

Посвящается Грейс

CARL ZIMMER

EVOLUTION

The Triumph of an Idea

КАРЛ ЦИММЕР

ЭВОЛЮЦИЯ

Триумф идеи

Перевод с английского



АНФ

Москва
2011

УДК 575.8; 316.42
ББК 20.71; 60.524
Ц61

Переводчик Наталья Лисова
Научный редактор Елена Наймарк
Редактор Роза Пискогина

Циммер К.
Ц61 Эволюция: Триумф идеи / Карл Циммер; Пер. с англ. — М.: Альпина
нон-фикшн, 2011. — 561 с.
ISBN 978-5-91671-138-7

Один из лучших научных журналистов нашего времени со свойственными ему основательностью, доходчивостью и неизменным юмором дает полный обзор теории эволюции Чарльза Дарвина в свете сегодняшних представлений. Что стояло за идеями великого человека, мучительно прокладывавшего путь новых знаний в консервативном обществе? Почему по сей день не прекращаются споры о происхождении жизни и человека на Земле? Как биологи-эволюционисты выдвигают и проверяют свои гипотезы и почему категорически не могут согласиться с доводами креационистов? В поисках ответа на эти вопросы читатель делает множество поразительных открытий о жизни животных, птиц и насекомых, заставляющих задуматься о людских нравах и этике, о месте и предназначении человека во вселенной.

УДК 575.8; 316.42
ББК 20.71; 60.524

Издание подготовлено при поддержке
Фонда Дмитрия Зимина «Династия»



Фонд некоммерческих программ «Династия» основан в 2001 году Дмитрием Борисовичем Зиминым, почетным президентом компании «Вымпелком».

Приоритетные направления деятельности фонда — поддержка фундаментальной науки и образования в России, популяризация науки и просвещение.

«Библиотека Фонда «Династия» — проект фонда по изданию современных научно-популярных книг, отобранных экспертами-учеными.

Книга, которую вы держите в руках, выпущена под эгидой этого проекта.

Более подробную информацию о фонде «Династия» вы найдете по адресу www.dynastyfdn.ru.

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети Интернет и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу lib@alpinabook.ru.

ISBN 978-5-91671-138-7 (рус.)
ISBN 978-0-06-113840-9 (англ.)

© WGBH Educational Foundation and Clear Blue Sky
Productions, 2001

© Издание на русском языке, перевод,
оформление. ООО «Альпина нон-фикшн», 2011

Published by arrangement with HarperCollins Publishers, Inc.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие автора к изданию 2006 г.	7
Введение.....	26
ЧАСТЬ I	
Медленная победа: Дарвин и дарвинизм	37
1. Дарвин и «Бигль»	39
2. «Это как сознаться в убийстве».....	72
3. Погружаясь в глубь времен	112
4. Свидетели перемен.....	132
ЧАСТЬ II	
Созидание и разрушение	169
5. Как укоренялось древо жизни.....	171
6. Случайный инструментарий.....	190
7. Вымирание	227
Часть III	
Танец эволюции	293
8. Коэволюция	295

СОДЕРЖАНИЕ

9. Доктор Дарвин	327
10. Логика страсти.....	350
ЧАСТЬ 4	
ЧЕЛОВЕК В ЭВОЛЮЦИИ И ЭВОЛЮЦИЯ В ЧЕЛОВЕКЕ	393
11. Разговорчивая обезьяна	395
12. Современная жизнь за 50 000 лет до н.э.....	448
13. Как насчет Бога?.....	474
Благодарности	523
Дополнительная литература.....	527
Алфавитный указатель.....	553

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА К ИЗДАНИЮ 2006 г.

