духе, что Европа будет сталкиваться с эхом эпидемии коровьего бешенства еще как минимум полвека. Прионы могут распространяться через донорские материалы и лекарственные препараты на животной основе (вроде прививочных россиянам актовегина и солкосерила из крови телят, которые во многих странах давно запрещены), а также через одноразовые инструменты при совершении операций, особенно на головном мозге. «Кроме того, мы в лаборатории обнаружили,

что прионы могут передаваться с помощью аэрозолей. Конечно, если кто-то рядом с вами чихает, это не значит, что из него в этот момент выходит мозг. Можете не волноваться: в обычной бытовой ситуации вы вряд ли заразитесь через аэрозоли. Но в научной лаборатории это может произойти. Если лаборант гомогенизирует мозг, а вокруг гомогенизатора окажется аэрозоль, это может быть очень опасно, поэтому мы всегда используем биологическую защиту».

Но при чем здесь болезнь Альцгеймера, Паркинсона, старческое слабоумие, возрастная деменция и другие возможные риски долгожительства? Ведь эти нейродегенеративные недуги не относятся к прионным болезням, губчатым энцефалопатиям. Адриано Агуцци пояснил нам, в чем связь: «Болезнь Альцгеймера чрезвычайно распространена. Каждый третий человек старше 85 лет имеет это заболевание. Любопытно то, что при болезни Альцгеймера возникают отложения патологических белков, которые очень похожи

на прионные. Безусловно, по молекулярной структуре это другой белок — в случае болезни Альцгеймера он называется бета-амилоид, но отложения аналогичные, у них одинаковая биофизика. В случае паркинсонизма мы имеем дело с третьим типом белков — синуклеином. Этот белок тоже агрегируется и откладывается в нейронах, разрушает их. Естественно, возникает вопрос: а что если и болезни Альцгеймера и Паркинсона — инфекционные?»

Конечно, это интрига и потрясающий вызов для ученого — найти ключ к тем загадкам угасания, которые сейчас большинством людей считаются просто естественным ходом вещей, приметами старости. Ведь к чему тогда вся суета вокруг омоложения и поддержания здоровья тела, если гораздо раньше умрет интеллект? Коллеги Адриано Агуцци в США уже создали синтетический препарат из очищенного рекомбинантного синуклеина и, введя его лабораторным мышам, вызвали у них болезнь Паркинсона. А раз можно инфицировать, то когда-нибудь можно найти и противоядие.

Конечно, подобные открытия способны порождать у общественности и параноидальные вопросы: а вдруг такими болезнями можно будет заражать искусственно? Это ведь социальная проблема: миллионы иждивенцев, огромная нагрузка на экономику. Может быть, это инструмент эволюции и мы сами не знаем, во что вмешиваемся? Ведущая «Идей, меняющих мир» Эвелина

Закамская обсудила с профессором Агуцци многие подобные вопросы с этическим и даже философским подтекстом. Но ученый настроен оптимистично и надеется, что успеет понять механизм трансформации и обнаружить решение в течение собственной научной карьеры: «Я не верю, что нас всех ждет такая судьба. Это такая же болезнь, как и все остальные, необходимо лишь найти нужное лекарство».

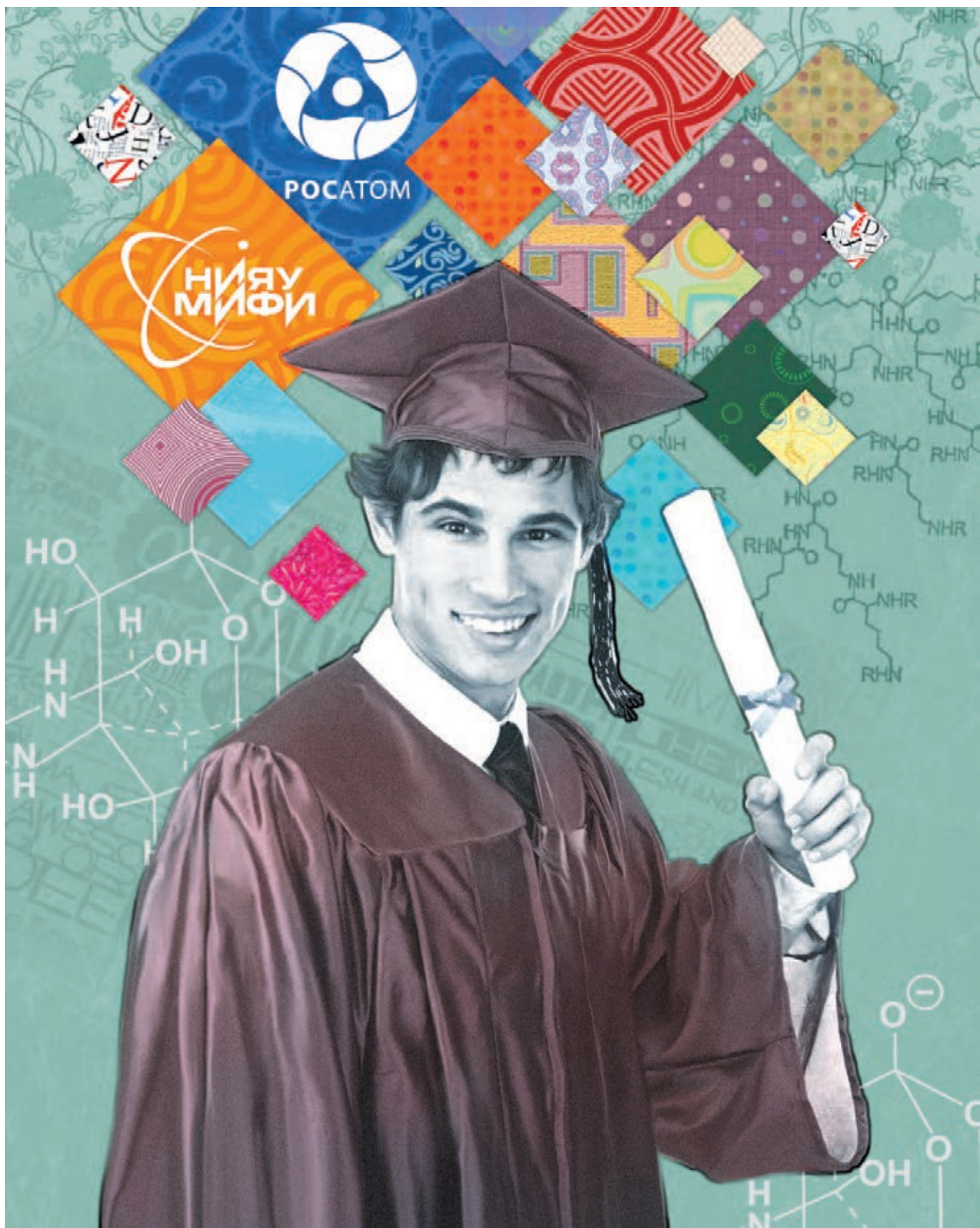
В любом случае Адриано Агуцци — еще достаточно молодой человек, и свою Нобелевскую премию этот незаурядный ученый пока не получил. А это значит, что у всех нас действительно есть шанс. ■

Подготовила Ольга Платицина

Видеверсию интервью смотрите на портале «Научная Россия» (www.sci-ru.org)

Болезнь Альцгеймера чрезвычайно широко распространена. Результаты исследований Адриано Агуцци дают надежду, что когда-нибудь это заболевание будет излечимо





УЧИСЬ, СТУДЕНТ, И ТЫ ПРОРВЕШЬСЯ!

Куда пойти, куда податься...

Этот насущный вопрос первым делом встает перед выпускником вуза — молодым специалистом, которого альма-матер вооружила знаниями, и теперь он горит желанием применить их на практике

Виктор Фридман



Как правило, сбываются эти стремления с переменным успехом, зависящим в немалой степени от востребованности как специальности в целом, так и конкретного специалиста. И каким бы качественным ни было образование и современным предприятие, всегда остается шанс, что ценный кадр и интересная вакансия разойдутся, как в море корабли. Чтобы избежать подобных недоразумений, была разработана новая совместная программа госкорпорации «Росатом» и НИЯУ «МИФИ», где в этом учебном году открылась новая кафедра, занимающаяся целевой подготовкой специалистов для работы в «Росатоме» в рамках инновационного проекта «Прорыв». Об этом нововведении нам рассказывают декан физико-технического факультета МИФИ **Георгий Валентинович Тихомиров** и заместитель директора института ОАО «Гиредмет» профессор открывшейся кафедры **Николай Маркович Манцевич**.