В истории земной жизни пять лет — меньше чем мгновение. Но для каждого из нас, людей, это заметная часть жизни. В 2001 г., когда книга «Эволюция: триумф идеи» впервые увидела свет, наша жизнь сильно отличалась от сегодняшней. В сегодняшних разговорах полно слов и названий — блоги, «Аль-Каида» — которые пять лет назад вызвали бы только непонимающие взгляды. Наука за эти пять лет также сделала громадный шаг вперед. Мы гораздо больше знаем теперь об окружающем мире, начиная со стволовых клеток и заканчивая планетами далеких звезд. Мы больше знаем и о том, как развивалась жизнь на нашей планете, — ведь за это время были опубликованы десятки тысяч новых научных статей.

Некоторые эволюционные исследования, о которых я написал в этой книге, дали интереснейшие результаты — ученые многое узнали о ранней эволюции жизни и о причинах массовых вымираний, о коэволюции мужских и женских особей и о гонке вооружений между хозяевами и паразитами. Но мне кажется, что самые поразительные результаты получены в области, которой посвящена финальная часть моей книги, — в области эво-

ЭВОЛЮЦИЯ. ТРИУМФ ИДЕИ

люции человека. Ничего удивительного, ведь именно эта часть эволюционной науки имеет к нам самое непосредственное отношение.

В 2001 г. уже было ясно, что самые близкие родственники человека из ныне существующих видов – шимпанзе и бонобо. К такому выводу привели выполненные в 1990-х гг. исследования. Сравнительное изучение участков ДНК человека и других животных позволило ученым уточнить структуру эволюционного древа и определить, какие его ветви расположены ближе всего к нашей собственной. В ходе этих исследований ученым удалось также примерно установить, когда наши предки отделились от остальных приматов. Накопление мутаций в молекулах ДНК идет миллионы лет, причем с примерно постоянной скоростью. Поэтому, если известно, что какие-то виды берут начало от общего предка, ученые могут сравнить накопившиеся у этих видов мутации и тем самым как бы считать показания «молекулярных часов». Так, общий предок человека и шимпанзе, по оценкам ученых, обитал на Земле 5–7 млн лет назад.

Но если молекулярные часы шли верно, это означает, что палеоантропологам еще предстоит многое сделать. В 2001 г. самыми древними гоминидами – это виды, которые размещаются вместе с нами на крошечном побеге эволюционного древа, – считался вид *Ardipithecus ramidus*. Возраст его окаменелых останков, найденных в Эфиопии, насчитывает 4,4 млн лет. Но если верить молекулярным часам, это, возможно, далеко не самое древнее подобное существо. Возможно, на самом деле гоминиды появились на 2,5 млн лет раньше.

В 2001 г., когда «Эволюция: триумф идеи» вышла первым изданием, эти 2,5 млн лет представлялись обширным белым пятном. Однако всего через пять лет эти громадные пустоши оказались заселены тремя различными видами гоминид. В 2004 г. от той же группы ученых, что ранее открыла *Ardipithecus ramidus*, поступило сообщение об открытии в том же районе Эфиопии еще бо-

лее древнего вида. *Ardipithecus kadabba*, как назвали новый вид ученые, жил 5,7 млн лет назад. Примерно в это же время в Кении другая группа ученых обнаружила окаменелости возрастом 6 млн лет. Вид, которому принадлежали окаменелости, получил название *Orrorin tugenensis*. Наконец, на пустынных просторах Сахары третья группа ученых обнаружила чудесно сохранившийся череп третьего вида, жившего, согласно оценкам, 6–7 млн лет назад. Его назвали *Sahelanthropus tchadensis*.

Эти открытия весьма наглядно демонстрируют, как биологи-эволюционисты выдвигают и проверяют гипотезы. В 2001 г., имея данные по исследованиям ДНК, можно было сделать по крайней мере одно предсказание – а именно, что в будущем палеоантропологи обнаружат окаменелости гоминид возрастом от 5 до 7 млн лет. Более того, можно было с уверенностью предположить, что эти останки будут найдены в Африке – ведь все окаменелости гоминид возрастом старше 2 млн лет находят именно там, да и ближайшие современные родственники человека – шимпанзе и бонобо – обитают там же. Оба предположения оказались верными.

Тем не менее открытия ученых не только подтверждают уже существующие гипотезы, но и порождают новые споры. Некоторые ученые считают, что вновь найденные окаменелости гоминид – всего лишь первая ласточка громадного разнообразия ранних видов. У гоминидной ветви древа жизни, утверждают они, пышное кустистое основание, но большинство побегов его оказались тупиковыми и вымерли. Другие ученые с этим не согласны и утверждают, что эволюция гоминид вовсе не была такой экстравагантной, и относят ардипитека, оррорина и сахелантропа к одному роду. Этим ученым основание гоминидной эволюционной ветви представляется едва ли не прямой линией.

Новые находки поднимают еще один не дающий покоя вопрос: как выглядели первые гоминиды? Вероятно, ростом они

ЭВОЛЮЦИЯ. ТРИУМФ ИДЕИ

не уступали шимпанзе и мозг их по размеру тоже напоминал мозг шимпанзе (примерно втрое меньше нашего). Но они, возможно, отличались от шимпанзе и других современных человекообразных обезьян одной принципиальной особенностью: прямохождением. Строение бедренной кости оррорина позволяет предположить, что ему приходилось поддерживать вес всей верхней части тела гоминида. От сахелантропа пока обнаружен лишь череп, но и у него есть признаки возможного прямохождения. В основном они имеют отношение к отверстию в основании черепа, через которое проходит спинной мозг (foramen magnum). У ныне живущих видов человекообразных обезьян положение этого отверстия соответствует характеру походки. У шимпанзе, которые ходят на двух ногах, опираясь на костяшки пальцев, спина при ходьбе наклонена вперед и отверстие расположено в задней части черепа. Человек ходит прямо, держа голову непосредственно над туловищем, и соответствующее отверстие находится в основании человеческого черепа. Так вот, у сахелантропа это отверстие расположено как у человека, что позволяет предположить, что при ходьбе это существо держалось прямо. Похоже, что даже самые древние гоминиды, останки которых обнаружены, ходили на двух ногах. Вполне возможно, таким образом, что именно эволюция в способе передвижения стала первым серьезным новшеством, отделившим гоминид от других высших приматов.

Пока палеоантропологи искали в Африке окаменелые свидетельства нашей эволюции, другие ученые исследовали нашу ДНК. Эти поиски сильно ускорились после публикации в 2001 г. расшифрованного генома человека. Теперь ученые, вместо того чтобы разглядывать несколько разрозненных коротких фрагментов ДНК, могут анализировать кодовое слово из 3 млрд букв целиком. Они также могут сравнивать геном человека с геномами сотен других видов, включая крыс, цыплят, рыбок данио-рерио и шимпанзе. Поскольку каждый из этих видов располагается

на собственной ветви древа жизни, ученые, сравнивая геном человека с другими геномами, могут узнать больше о нашей генетической истории.

Исследования ДНК лишней раз подтвердили, что ближайшие родственники человека из ныне здравствующих видов – шимпанзе. Большие участки двух геномов просто совпадают. В некоторых случаях на этих участках располагаются гены, ответственные за производство того или иного протеина. Но еще интереснее поврежденные гены, общие для человека и шимпанзе.

Самые поразительные, наверное, примеры таких поврежденных генов можно обнаружить... у нас в носу. Вообще, у каждого из млекопитающих имеется по несколько сотен генов, отвечающих за рецепторы нервных окончаний носа. Возникали эти гены постепенно, при случайном дублировании. Когда вместо одного гена в цепочке оказывалось два, то сначала оба они производили одинаковые рецепторы. Но затем в одном из генов происходила мутация, и способность его рецептора улавливать запахи случайным образом изменялась. Если после мутации рецептор начинал работать хуже, мутировавший ген, как правило, исчезал в результате естественного отбора. Но в некоторых случаях мутировавший ген получал способность улавливать новую молекулу запаха, расширяя тем самым спектр ароматов, которые могли различать млекопитающие. За миллионы лет в результате этого процесса сформировалась громадная семья генов, отвечающих за обонятельные рецепторы.