Междисциплинарная синергия

Н.М.: Наш сегодняшний разговор касается высшего образования для инновационных проектов «Росатома» и его научного сектора. Так бы я определил тему той задачи, которую мы вместе с МИФИ сейчас решаем.

О чем идет речь? Если вспомнить, что было раньше, вспомнить Советский Союз, то была система: образования, распределения, целевой подготовки специалистов. Была и категория так называемых производственников, т.е. вуз получал отраслевой заказ и предприятия платили стипендию.

Г.Т.: Когда я оканчивал МИФИ, распределение заключалось в том, что нас направляли на предприятия, где мы проходили практику, а некоторые проходили практику в МИФИ, закрепляясь в институте с перспективой поступления в аспирантуру. Я окончил МИФИ в 1986 г., и из моей группы 80% пошли работать на предприятия атомной отрасли.

Н.М.: С чем мы сейчас столкнулись в блоке по управлению инновациями «Росатома»? Одна из проблем — это подготовка специалистов для научного сектора. заключается она в том, что нужно как можно раньше отобрать талантливую молодежь и подготовить ее адресно, в достаточно узкой специализации. Для крупных проектов нужно давать большой блок подготовки по смежным дисциплинам, и это — мультидисциплинарная подготовка. Таким проектом, для которого мы и инициировали эту программу, стал проект «Прорыв», запущенный в рамках новой технологической платформы ядерной энергетики и связанный с замыканием топливного цикла. Существует соответствующая федеральная целевая программа, достаточно долговременная — она принята и финансируется до 2020 г. В настоящее время в проекте участвует около 2 тыс. специалистов «Росатома». И количество людей будет увеличиваться, причем не в разы, а на порядок, в течение ближайшего времени.

Для такого проекта требуется большое количество разных специалистов. Когда год назад мы попросили назвать, какие специалисты нужны и в каких областях, я помню, что были названы физика, материаловедение, радиохимия, пирохимия, электрохимия, химия; кроме того, необходимы специалисты в области процессов и аппаратов, технологи редких и цветных металлов, специалисты по топливу, по жидким металлам, по коррозии и способам защиты, по современному моделированию, расчету кодов ИТ и т.д. Технически это впечатляющий список, но он включает также и экономистов, причем экономистов не общего профиля, а понимающих технологии, в том числе и сметчиков, которые могли бы правильно считать вопросы, связанные с оценкой научных исследований. Готовятся ли они сейчас? Безусловно. Мы прекрасно понимаем, что наши ведущие вузы, включая МИФИ, готовят прекрасных специалистов, востребованных в промышленности. Но для крупного проекта была поставлена задача: создать систему, которая готовила бы специалистов-физиков, понимающих не только в физике, но и в экономике, химиков, которые бы разбирались в физике и инженерии, экономистов, которые были бы специалистами в области химии и физики, т.е.



На открытой лекции руководителей проекта «Прорыв» Е.О. Адамова и В.А. Першукова в НИЯУ «МИФИ»

специалистов, которые бы после получения квалификации говорили между собой на одном языке — на языке проекта. Таким образом, формируется блок знаний, которые были бы едины в этом проекте для специалистов всех направлений, чтобы общаться друг с другом непосредственно, а не искать переводчика.

Г.Т.: Действительно, исторически у нас существует некий формат, в котором идет локомотив высшего образования. В частности, на физико-химическом факультете есть девять выпускающих кафедр, ориентированных в основном на предприятия атомной отрасли. И, конечно, когда мы узнали о проекте «Прорыв», практически все кафедры были заинтересованы влиться в него и готовить своих специалистов, в том числе и для решения задач данного направления. Но при этом они пользовались традиционными подходами. У кого-то получалось лучше, у кого-то — хуже, единой координационной платформы не было.

Когда к нам обратилась ГК «Росатом» с анализом возможностей для создания кафедры, мы сомневались — надо ли открывать такую кафедру. Потому что, как правило, кафедры, открытые «под заказ», располагаются во внешних институтах и мы не видим своих студентов. Мы их туда отправляем, они там выполняют свою работу, и нет обратной связи. Но когда мы начали обсуждать идею с Николаем Марковичем, мне очень понравился посыл. Звучал он так: кафедра должна быть в МИФИ, лекции должны читаться в МИФИ, кафедра должна быть площадкой, рупором идей «Прорыва». И синергия междисциплинарного знания должна родиться сама.

Слова громкие: междисциплинарность, синергия, межвуз. Их легко произносить, но сложно поверить в механизм, потому что когда я всю жизнь в образовании и науке, я знаю схемы, когда выпускники МИФИ идут в Курчатовский институт, в НИКИЭТ. Это, как правило, долговременные знакомства на среднем уровне, когда представитель предприятия ведет УИР, выбирает сам себе студентов и забирает их. На предприятии они пишут дипломные работы. Однако сегодня у нас предполагается нечто другое. Мы уже прошли путь, когда можно сказать, что кафедра состоялась. Набраны студенты и преподаватели, начался учебный процесс. Мы пока не имеем ни одного выпускника и даже ни одной закрытой сессии. Но уже сейчас, за первые семь-восемь недель учебного процесса, я вижу много нового. Во-первых, люди приходят, читают лекции, что традиционно для

ряда выпускающих кафедр, но эти лекции — открытые. Их посещение доступно любому. При этом, например, радиохимию читают специалисты РХТУ, т.е. опорного вуза, но читающие уже и у нас, с неким академическим взглядом. И это уже обмен учебными технологиями. С каждой неделей я все больше верю в то, что в кафедре есть что-то новое — то, чего не было раньше.

Оркестр идей

Г.Т.: В этом году набор в магистратуру — с учетом того, что пока не было массового выпуска бакалавров, — это несколько специфичный процесс. Мы даже перевыполнили КЦП (контрольные цифры приема) на кафедре. Был запланирован набор десяти студентов, реально мы набрали 14 человек.

При этом мы имеем три блока набора. Первый — это выпускники МИФИ, окончившие его в этом году. Как правило, данный контингент поступал на свои кафедры. Задача «Прорыва» привлечь их к себе была выполнена благодаря грамотной информационной кампании. Показать, что их программа лучше, оказалось не так просто, потому что выпускники всегда знают, с кем работают, и уже сформировали свои запросы. Причем некоторые из них уже работают в интересах «Прорыва».

Второй блок — выпускники других вузов. Это, я считаю, будущее новой кафедры. Это люди, окончившие бакалавриат или специалитет в других вузах. При этом часто говорят: у них другая подготовка, они могут не справиться, они более слабые. Таких у нас пять человек. И все они, на мой взгляд, очень хорошие студенты. Что-то получается, что-то нет. Но я верю, что их можно учить в магистратуре. И это бесценный опыт.

И, наконец, третий блок — это специалисты отраслевых предприятий, которые недавно окончили вуз, уже работают на предприятиях и хотели бы повысить свою квалификацию. Таких у нас пять человек, и как минимум трое из них активно участвуют в учебном процессе. Я более чем уверен, что из 14, приписанных к кафедре, не все дойдут до конца. И это нормально. Соответственно, наш старт мне нравится. И при этом хочется подчеркнуть живость и необычность того, что мы опробуем новую образовательную технологию. Так, Вячеслав Александрович Першуков читает лекции по субботам. К нему ходят не только студенты этой кафедры, но и магистры и аспиранты других кафедр. Я вижу, что с каждой лекцией организуется курс. Одну лекцию прочитать легко, две — чуть сложнее, а курс прочитать, с заданиями, с некоей общей философией, с взаимосвязью с другими курсами — гораздо тяжелее. И сейчас на моих глазах выстраиваются ряд курсов нового уровня МИФИ, которые читают специалисты отрасли, а мы стараемся их направлять в некую общую схему.