У мышей, собак и других млекопитающих, опирающихся в своем поведении преимущественно на запахи, почти все копии этих генов работают правильно. Но у шимпанзе и человека большинство генов, отвечающих за формирование обонятельных рецепторов, дефектны и не работают. Ученые считают, что причина накопления такого количества мутантных генов в геноме человека состоит, скорее всего, в том, что в ходе эволюции древние приматы все меньше полагались на нюх и все больше – на зрение.

В результате и шимпанзе, и человек несут в себе это странное наследие общего предка – поврежденные гены.

Первые пять лет XXI в. обрушили на нас целую лавину новых данных, свидетельствующих об общности происхождения человека и человекообразных обезьян, причем данных самого разного характера. Все они говорят о том, что человек – такой же продукт эволюции, как любой другой живой организм на Земле. Но все эти новости, очевидно, не дошли до Криса Буттарса, сенатора от штата Юта. В 2005 г. Буттарс опубликовал в *USA Today* статью, в которой заявил: «В теории эволюции, которая утверждает, что человек произошел от какого-то другого вида, дырок больше, чем в решетке».

Забыв о новых окаменелостях гоминид, найденных и описанных учеными за последние пять лет, – не говоря уже о тысячах других ископаемых останков, обнаруженных в предыдущие десятилетия, – Буттарс безапелляционно заявляет, что «нет никаких достоверных окаменелостей, которые доказывали бы связь между человекообразными обезьянами и человеком». О свидетельствах эволюции человека, заключенных в ДНК, он даже не упомянул – надо полагать, они не заслужили даже опровержения.

Буттарс приобрел широкую известность в 2005 г., когда начал кампанию за изменение программы по биологии в государственных школах Юты. Он считал, что учителя не должны преподносить ученикам эволюционную теорию как единственное научное объяснение разнообразия жизни на Земле. Он хотел, чтобы ученикам преподавали еще и нечто под названием «божественный замысел».

Что, собственно, означает эта фраза в его устах, Буттарс объяснял довольно туманно. Согласно *Salt Lake Tribune*, сам Буттарс «верит, что все вокруг сотворил Бог, но затем его создания развивались каждое внутри собственного вида».

«У нас есть разные собаки и разные кошки, но никто никогда не видел “котопса”», – сказал Буттарс в интервью этой газете.

Котопсы котопсами, но разгадать, куда метит Буттарс, несложно. В своей книге я описывал, как в 1980-х гг. креационисты потерпели целую серию судебных поражений. Судьи один за другим признавали, что «креационистская наука» на самом деле представляет собой религию и потому ей не место в школе. После этого некоторые креационисты попытались перегруппировать свои аргументы, оставив за бортом явные упоминания о религии и придумав новое название: разумный замысел. В 1989 г. адвокаты теории разумного замысла опубликовали книгу «О пандах и людях», которую пытались продвигать в качестве учебника для 9-го класса средней школы. Некоторые организации, такие как Discovery Institute в Сиэтле, начали утверждать, что теория разумного замысла – вполне жизнеспособная альтернатива теории эволюции.

В 1999 г. консервативные члены Комитета по образованию штата Канзас восприняли эти уверения всерьез и решили внести изменения в образовательные стандарты штата. Эти изменения посеяли бы в умах учеников сомнения и неуверенность в отношении эволюции. В некоторых случаях теорию эволюции предлагалось просто выкинуть из соответствующих стандартов – вместе с обсуждением возраста Земли и Большого взрыва. Эти предложения привлекли внимание международной общественности, – и, возможно, поэтому в 2000 г. сторонники креационизма в комитете потерпели поражение.

Однако история на этом не закончилась. После следующих выборов соотношение сил вновь изменилось, и в октябре 2005 г. Комитет по образованию штата Канзас все же принял свои новые образовательные стандарты. Перемены в них затронули не только теорию эволюции – было изменено даже определение науки. Прежде в канзасских образовательных стандартах говорилось, что «наука – это человеческая деятельность по поиску естественных объяснений всему, что мы наблюдаем в мире вокруг нас». Такое определение поддержит любая серьезная научная

ЭВОЛЮЦИЯ. ТРИУМФ ИДЕИ

организация. Но новые стандарты уже не ограничивали науку естественными объяснениями. Комитет определил ее как «систематический метод непрерывного исследования посредством наблюдений, проверки гипотез, измерений, экспериментов, логических рассуждений и теоретизирования с целью получения более адекватного объяснения природных явлений». И теперь сверхъестественные объяснения окружающего мира также допустимы в науке – по крайней мере в штате Канзас.

Вообще, в первые годы XXI в. попытки прекратить – или по крайней мере подорвать – преподавание теории эволюции в школах возобновились с новой силой. А в октябре 2004 г. местная школьная администрация городка Довер, штат Пенсильвания, шагнула дальше других и решила продвигать теорию разумного замысла. Местный комитет добавил в учебный план по естественным наукам следующую фразу: «Учащиеся должны получить представление о пробелах/проблемах теории Дарвина и о других теориях эволюции, включая теорию разумного замысла, но не ограничиваясь ею».

Кроме того, комитет постановил, что учителя на уроках биологии обязаны зачитывать вслух еще одно громкое заявление. Учителя должны были объяснить ученикам, что эволюция – всего лишь теория, а не факт, внося тем самым неразбериху в представления учащихся о природе как фактов, так и теорий. «Разумный замысел – это иное, чем по Дарвину, объяснение происхождения жизни, – говорилось далее в заявлении. – Если учащиеся пожелают разобраться в этой точке зрения и понять, что на самом деле входит в понятие разумного замысла, они могут обратиться к пособию “О пандах и людях”. К этой теории, как и к любой другой, учащимся следует подходить без предвзятости».

Учителя Довера были потрясены и отказались зачитывать в классах это заявление. Вмешалась администрация. Когда же учащиеся спросили, какого рода мыслитель был автором раз-

умного замысла, администрация предложила им обратиться за ответом к родителям.

Через два месяца 11 родителей учеников из школьного округа Довер подали иск о том, что такое заявление нарушает Первую поправку к Конституции США, поскольку представляет собой запрещенное в государственной школе преподавание религии. Комитет по образованию возразил, что ничего подобного в виду не имелось. «Школьный совет всего лишь разрешил рассказать учащимся о противоречиях, которые активно и очень горячо обсуждает научное сообщество», — заявил Ричард Томпсон, старший советник школьного округа.

Однако чуть позже выяснились кое-какие неудобные факты. Оказалось, что Томпсон — президент мичиганской организации Thomas More Law Center, деятельность которой «направлена на охрану и продвижение христианских религиозных свобод, освященных временем семейных ценностей и неприкосновенности человеческой жизни». Еще в 2000 г. юристы Thomas More Law Center объехали множество школьных округов по всей стране в поисках хотя бы одного округа, комитет которого согласится преподавать у себя в школах по учебнику «О пандах и людях». Как рассказала в ноябре 2005 г. *New York Times*, эти юристы обещали членам комитетов бесплатную защиту в случае судебного преследования. В Западной Вирджинии, Миннесоте и Мичигане их предложения были отвергнуты, но в Довере им повезло больше. На суде свидетели рассказывали, как члены местного комитета вдруг заговорили о том, что собираются ввести разумный замысел в программу обучения, «чтобы вернуть в школы молитву и веру».

Судебные слушания положили конец любым сомнениям о происхождении теории разумного замысла. Основная заслуга в этом принадлежит Барбаре Форрест, специалисту по философии науки из Университета юго-восточной Луизианы. Форрест сравнила черновые варианты книги «О пандах и людях» с ее

окончательной версией и показала, как авторы сначала пользовались такими терминами, как «креационизм» или «креационистская наука», а затем преобразовали их все в словосочетание «разумный замысел».