Очень часто встает вопрос: кто разрабатывает магистерскую программу? По логике — преподаватели вузов. Второй вопрос: что у них есть под руками? Сейчас стоит задача — согласовывать учебные планы с работодателем, включать в государственную экзаменационную комиссию (ГЭК) представителей работодателя. Все это мы решаем по мере возможностей. Это первая магистерская

программа, на 90% составленная заказчиком, представителем работодателя. Планы утверждены и обсуждались на самом высоком уровне руководства проекта «Прорыв». Задача вуза была вписать эту программу в рамки учебного плана, часов, расписания, и здесь мы выступали не первой скрипкой, а оркестром, который помогает реализовывать идеи заказчика. Ведь зачастую заказчики спрашивают: «Кто выдумал эти учебные планы? Кто эти предметы читает? Это было актуально 50 лет назад». Сегодня мы имеем программу, где люди читают то, что считают нужным, а мы им в этом помогаем.

Н.М.: Насчет первой скрипки я бы здесь поспорил. С номерами скрипок — это жизнь покажет. Мы и студентам этого набора сказали: «Уважаемые студенты, вы должны четко понимать, что, с одной стороны, это эксперимент на вас, на живых людях, и это наша ответственность. Но ваша ответственность — в создании этой кафедры, курсов, в выдаче обратной связи, и она ничуть не меньше, чем задача тех, кто вас учит». И ребята это поняли. На сегодня мы видим помощь с их стороны. Какие-то подсказки, пожелания мы стараемся всячески учитывать, чтобы обе стороны были удовлетворены общением друг с другом. Коррекция идет постоянно. Именно в таком формате: с одной стороны есть заказ, с другой — исполнитель, с третьей — объект. Соответственно, это блок по управлению инновациями «Росатома», МИФИ и этот проект.

Кадры решают

Н.М.: Вернусь еще к программе подготовки кадров. Первое, что мы хотим обеспечить, — целевую подготовку квалифицированных кадров для конкретного проекта. Второе — программа предполагает обеспечение высококлассной, высокоуровневой теоретической подготовки. И очень серьезный аспект — практическая подготовка. Это то, с чем сейчас столкнулась высшая школа, — практика в постсоветское время, актуальные темы научно-исследовательских работ, нормальные рабочие места для выполнения этих исследовательских работ. Эти вопросы в части учебных программ остаются за кадром, но это важнейшие вопросы, связанные с практической подготовкой студентов. Мы хотим за два года получить тех специалистов, которые уже спокойно могли бы продолжать работать в этом проекте и которые были бы акцептованы со стороны заказчика в проекте со стороны научного руководства.

Г.Т.: Еще одна особенность программы — это стажировка и практика на предприятиях «Прорыва». При этом с первого семестра они выбирают научного руководителя и направление, а начиная со второго — работы в конкретных научных группах, подготовку к выполнению основной квалификационной работы.

Н.М.: Программа также предполагает участие ведущих специалистов отрасли в подготовке студентов, академическую междуниверситетскую мобильность, в том числе с возможностями зарубежных стажировок, если будет такая необходимость, и то, о чем мы уже говорили: обеспечение единого базового уровня знаний по адресуемому инновационному проекту — в данном случае

по проекту «Прорыв». Вообще, если коротко сформулировать отличительную черту новой кафедры, то это обеспечение мультидисциплинарного адресного (целевого) образования. Это именно то, что мы хотим реализовать на этой кафедре.

Г.Т.: С открытием этой кафедры МИФИ получил реальный контакт с проектом «Прорыв». У нас проходят семинары, и другие кафедры получили возможность из первых рук узнавать задачи. То есть кафедра уже сделала свое дело: она присутствует в МИФИ — не номинально, а реально, идут занятия, приезжают люди, можно обсуждать научные, учебно-методические вопросы, вопросы образования. Надеюсь, что в перспективе мы будем иметь учебно-методические пособия от авторов курса, которые обогатят библиотеку МИФИ, т.к. мы нацеливаем всех преподавателей на формализацию того, что они читают. Кто-то хорошо сказал: все готовы учить, но мало кто готов передать то, что он умеет, другим людям. И отлично помогает в этом смысле чтение курса с последующим оставлением конспекта лекции, т.е. наши преподаватели смогут перенять что-то и потом использовать уже в своих курсах.

Межвуз и мобильность

Н.М.: На самом деле мы находимся в рамках тех идей, установок и документов, которые обозначило Минобрнауки. Есть две вещи, к которым призывает министерство и которые мы здесь реализуем. Первое — усиление взаимодействия и организация совместной научно-исследовательской работы, это вузы и научно-исследовательские институты, образование комплексов, участие в совместных проектах — собственно, на это ориентированы и федеральные целевые программы Минобрнауки. Там присутствие вузов в отдельных случаях поощряется, а в отдельных случаях обязательно. Мы в рамках данной программы реализуем это в полном объеме, потому что практическую подготовку наши студенты получают в ведущих отраслевых институтах.

Второй момент — это межвузовское взаимодействие, академическая мобильность, создание межвузовских образовательных программ, что обозначено Минобрнауки и чем студенты могут достаточно хорошо пользоваться за рубежом. Мы знаем, что зарубежная система образования позволяет прослушать одни курсы в одном вузе, другие в других — и так студент может собирать сам те курсы и то обучение, которое он хочет получить, ориентируясь на определенного заказчика. У нас до последнего времени с этим было плохо, если не сказать вообще никак.

Н.Т.: В принципе, ведущие вузы к этому шли — программные курсы по выбору, причем читаемые в других вузах. Это технологически понятно, но трудно реализуемо, потому что нет соглашений между вузами. Мы хотим, чтобы наши студенты один день посещали РХТУ, потому что там есть лабораторная база, которой нет у нас. Но пока это затруднительно в связи с тем, что необходимо подписать определенные соглашения. И новая кафедра в этом смысле станет неким локомотивом, который пытается стимулировать подписание необходимых

документов, выделение необходимого финансирования, чтобы студенты этой кафедры посещали РХТУ на законных основаниях. Как только это выстроится, мы получим реальный учебный процесс, в котором участвуют несколько ведущих вузов, делающие индивидуальную подготовку наиболее глубокой.

Н.М.: Надо сказать, что такая практика межвузовской подготовки начинается в Москве и в России, и у нас есть партнерская программа, запущенная в 2011 г. Эта программа начинается с подготовки инженеров в сфере высоких технологий для новой экономики Москвы. Она была запущена альянсом МФТИ, «РОСНАНО» и Центра инновационного развития Москвы, а возглавляет ее Юрий Аркадьевич Удальцов. Мы познакомились с этой программой где-то полтора года назад, и сначала она базировалась на МФТИ, но с текущего года принимаем в этом участие и мы (шесть студентов МИФИ), а также МИСиС. Со стороны госкорпорации мы предложили в наших научно-исследовательских институтах ряд тем для студентов этой программы. И надо отдать должное — коллеги прошли хороший путь, и как раз сейчас мы вместе с ними, в параллель с кафедрой, о которой мы говорим, по технологии замыкания ядерного топливного цикла МИФИ, запускаем межинститутский формат этой программы и стараемся использовать те наработки, которые есть у коллег.

Не все просто, но этот новый формат — формат межвузовского взаимодействия. Мы считаем, что в нем скрыты большие возможности. Надо сказать, что «Росатом» — собиратель камней, и в «Росатоме» есть ключевые вузы, ассоциации опорных вузов — это МИФИ, МИСиС, УрФУ, МГТУ им. Баумана, Санкт-Петербургский политехнический университет, Нижегородский государственный университет, МАИ, РХТУ, МЭИ. «Росатом» работает еще с тремя десятками других вузов, включая МГУ, региональные вузы, где готовятся специалисты для отрасли. Альянс вузов, возможность межвузовской подготовки и постоянное присутствие в образовании заказчика в виде НИИ и исследовательских центров «Росатома» — это наше будущее, причем то будущее, которое уже началось.