Этот суд стал для креационистов серьезным ударом. Вскоре после окончания слушаний – и еще до того, как судья Джон Джонс III огласил свое решение, – народ округа Довер проголосовал за исключение из школьного совета сторонников теории разумного замысла. На их место пришли кандидаты, пообещавшие не допустить креационизм в школьную программу. Семь недель спустя, 20 декабря 2005 г., прозвучало и решение судьи Джонса, означавшее сокрушительное поражение всего движения за продвижение теории разумного замысла.

«Мы заключаем, что религиозная природа разумного замысла должна быть совершенно очевидна всякому объективному наблюдателю, будь то взрослый или ребенок», – написал судья и постановил, что разумный замысел как наука показал свою несостоятельность на всех уровнях.

Ричард Томпсон может, конечно, говорить «о противоречиях, которые активно и очень горячо обсуждает научное сообщество», но на самом деле никаких научных противоречий и споров в этой области не существует. В настоящем научном споре обе стороны публикуют в солидных рецензируемых журналах статьи, где приводят новые данные экспериментов и наблюдений. В настоящем научном споре ученые собираются на крупных конференциях и представляют свои результаты на суд научной общественности; при этом любой может эти данные проверить или повторить. В таких научных спорах никогда не бывает недостатка, идет ли речь о дебатах по структуре мышления или ожесточенных спорах о причинах рака.

С другой стороны, разумный замысел не порождает ничего даже отдаленно похожего на научную дискуссию. Вам пришлось бы долго и усердно перерывать научные журналы, чтобы

отыскать хотя бы одну статью с описанием нового важного открытия, сделанного на основании теории разумного замысла. В 2004 г. Discovery Institute торжественно объявил, что один из его сотрудников — Стивен Мейер опубликовал в рецензируемом журнале первую научную работу в поддержку теории разумного замысла. В своем обзоре, опубликованном в журнале *Proceedings of the Biological Society of Washington*, Мейер утверждал, что так называемый Кембрийский взрыв (период, когда появилось большинство видов животных) не мог быть результатом эволюции. Но слава Мейера оказалась недолгой. Очень скоро совет Вашингтонского биологического общества выпустил заявление о том, что бывший редактор, пропустивший статью Мейера, грубо нарушил принятые в журнале правила рецензирования. В заявлении говорилось также, что «не существует достоверных научных данных, которые свидетельствовали бы о том, что разумный замысел — проверяемая гипотеза, способная объяснить происхождение биологического разнообразия. Соответственно, работа Мейера не соответствует научным стандартам *Proceedings*».

Как я уже говорил, происхождение человека — одна из интереснейших областей эволюционной науки. Чтобы понять, почему теория разумного замысла кажется ученым столь бесполезной, достаточно посмотреть, что она может сказать по этому вопросу. В учебнике «О пандах и людях» говорится, что «приверженцы разумного замысла» рассматривают гоминид «как почти обезьян и указывают вместо этого на внезапное появление культуры и определенных схем поведения, которые как раз и отличают человека от высших приматов». В учебнике не объясняется, что такого разумного может быть в мыслителе, который задумал и создал по крайней мере два десятка пород весьма человекообразных обезьян, которые все затем вымерли. Не объясняется, почему более древние из этих пород больше похожи на обезьян, почему у них меньше объем мозга и длиннее руки. Не объясняется, почему более молодые породы постепенно приобретают все боль-

ше общих с человеком черт, почему у них выше рост, больше мозг, все более сложные орудия. Этот учебник ничего не добавляет к нашему пониманию сильного генетического сходства между шимпанзе и человеком и не объясняет, как возникли различия между ними. Он также не предлагает никакой гипотезы о том, где, когда и как впервые появился *Homo sapiens*.