Где учился, там и пригодился

Н.Т.: Сейчас очень важен общий вектор развития высшего образования. На мой взгляд, эта кафедра была бы невозможна без поддержки руководства МИФИ, руководства РХТУ, руководства госкорпорации «Росатом». Сегодня настало время, когда мы можем попробовать новые образовательные технологии и нащупать в этом бурлящем мире те учебные программы, которые реально будут выводить молодых людей, их окончивших, на достойные места работы. Не секрет, что есть проблемы, связанные с тем, что мы ребятам предлагаем место на предприятиях — в академии наук, «Росатоме», но они оттуда, проработав полгода, уходят в коммерческие структуры, не найдя там достойную оплату труда. Сейчас «Росатом» пытается это переломить — ситуация в институтах «Росатома» коренным образом изменяется, и уже есть достойные предложения. То, что сейчас реализуется в «Росатоме» с кадровым резервом, с переводом молодых, талантливых

и зарекомендовавших себя ребят сразу на более высокие ступени, чем просто рядовой специалист, — это одна из таких возможностей. Мы надеемся, что уже на следующий набор у нас будет большой конкурс и тогда мы сможем уже говорить о том, что на кафедре учатся лучшие выпускники опорных вузов корпорации.

Н.М.: Нам очень часто задают вопрос: не боитесь ли вы, что специалисты, которых вы подготовите, уедут за рубеж? Мое мнение очень простое: я всегда говорю — нет, не боюсь. Мы работаем на открытом рынке. В науке мы обязаны ориентироваться на тот открытый рынок R&D-исследований, который существует в мире. Рынок этот на сегодня достигает совершенно невероятных величин по объему услуг и востребования в мире. То, что я наблюдаю по молодежи (я беру срез 30–35 лет, т.е. состоявшиеся молодые специалисты): за этот год я знаю двух специалистов — один в 31, другой в 35 лет защитили диссертации на соискание степени доктора физико-математических наук, и ни один из них не уезжает за рубеж. Второй момент: я знаю специалистов в таком же возрасте, которые отработали в Европе, в Германии, семь-восемь лет и сказали, что контракт у них заканчивается и они возвращаются домой, — им здесь интереснее.

Мы знаем опыт Германии и опыт Китая, когда 15–20 лет был отток специалистов, а десять лет назад, когда государства объявили соответствующие программы, специалисты стали возвращаться со всего мира обратно, получая очень достойные предложения. Просто мы должны готовить специалистов уровня мирового рынка и обеспечить условия для их работы, сопоставимые с теми, которые обеспечивает мировой рынок.

Что мы для этого делаем? Площадка МИФИ находится через забор от нашего отраслевого института ВНИИХТ, и в ближайших перспективах у нас проект, который

задуман и продвигается в блоке по управлению инновациями, — это проект по созданию новейших мирового уровня R&D-центров госкорпорации «Росатом». На сегодня мы находимся на этапе переговоров с проектировщиками по созданию двух центров: это центр по материаловедению и центр по химическим технологиям. Центр по химическим технологиям как раз и планируется реализовать на территории института ВНИИХТ, чтобы студентам было ближе ходить. Мы начали реализацию этих проектов, и я думаю, что они будут очень интересными с точки зрения рабочих мест для молодежи, занимающейся наукой; мы постараемся обеспечить условия не хуже, чем в ведущих зарубежных исследовательских центрах.

Н.Т.: Хотел бы обратить внимание, что старт кафедры мне очень нравится и я надеюсь, что будущее у кафедры есть, а программа, которую мы сейчас реализуем, не единственная, — мы будем развивать и магистерские программы, и программы аспирантуры. Начиная с этого года аспирантура становится третьей ступенью высшего образования, и я думаю, что со следующего года мы откроем набор не только в магистратуру, но и в аспирантуру. Хотелось бы увидеть впереди действительно возможность работы аспирантов, которые учатся в НИЯУ МИФИ, в R&D-центрах госкорпорации, чтобы они имели достойную жизнь. Очень часто магистры, аспиранты хотят где-то подработать, и хотелось бы, чтобы их подработка была профессиональной, чтобы они не устраивались работать в непрофильную отрасль, а с самого начала варились в котле своей специальности, своего профиля: это пойдет на пользу не только им, но и отрасли, и в конечном итоге стране. ■

Подготовил Виктор Фридман

! Справка



Георгий Валентинович Тихомиров

Декан физико-технического факультета Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», доктор физико-математических наук, доцент.

✓ Сферы научных интересов: математи-

ческое моделирование нейтронно-физических процессов; образовательные технологии в высшем образовании — обучение через исследование.

✓ Член Ядерного общества России, член экспертного Совета по аттестации программ при Ростехнадзоре.

✓ Увлечения: теннис, футбол, кроссы.



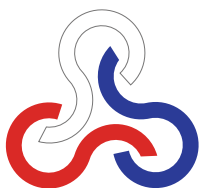
Николай Маркович Манцевич

Зам. директора института ОАО «Гиредмет» и генерального директора института ОАО НПО «ЦНИИТМАШ», доктор технических наук, профессор. С 2012 г. работает в «Росатоме», занимается организацией научных исследований, R&D-центров и образовательной деятельностью.

✓ Специалист по технологии производства цветных, редких и драгоценных металлов.

✓ Сферы научных интересов: физическая химия высокотемпературных расплавов, материаловедение специфических материалов, в частности пенометаллов, нефтепереработка; организация научных исследований, обоснование и организация промышленных проектов.

✓ Увлечения: горные лыжи.



Фестиваль Науки
ВСЕРОССИЙСКИЙ

ВОЗДУХ

заряжен наукой

Бывают такие времена, когда сам воздух в городе наполняется энтузиазмом научного знания. Когда запросто можно встретить лауреата Нобелевской премии, а в соседнем кабинете услышать, что говорят о следах в реликтовом излучении и фундаментальных исследованиях пространственной структуры сложных биомолекул. А твои дети под руководством научных сотрудников проводят операцию на желчном пузыре и решают механические головоломки.

Вы уже поняли, что это было? Да, угадали — в начале октября по всей стране прошли мероприятия IX Всероссийского фестиваля науки «Наука 0+». Для Москвы это уже девятый год, когда на территории Московского государственного университета и других образовательных и научных площадках проводятся научно-популярные мероприятия. В других российских городах фестиваль состоялся в четвертый раз, к участию в празднике подключились 75 регионов. Не приходится удивляться, что количество посетивших нынешний праздник науки превзошло все возможные ожидания. Только в Москве 700 организаций приняли участие в фестивале, состоялось более 5 тыс. мероприятий, на выставки, лекции и шоу пришло около 2 млн посетителей.

Сложные вопросы бытия

Самое интересное и важное в программе фестиваля науки — это научно-популярные лекции, которые читали сотрудники РАН, МГУ, а также приглашенные именитые лекторы со всех уголков мира. Но наибольший интерес вызвали выступления ведущих экспертов. Все три дня фестиваля любознательный человек просто не знал, куда бежать и как успеть на все интересное.



В Фундаментальную библиотеку мимо «Фестиваля науки» не пройдешь

Лауреат Нобелевской премии, профессор лаборатории структурной биологии Научно-исследовательского института Скриппс (Калифорния, США) Курт Вютрих рассказывал слушателям о фундаментальных исследованиях пространственной структуры сложных белковых молекул. Кажется, предельно сложно — но они непосредственно связаны с нашей повседневной жизнью. Техника, которую используют для таких исследований (ядерно-магнитно-резонансная спектроскопия), за последние 70 лет позволила физически видеть то, что происходит внутри нашего организма, — что такое магнитно-резонансная томография, сейчас не знает разве что предельно здоровый человек, живущий в лесу. С помощью этой техники удастся разрабатывать рациональный дизайн лекарственных препаратов. Кроме того, исследования структуры молекул белка позволят улучшить нашу еду и создать новые формы медицинской помощи.

Еще один лауреат Нобелевской премии, профессор Харальд цур Хаузен, прочитал лекцию на тему «Вакцина против рака» — о профилактике заражения потенциально онкогенным вирусом папилломы человека (ВПЧ). Именно этот человек в 70-х гг. XX в. обнаружил, что большинство случаев рака шейки матки вызваны одним из двух типов этого вируса. Вакцинация, по мнению профессора цур Хаузена, способна свести к нулю появление и развитие злокачественной опухоли, которая ежегодно уносит жизни сотни тысяч женщин. Но ее нужно проводить вовремя, иначе она бесполезна.

Профессор Стивен Беннер открыл для посетителей фестиваля науки мир синтетической биологии. Человек — творец мира, он может складывать жизнь по кирпичикам, понимаешь ты, выходя с лекции профессора



Ректор МГУ Виктор Антонович Садовничий представил в своей лекции последние достижения науки

Беннера, одного из пионеров этой новой отрасли биологических исследований. Синтетическая биология предлагает изучать жизнь «наоборот», т.е. не разбирать ее на составляющие, а, напротив, выстраивать из атомов и молекул, комбинируя новые, более сложные живые системы. Возможно, на этом пути мы однажды сможем получить такие формы жизни, какие обитают на далеких планетах вне нашей Солнечной системы.

Кроме того, большой интерес вызывали лекции директора Института космических исследований академика Льва Зеленого «Экзопланеты: в поисках второй Земли», рассказ академика Михаила Марова про уральский метеорит Челябинск, рассказ нейробиолога, профессора Джакомо Риззолатти, о том, как мы понимаем других. Совершенно удивительный материал, переносящий нас на 4 млрд лет назад, во времена появления жизни на Земле, был представлен на лекции профессора Армена Мулкиджаняна «Вниз по лестнице, ведущей вверх: реконструкция первых организмов и их среды обитания» — о том, как чтение геномов позволяет нам восстановить среду обитания первых организмов.

Алло, мы на связи!

Вряд ли каждый сможет побывать в космосе — во всяком случае, пока туда летают только самые подготовленные люди. Но в наши дни можно поговорить с теми, кто обитает на орбите, по видеосвязи. Еще несколько десятилетий назад такое можно было представить себе только в фантастическом фильме. А теперь — пожалуйста, космонавты выходят в эфир прямо с борта Международной космической станции.

Прямое включение во время телемоста «Фестиваль — МКС», и обитатели космоса отвечают на самые животрепещущие вопросы посетителей фестиваля науки. Напомним, что команда экипажа МКС в настоящее время состоит из шести человек. Космонавты («Роскосмос») — это командир МКС Максим Сураев, Александр Самокутяев, Елена Серова. Астронавты (NASA и ESA) — Барри Уилмор, Рид Вайзман, Александр Герст. Кроме тех, кто был в космосе, на вопросы аудитории отвечал и недавно вернувшийся с орбиты космонавт-исследователь, выпускник биологического факультета МГУ Сергей Рязанский. Для этого он специально приехал на фестиваль науки.



Посетители выставки исследуют мир микроорганизмов

Связь с орбитой — дело непростое, и получить видеозображение космонавтов на экране в МГУ удалось только на четвертой минуте связи. Один из вопросов касался того, насколько ощущения на тренировках совпадают с происходящим в невесомости в реальности. Космонавт Елена Серова, подпрыгивая в невесомости, объяснила, что по ее опыту ощущения примерно такие же. Обитателей МКС также спросили, как им удается убираться на корабле: ведь вещи в невесомости так и стремятся разбежаться в разные стороны. «Процесс уборки на большом корабле должен происходить постоянно», — заметили космонавты.

Еще один телемост в рамках фестиваля науки прошел с CERN — той самой организацией, которая работает на Большом адронном коллайдере. Из аудитории раздались самые разные вопросы: какова практическая польза бозона Хиггса, почему из таблицы Менделеева убрали эфир и т.д. Посетители говорили с физиками о науке, морали и даже культуре: один из самых оригинальных вопросов касался сонетов Шекспира в переводе Маршака.

Роботы начинают и выигрывают

Больше всего взрослых и маленьких посетителей фестиваля науки занимали роботы. Они были повсюду. На всех площадках непременно ходило что-нибудь то в виде антропоида на проводке, то в виде собаки (сделанной в МГТУ «Станкин»). Вспоминается фильм про Электроника: нынешние роботы еще не повторяют черты живого человека, но уже вполне самостоятельны и много чего умеют. На площадке в Экспоцентре на Красной Пресне зрителям представили целое шоу роботов. Огромный «трансформер» шутил со зрителями, плевал в них водой, сверкал глазами и двигал руками. Немного шумно, но зато как эффектно для маленьких зрителей! Ходили роботы и по корпусам МГУ — мы встретились с одним прямо в холле Фундаментальной библиотеки. Но трогательнее всего выглядели роботы, сделанные руками школьников. Нам очень понравились роботы из московской гимназии № 1569 «Созвездие». А ребята из гимназии № 8 (город Шумерля Чувашской республики) создали свои собственные планетоходы — и показали их на выставке в Экспоцентре. ■

Подготовила Мария Молина



Каковы особенности ДНК чиновника: биологи изучают биоматериал помощника президента Андрея Фурсенко



«Все это — о любви» — таким в этом году был девиз Международного фестиваля актуального научного кино «360°»: лейтмотивом фестивальных лент стала эмоциональная сторона познания, неотъемлемая составляющая его смысла

Любовь как свойство научного поиска

Московский сентябрь — месяц, богатый на культурные события. Подведены итоги и награждены победители IV Международного фестиваля актуального научного кино «360°».

Идея этого фестиваля родилась в стенах московского Политехнического музея, — рассказывает директор фестиваля Екатерина Хаустова. — Мы хотели собрать на конкурс ленты авторского документального кино не просто о науке, научном труде и научных открытиях, но и о самых разных сторонах процесса познания, такого интересного и многообразного. Наши фильмы рассказывают зрителю живые истории идей и людей. В 2011 г. фестиваль прошел впервые, в этом году он уже четвертый по счету. Наш музей стал первой и самой главной площадкой фестиваля. С 2013 г. в связи с реконструкцией здания музея на Новой площади основной площадкой фестиваля стал Международный мультимедийный пресс-центр "РИА Новости". Мы расширяем свою аудиторию и свою географию: фильмы фестивальной программы сегодня хотят видеть в городах России, причем не только тех, где находятся крупные образовательные центры, — это говорит о том, что наш собственный эксперимент оказался удачным!»

«360°» — такое название для фестиваля было выбрано потому, что мы хотим, чтобы наш зритель увидел науку, что называется, со всех сторон. Наука — это глубоко творческий процесс, и чтобы рассказывать о ней, нужен творческий подход, который может даже показаться неожиданным, — говорит Ирина Белых, программный директор фестиваля. — Мы пробуем найти жанр своеобразного "научного блокбастера", как бы парадоксально это ни звучало. Авторы документальных фильмов о науке ищут все новые формы популяризации знаний, даже такие, которые еще совсем недавно было бы трудно себе представить. Например, разговор с выдающимся лингвистом Ноамом Хомским французский режиссер Мишель Годри представил в виде удивительной сюрреалистической анимации — визуализации идей ученого посредством серии образов-ассоциаций. Это одновременно и лекция великого лингвиста, и высокий артхаус, легкий, причудливый, но при этом на удивление понятный».

Фильмы фестиваля этого сезона очень разнообразны по тематике. Авторы обращаются к более чем актуальным темам перенаселения планеты, изменения климата Земли, энергетического кризиса и поиска новых



Организаторы фестиваля Екатерина Хаустова и Ирина Белых



Режиссер Александр Свешников с призом им. С.П. Капицы



Кадры из фильмов «Люди плато Путорана», «Вермеер Тима», «Спутник из подвала», «Неспящие в Нью-Йорке»

чистых источников энергии. Кроме того, здесь есть изысканные истории людей, стремящихся разгадать загадки великих творцов прошлого, — как герой фильма «Вермеер Тима» американского режиссера Рэймонда Джозефа Теллера, пытающийся понять таинственную реалистичность полотен великого живописца. Эта лента получила гран-при фестиваля. Фильм южнокорейского режиссера Кима Юнжи «Спутник из подвала» о юноше-художнике, который решил самостоятельно собрать в подвале спутник, удостоился приза зрительских симпатий. Специальный приз фестиваля «360°» достался фильму «Пиратская бухта: отошли на минуточку», который рассказывает о создателях крупнейшего торрент-индексатора *The Pirate Bay*. Фильм «Неспящие в Нью-Йорке» канадского режиссера Кристиана Фрая, оscarовского номинанта, — рассуждения о неразделенной любви, которая обсуждается учеными как функция мозга, а авторами фильма как феномен исследования самого неуловимого из всех человеческих чувств, — также был особо отмечен на фестивале. В программе есть лента о научных поисках бога — не в себе, а прямо в небесах, с помощью мощных телескопов оплаченной Ватиканом астрономической программы. Как отмечают организаторы, в этом году программа фестиваля набрана из удивительно страстных фильмов, мало кого оставляющих равнодушными.