Заметим для справедливости, что приведенная цитата взята из последнего на данный момент издания «О пандах и людях», вышедшего в 1993 г. Может быть, с тех пор сторонники разумного замысла нашли какие-то новые аргументы и могут теперь сказать о происхождении человека что-то более конкретное – ведь за это время сделано множество новых открытий? Едва ли. В 2004 г. в очерке на эту тему Уильям Дембски, математик и теолог Южной баптистской теологической семинарии, укрыв этот вопрос традиционной дымкой неопределенности. «Возможно, есть немалые основания считать, что человек – это переработанная обезьяна, – пишет Дембски. – Но ведь теория дизайна вовсе не требует, чтобы новые модели создавались непременно в результате модификации старых. Следовательно, существуют, возможно, столь же веские основания считать, что человек возник не в результате переработки уже имеющегося материала, а был построен [sic] заново с нуля. Теоретики разумного замысла еще не пришли к единому мнению по этому вопросу».

Да, конечно, это принципиальный вопрос: создавали нас с нуля или перedelывали из обезьян. Интересно, как долго придется ждать, пока они придут к единому мнению?

Контраст между теорией разумного замысла и эволюционной теорией ярче всего проявляется именно в вопросе о происхождении человека. Пока сторонники разумного замысла блуждали в тумане, биологи-эволюционисты успели не только отыскать новые окаменелые останки и разглядеть в ДНК доказательства нашей кровной связи с другими высшими приматами. За несколько первых лет XXI в. они добились поразительных

успехов на пути к пониманию того, как и какие именно генетические изменения помогли нам стать уникальными существами – людьми.

Эти успехи стали возможны благодаря новым статистическим методам, позволяющим увидеть во всем твердую руку естественного отбора. Представьте, что ничем не примечательная мутация изменяет один-единственный нуклеотид – «букву» генетического кода. Такая мутация может привести к одному из двух результатов. Одни мутации изменяют способ конструирования клеткой протеина по генному коду, другие – нет. Ученые называют такие мутации «немолчащими» (экспрессируемыми) и «молчащими» соответственно.

Экспрессируемые мутации ведут к возникновению новых протеинов. Эти протеины могут оказаться полностью деформированными и способными лишь вызывать страшные болезни, а также быть полезными и помочь индивидууму выжить. Естественный отбор может подхватить благоприятную экспрессивную мутацию и распространить ее настолько, что в конце концов каждый представитель вида будет ее носителем. С другой стороны, молчащие мутации никак не влияют на структуру протеинов. Естественный отбор не в состоянии уничтожить такие мутации или помочь им распространиться. Их судьба – дело случая.

Один из способов распознать руку естественного отбора – подсчитать молчащие и экспрессируемые мутации в человеческом гене. Когда ген подвергается сильному естественному отбору, в нем накапливается множество мутаций, меняющих форму производимого геном протеина. Таких экспрессируемых мутаций в гене оказывается гораздо больше, чем молчащих.

В первые годы XXI в. ученые при помощи этого и других подобных методов обнаружили тысячи генов, которые за 6 млн лет эволюции гоминид подверглись сильному естественному отбору. Ученые могут даже измерить силу естественного отбора,

действовавшего на эти гены. Можно предположить, что гены в первых строках этого списка должны быть связаны с вещами, которые наиболее очевидным образом отличают нас от других животных, — с большим мозгом или прямохождением. В действительности это не так: сильнее всего изменили нашу ДНК пол и болезни.

Как я объясняю в 9-й и 10-й главах книги, именно эти два фактора представляют собой мощнейшую эволюционную силу природы. Поэтому не стоит удивляться тому, что и мы, люди, подчиняемся общему правилу. Вирусы, бактерии и другие патогенные организмы приспосабливались к нашему телу миллионы лет, и от появления новых средств защиты буквально зависело, жить или умереть нашим предкам. Но на новые средства защиты у хозяев паразиты отвечали изобретением новых способов обойти их. Гены, имеющие отношение к болезням и задействованные в этой непрерывной гонке вооружений, за 6 млн лет эволюции гоминид переменились кардинально.