Российская программа фестиваля представлена несколькими фильмами, рассказывающими о судьбах знаменитых российских ученых — например великого кардиохирурга Владимира Бураковского, об удивительных историях из жизни людей и животных, об исследовании и познании природы, малоизвестных фактах, научных открытиях. Восприятие научного процесса людьми, далекими от науки, сегодня требует новых образов, новых эмоциональных граней, современных подходов, но при этом, конечно же, никто не отменял классику научной популяризации.

Один из главных призов фестиваля «360°» — самых почетных — носит имя Сергея Петровича Капицы. В этом году на церемонии награждения победителей этот приз из рук главного продюсера и директора телекомпании «Очевидное — невероятное» и журнала «В мире науки» Светланы Поповой получил автор фильма «Люди плато Путорана» режиссер Александр Свешников.

Фильм снят в одном из самых удивительных и живописных заповедных мест Сибири — плато Путорана. Оно находится за Полярным кругом, от мира больших городов его отделяют сотни километров. Туда, в холодный

и опасный безлюдный край ледниковых озер, причудливых скал и водопадов, люди приходят не только для того, чтобы увидеть природную красоту, но и для того, чтобы познать самих себя, найти настоящую тишину, успокоение души, почти забытые обитателями мегаполисов. В фильме три героя: фотограф из Москвы Владимир Коваль и охотники Виктор Шереш и Борис Чевычелов. Каждого из них на плато Путорана привел свой собственный путь. Автор фильма знакомит нас с их рассуждениями, жизненной позицией, показывает их поступки, не оценивая, а наблюдая. Режиссер, сам бывалый путешественник, не в первый раз обращается к теме заповедных мест, нетронутой природы, к характерам и судьбам людей, живущих вдалеке от цивилизации, сделавших выбор в пользу самопознания. То, что именно этот фильм получил награду, носящую имя Сергея Капицы, очень символично. Сергей Петрович был ученым-романтиком, путешественником, одним из первых в России авторов научно-популярных фильмов о жизни подводного мира. Его фильм об острове Монерон, о мире обитателей океанского дна окрестностей острова Сахалин получил когда-то высокую оценку Жака Ива Кусто. Главная идея фильма «Люди плато Путорана» — неразрывная связь природы и человеческой души, то удивительное явление, когда близкое общение с природой как бы заново формирует человеческую личность, избавляя ее от всего лишнего. Любовь к природе, стремление лучше понять ее, искреннее желание сохранить ее первозданность, отраженные в фильме, как нельзя лучше отвечают и критериям научно-популярного кино, и главному девизу фестиваля «Все это — о любви».

Фестиваль «360°» сразу после подведения итогов начинает набирать фильмы новой конкурсной программы 2015 г. Традиции поиска и творчества будут продолжены. ■

Подготовила Екатерина Головина

Фестиваль актуального научного кино был основан Политехническим музеем совместно с Фондом «Сколково» и Открытым университетом Сколково. Фонд и Открытый университет активно участвуют в развитии фестиваля и обеспечивают его связь с миром науки и инноваций.



ОТКРЫТЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Сколково
ОТКРЫТЫЙ БУДУЩЕМУ



Ты мне — я тебе



Похоже, принцип построения P2P-сетей настойчиво проникает из компьютерной сферы в нашу повседневную жизнь. Кстати, вы когда-нибудь подвозили незнакомцев? Еще нет?

Как-то на днях мне нужно было попасть в аэропорт Сан-Франциско. Меня подвезла на своей ухоженной машине марки *Honda CR-V* жизнерадостная женщина лет сорока. Как только я сел в авто, она, мило улыбаясь, предложила мне бутылочку воды. Увидев у меня в руках *iPhone*, она тут же протянула мне провод для подзарядки. Обычно проезд до аэропорта стоит \$50, но в тот раз я заплатил всего лишь \$32 — и никаких чаевых вообще не предполагалось!

Никогда не ездили так? Должно быть, это потому что вы никогда не сталкивались с сервисом *UberX*.

Зато кто-нибудь из вас наверняка слышал о приложении *Uber* — это предшественник *UberX*. С помощью *Uber* можно одним прикосновением пальца к экрану телефона вызвать такси премиум-класса (сейчас эта услуга доступна уже в сотне городов), при этом на карте на экране вашего гаджета будет отображаться в режиме реального времени точное местоположение автомобиля, а также высветится имя водителя, его фотография, номер телефона и рейтинг, предоставленный другими пассажирами.

В отличие от *Uber* сервис *UberX* действует по-другому. Он, как и его конкурент под названием *Lyft*, позволяет вызывать вместо дорогого авто обычную машину, за рулем которой будет сидеть обычный водитель, желающий подработать.

В тот раз, когда я ехал в аэропорт, я впервые столкнулся с так называемой экономикой совместного использования. Как это понимать?

Мы, граждане, привыкли, что услуги нам оказывают юридические лица, компании: хочешь арендовать машину, обратиться в компанию *Hertz* или *Avis*; хочешь переночевать в незнакомом городе, звони в *Hilton* или *Sheraton*.

Но в экономике совместного использования клиенты обращаются не к компании, а друг к другу через «умные веб-сайты», которые связывают нас, обычных граждан, друг с другом по принципу «равный с равным», или *P2P*. В общем, *UberX* и *Lyft* — это только начало.

Возьмем, например, сервис *Airbnb*. Он позволяет обычному гражданину сдавать в краткосрочную аренду свое жилье, в котором, в отличие от отеля,

всегда уютнее и дешевле. Объем предложения на сайте *Airbnb* уже сейчас равен в общей сложности 11 млн суток.

Не успеваешь управиться с повседневными делами — скажем, нет времени починить компьютер или постоять в очереди в автоинспекцию? Тогда оставьте заявку на сайте *TaskRabbit*, и кто-нибудь из тех, кто живет неподалеку, обязательно вас выручит. А есть еще сервис *Parking Panda*, предлагающий в краткосрочную аренду гараж вместе с подъездной дорожкой в придачу; *Rentoid*, который позволит сдать в аренду на короткий срок практически все, что у вас есть дома; а *DogVacay* позаботится о собаке, если хозяин в отъезде.

Конечно, и раньше были веб-сайты, такие как *eBay* и *Etsy*, которые всегда исповедовали принципы *P2P*. И вот эта модель взаимодействия в настоящее время переходит из виртуального в реальный мир. Здесь пользователь уже не контактирует с другими лицами в виртуальном пространстве, а сталкивается с ними лицом к лицу: он садится в чужие автомобили, селится в чужих домах, т.е. как бы входит в чужую жизнь. Одним эта идея нравится; у других, прямо скажем, вызывает опасения.

Понятно, что сервисы *UberX* и *Lyft* привели в ярость водителей традиционных такси и дорогих лимузинов, которые стали устраивать акции протеста и прокалывать шины конкурентам.

К тому же в 2011 г. в прессе появилась статья, выставившая сервис *Airbnb* в неприглядном свете. А дело было так: хозяйка дома возвращается — и видит, что арендаторы, поселившиеся в ее доме, подвергли его полному, не побоюсь этого слова, разгрому. А в начале нынешнего года один житель Манхэттена, воспользовавшись услугами *Airbnb*, с удивлением обнаружил, что его квартирант устраивал в квартире секс-вечеринки.

Не спору, о мерах предосторожности никогда не следует забывать. Вот здесь в качестве важного элемента безопасности как раз и пригодились рейтинги и отзывы клиентов. (Кстати, я спросил даму, которая подбросила меня до аэропорта, как она может быть уверена, что я не серийный убийца. Она улыбнулась в ответ и объяснила: после того как я выйду из машины, приложение обязательно попросит ее проставить оценку мне.)

Теперь *Airbnb* готов возмещать сумму в размере до \$1 млн на покрытие ущерба, нанесенного арендованному жилищу. (Компания быстренько выделила тому жителю Манхэттена \$24 тыс., а также слесаря и номер в отеле на время ремонта.)

Экономика совместного использования возникла после экономического кризиса 2008 г., когда с деньгами было, прямо скажем, напряженно. Вот тогда-то и стало ясно, что совместное пользование вещами и услугами выгодно и для того, кто их предоставляет, и для того, кто ими пользуется. Однако в настоящее время количество таких сервисов стало неуклонно расти. Они не только экономят наши деньги, но также меняют среду, в которой мы живем (скажем, всем ли в доме нужно иметь какую-нибудь дрель и тому подобное), и меняют наш образ мыслей (побуждая спрашивать, зачем переплачивать какому-то «дяде», когда можно заплатить поменьше).

Итак, экономика совместного использования будет распространяться за пределы крупных городов и будет охватывать все более широкие слои населения, а не только молодежь. Правда, появятся новые нерешенные вопросы. Кто должен собирать налоги с операций в рамках P2P-сделок? Кто обязан их страховать? Должна ли подобная деятельность подчиняться нормативному регулированию, принятому в соответствующих секторах экономики?

Но все эти проблемы решаемы. Экономика совместного потребления уже существует. Что касается меня, то идея насчет такси мне понравилась. Что ж, сограждане, как-нибудь встретимся. В такси. ■

Перевод: И.В. Ногаев



Выходит 6 раз в год

Познавательный журнал для хороших людей

Трагические обстоятельства последних лет жизни и смерти «алтайской принцессы» удалось восстановить только спустя 20 лет после находки благодаря МРТ-«обследованию» ее мумифицированного тела

Прошлое и будущее НГУ и российской науки – в рассказах разбросанных по всему миру выпускников нескольких поколений к 55-летию юбилею университета

Ажурные структуры металлоорганических координационных полимеров, каркасы которых содержат регулярно расположенные полости и каналы, можно использовать для «ловли» и последующего изучения нестабильных в обычных условиях молекул

Лечение бактериальных инфекций ген-направленными препаратами на основе нуклеиновых кислот позволит решить насущную проблему лекарственной устойчивости

ПОДПИСКА на 2014 г.

«Роспечать», индекс **46495**

«Пресса России», индекс **42272**

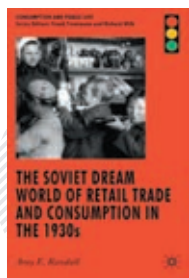
На сайте журнала:

www.sciencefirsthand.ru

В редакции: zakaz@infolio-press.ru



Эми Рэндалл. Советский мир иллюзий: розничная торговля и потребление в 1930-е гг. (Amy Randall. *The Soviet Dream World of Retail Trade and Consumption in the 1930s*)

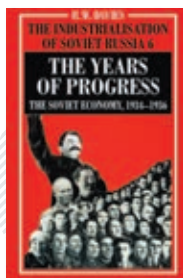


Книга профессора русской истории Университета Санта-Клары посвящена такому малоизученному вопросу, как история розничной торговли. В начале 1930-х гг., несмотря на возникший после крушения нэпа дефицит, власти начали создавать государственную розничную торговлю.

Новая ориентация означала фундаментальный поворот от антипотребительского подхода прошлых лет к тому, чтобы вновь (весьма неожиданно, если принять во внимание марксистскую идеологию) начать ценить по достоинству предметы потребления. Второй момент — переход от пуританского аскетизма, характерного для эпохи «культурной революции», к терпимости в отношении людей, наслаждающихся жизнью.

Как же розничная продажа сочеталась с социализмом? Для поиска ответа на этот вопрос Рэндалл обращается к архивным материалам и к беседам с теми, кто пережил это время. Она показывает, как постепенно перестраивался розничный сектор, как налаживалась система всеобщего учета и контроля. В заключительной части книги она сопоставляет полученные данные с европейскими странами, показывая, что современные промышленные государства и общества в эру между войнами ответили на вызовы массового распределения и потребления примерно одними и теми же средствами.

Роберт Дэвис. Годы прогресса: советская экономика в 1934–1936 гг. Индустриализация в СССР. Т. 6 (R.W. Davies. *The Years of Progress: The Soviet Economy, 1934–1936. The Industrialization of Soviet Russia. Volume 6*)



Книга известного английского историка Роберта Дэвиса — это шестой том монументальной серии «Индустриализация Советской России». Как и все предыдущие, она базируется на обстоятельном изучении ранее засекреченных документов и закрытых архивов, что позволяет детально реконструировать события с привлечением максимально широкого круга источников. В рамках трехлетнего периода подробно рассматриваются менее длительные этапы, каждый из которых знаменовал определенный поворот экономической политики.

Дэвис показывает непростой процесс индустриализации на фоне возрастающей угрозы агрессии со стороны Германии, Японии и Италии. Благодаря невиданной до того консолидации власти Сталина быстрыми темпами развивались черная металлургия и машиностроение, ставшие основой мощной военной промышленности. Восстановление сельского хозяйства после катастрофического голода 1932–1933 гг., накопление запасов зерна позволило справиться с последствиями неурожая 1936 г.

Как и другие современные историки, Дэвис показывает, что, несмотря на возросший политический и идеологический прессинг, не прекращались поиски альтернативных путей развития экономики, нередко заканчивавшиеся трагически для их инициаторов. Только после отмены нормирования, сочетая централизованное планирование и кампании мобилизации с использованием экономических стимулов и попыток работы с рынками, экономика смогла добиться реальных успехов.

Детальное последовательное рассмотрение всей цепи событий позволяет увидеть факты и явления, которые ускользают от взгляда при обобщающей характеристике периода. В частности Дэвис показывает, что основные черты складывающейся системы не укладываются в рамки тоталитарной или технократической модели. Кризис, к которому привела ориентация на жестко централизованную безденежную экономику, побудил обратиться к экономическим рычагам — материальной заинтересованности, товарно-денежным отношениям, финансовому контролю. По его мнению, рыночные и квазирыночные элементы не только вошли в систему, но и сохранялись вплоть до середины 1980-х гг.

Адам Робертс. История научной фантастики (Adam Roberts. *The History of Science Fiction*)



Книга английского фантаста и критика, а также профессора ряда университетов Адама Робертса стала первым англоязычным капитальным трудом по данному вопросу, появившимся за последние 30 лет. В настоящем, расширенном издании (первое вышло в 2006 г.) автор прослеживает происхождение и развитие научной фантастики от Древней Греции через эпоху Возрождения и XVII в. до настоящего времени.

Привлечение наряду с литературным материалом (в заключительных главах) кино и телевидения, а также музыки и комиксов позволяет ему не только проследить ее эволюцию, но и показать разнообразие форм, которые этот жанр принимает в современном мире. Его подход объединяет четкость анализа академического литературного критика с страстностью и заинтересованностью писателя, выпустившего пять романов и множество рассказов. Написанное в живой доступной форме, это исследование заинтересует специалистов-филологов и многочисленных любителей научной фантастики.

В отличие от своих предшественников Гарри Гаррисона и Брайана Олдисса с их книгами «Картографы ада» (1975) и «Триллион лет веселья» (1986) Адамс сосредоточивает свое внимание на выявлении места фантастики в культуре и литературном процессе соответствующей эпохи.

Такой подход позволяет ему показать что основные жанрообразующие признаки фантастики, сформировавшиеся еще в начале промышленной революции, продолжают оставаться актуальными и сегодня. Не менее интересен показанный им диалог между протестантским и католическим мировоззрениями, проявившийся в рассказах о фантастических путешествиях, в повествованиях о далеком прошлом и не менее далеком будущем.

Заключительные главы книги посвящены эволюции фантастической формы и ее вхождению в изменившуюся литературную реальность начала XXI в. Важно, что Адамс рассматривает и массовую литературу, и переложения фантастических текстов и сюжетов в кино и на телевидении. В то же время четкое хронологическое членение материала, обстоятельная библиография и тщательно выверенная хронология делают книгу прекрасным справочником.

palgrave
macmillan

Йен Фурне и Кле Леже. Ландшафт потребления: торговые улицы и культура торговли в Западной Европе 1600–1900-х гг. (Jan Hein Furnée and Clé Lesger. *The Landscape of Consumption. Shopping Streets and Cultures in Western Europe, 1600–1900*)



В последние годы наблюдается возрастающий интерес исследователей к изучению влияния культуры торговли на развитие городского пространства. Авторы книги — профессора Амстердамского университета историк Йен Фурне и экономист Кле Леже вместе со своими коллегами и студентами. Они охватили в своем исследовании практически весь се-

вер средневековой Европы — Англию, Германию, Францию, Бельгию и Нидерланды. В сочетании с трехвековым диапазоном такой подход позволил им по-новому взглянуть на привычные отношения и опровергнуть некоторые устоявшиеся стереотипы. Например, они показали, что основные форматы розничной торговли появились уже к середине XVII в., а вовсе не стали открытиями нашего времени. В то же время они выяснили, что приемы реализации различных групп товаров существенно различались в зависимости от состава покупателей. Не менее интересны их наблюдения об эволюции европейской торговой улицы и ее влиянии на экономический уклад.

Подготовила Татьяна Колядич



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

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

Стоимость подписки на первое полугодие 2014 г. составит:

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

Для юридических лиц: **1500 руб. 00 коп.**

Стоимость одного номера журнала: за 2010 г. — **30 руб. 00 коп.**, за 2011 г. — **40 руб. 00 коп.**,

за 2012 г. — **60 руб. 00 коп.**; за 2013 г. — **100 руб. 00 коп.**

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

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

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

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

БЛАНК ЗАКАЗА НОМЕРОВ ЖУРНАЛА

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

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014 г.												
2013 г.							объединенный выпуск					
2012 г.												
2011 г.												
2010 г.											объединенный выпуск	

Ф.И.О. _____

Индекс _____

Область _____

Город _____

Улица _____

Дом _____ Корп. _____ Кв. _____

Телефон _____

E-mail: _____

* Выделенные черным цветом номера отсутствуют

Некоммерческое партнерство
«Международное партнерство
распространения научных знаний»
Расчетный счет 40703810238180000277
В Московском банке Сбербанка
Россия ОАО №9038/00495 БИК 044525225
Корреспондентский счет 3010181040000000225
ИНН 7701059492; КПП 772901001

Фамилия, И.О., адрес плательщика

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

Плательщик

Некоммерческое партнерство
«Международное партнерство
распространения научных знаний»
Расчетный счет 40703810238180000277
В Московском банке Сбербанка
Россия ОАО №9038/00495 БИК 044525225
Корреспондентский счет 3010181040000000225
ИНН 7701059492; КПП 772901001

Фамилия, И.О., адрес плательщика

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

Плательщик

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

В ПОЧТОВЫХ ОТДЕЛЕНИЯХ

ПО КАТАЛОГАМ:

"РОСПЕЧАТЬ",

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС

81736 для ЧАСТНЫХ ЛИЦ,

19559 для ПРЕДПРИЯТИЙ

И ОРГАНИЗАЦИЙ;

"ПОЧТА РОССИИ"

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС

16575 для ЧАСТНЫХ ЛИЦ,

11406 для ПРЕДПРИЯТИЙ

И ОРГАНИЗАЦИЙ;

КАТАЛОГ «ПРЕССА РОССИИ» 45724

WWW.AKC.RU

ПОДПИСКА ПО РФ И СТРАНАМ СНГ:

ООО "УРАЛ-ПРЕСС",

WWW.URAL-PRESS.RU

СНГ, СТРАНЫ БАЛТИИ И ДАЛЬНЕЕ

ЗАРУБЕЖЬЕ: ЗАО "МК-ПЕРИОДИКА",

WWW.PERIODICALS.RU

РФ, СНГ, ЛАТВИЯ:

ООО "АГЕНТСТВО "КНИГА-СЕРВИС",

WWW.AKC.RU



Senior Vice President and Editor in Chief:

Mariette DiChristina

Contributing editors:

Mark Alpert, Steven Ashley, Davide Castelvecchi,

Executive Editor:

Fred Guterl

Graham P. Collins, Deborah Franklin, Maryn McKenna,

Managing Editor:

Ricki L. Rusting

John Rennie, Sarah Simpson

Managing Editor, Online:

Philip M. Yam

Ian Brown

Design Director:

Michael Mrak

Steven Inchcoombe

News Editor:

Robin Lloyd

Michael Florek

Senior Editors:

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

Executive Vice President:

Vice President and Associate Publisher,

Marketing and Business Development:

Michael Voss

Vice President, Digital Solutions:

Wendy Elman

Associate Editors:

David Biello, Larry Greenemeier, Katherine Harmon,

Ferris Jabr, John Matson

Adviser, Publishing and Business Development:

Bruce Brandfon

Podcast Editor:

Steve Mirsky

© 2014 by Scientific American, Inc.

Читайте в следующем номере:

СПЕЦИАЛЬНЫЙ РЕПОРТАЖ: СОСТОЯНИЕ МИРОВОЙ НАУКИ — 2014

Интегральное уравнение

Главная задача науки — взять лучшие идеи от разных коллективов людей.

Синергия несходных

Десятилетия научных исследований в области психологии, социологии, экономики и управления показывают, что социально неоднородные группы более склонны к нестандартному мышлению и инновационным решениям, чем однородные.

Приглашаются все

Пока не придумано способа полностью избавиться от сегрегации на работе или в школе, но новые исследования помогают поиску успешных стратегий.

Путеводная звезда Большого взрыва

Открытие гравитационных волн, испускаемых ранней Вселенной, вероятно, поможет разгадать множество тайн, окружающих первые моменты времени: есть шанс, что их изучение прольет свет на связь гравитации и квантовой механики, а также позволит проверить гипотезу существования иных вселенных.

Поворот судьбы

Судьба стволовой клетки — станет она частью костной ткани, головного мозга или смертоносной опухоли — зависит не только от генов, но и от физических воздействий, приводящих к ее растяжению или сжатию.

Спасти кофе

Кофейные деревья находятся под угрозой из-за климатических изменений, болезней и насекомых-вредителей. Главная проблема состоит в высокой гомогенности этой культуры, что делает ее особенно уязвимой: почти все выращиваемые в мире кофейные деревья произошли от нескольких растений из Эфиопии. Теперь ученые серьезно задумались о том, как внести новые спасительные гены в эту ценную культуру.



Ненадежный лед

Гидраты метана могут решить мировую энергетическую проблему — или усугубить потепление климата.

Пусть продлится игра!

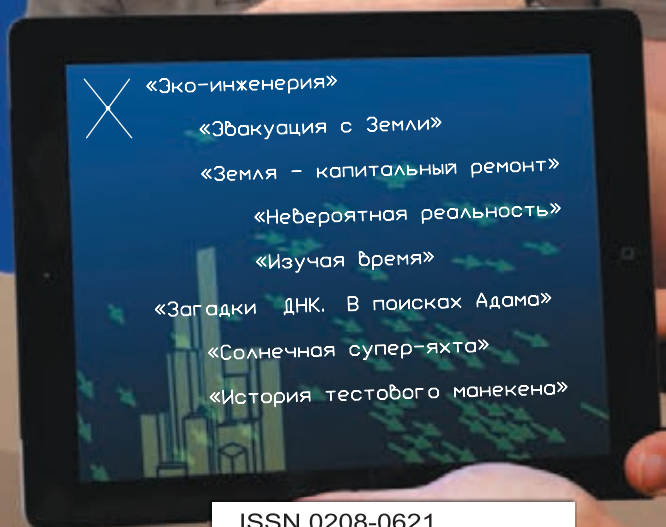
В этом году известному математику и любимому автору рубрики математических игр *Scientific American* Мартину Гарднеру исполнилось бы 100 лет. Он до сих пор вдохновляет как ученых, так и любителей головоломок.

24Т **Е** ХНО

Научно-развлекательный
телеканал о технике, технологиях
и невероятных экспериментах

ПРАВИЛА ГЕНИЕВ

с 17 ноября
в 20:00



24techno.ru
fb.com/24techno.ru
vk.com/24techno
twitter.com/#!/24techno
24techno.livejournal.com

16+

СПРАШИВАЙТЕ У ВАШЕГО ОПЕРАТОРА ПЛАТНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

ISSN 0208-0621



14011



9 770208 062001

>