Эволюция хорошо поработала и над генами, имеющими отношение к созданию яйцеклетки и сперматозоидов. опыты на животных наглядно продемонстрировали, как половой отбор может тоже превратиться в гонку вооружений. Самцы плодовой мушки, к примеру, во время спаривания впрыскивают самке химические вещества, делающие ее менее восприимчивой к другим самцам. Самки, с другой стороны, изобретают способы нейтрализации этих веществ, что подталкивает самцов к созданию все более мощных составов. Не исключено, что именно эти неосознанные баталии между полами послужили причиной некоторых аспектов интенсивного отбора, действующего на человеческие гены.

Сперматозоиды, возможно, тоже конкурируют между собой. Любой ген, который позволит сперматозоидам стремительно созреть и при этом не реагировать на сигналы, которые в обычной ситуации заставили бы их прекратить деление, породит множество новых сперматозоидов — носителей этого гена. Известно,

что некоторые из таких «генов быстрого развития» активизируются также и в раковых клетках. Ученые подозревают, что это не случайное совпадение. Что хорошо для быстро делящегося сперматозоида, пригодится и для быстро делящихся опухолевых клеток.

Воздействие естественного отбора на мозг было более тонким — но не менее важным. Шесть миллионов лет наши предки обходились втрое меньшим мозгом, чем сегодня у нас. Вероятно, их сознание не слишком отличалось от сознания всех прочих человекообразных обезьян. Они общались между собой при помощи невнятных восклицаний и жестов. Они не умели пользоваться огнем и делать сложные каменные орудия. Они плохо представляли себе, что думают и чувствуют другие особи. В 2001 г. ученые еще не знали ни одного связанного с мозгом гена, в котором заметно было бы действие естественного отбора. Сегодня, когда я пишу эти строки, ученым известны сотни таких генов.

Потребуется, вероятно, масса времени, чтобы собрать результаты всех новых исследований и понять, как именно из мозга примата получился мозг человека. Ученые пока просто не знают очень многого о том, как гены строят мозг. Но первые ключики к этой проблеме уже появляются. Пожалуй, самые многообещающие ключики пока предлагает ген, известный как ASPM. Впервые этот ген привлек к себе внимание ученых тем, что любая его мутация вызывает поистине катастрофический эффект. У детей с мутантными формами этого гена обычно формируется очень маленький мозг — это микроцефалы. У них почти отсутствует внешний слой (кора) головного мозга. Ясно, что ASPM играет в формировании и росте мозга какую-то критически важную роль. К тому же выяснилось, что после отделения предков человека от остальных обезьян этот ген подвергся сильному естественному отбору. Вполне возможно, что ASPM — часть ответа на вопрос о том, откуда у нас такой огромный мозг. Не исключено, что эволюция именно этого гена сыграла важнейшую роль

в разрастании коры головного мозга, отвечающей за абстрактное мышление.

Однако размер — это еще не все. Похоже, помимо всего прочего, естественный отбор сформировал у человека гены, ответственные за определенные типы мышления. Возьмите, к примеру, язык. Как я писал в 2001 г., по некоторым признакам способность усваивать язык у человека является врожденной, а значит, запрограммирована генами. В тот момент, однако, ученым не был известен ни один ген, связанный с усвоением языков. Сегодня один такой ген выявлен. Он был обнаружен в лондонской семье, в которой из поколения в поколение имелись трудности с речью и письмом. В 2002 г. британские ученые объявили, что все члены этой семьи, испытывающие трудности с языком, являются носителями мутантной формы гена, который получил название FOXP2. Позже при помощи сканирования мозга удалось определить, что у людей с мутантной формой FOXP2 менее активен участок мозга, отвечающий за речь и известный как зона Брока.

Затем ученые сравнили человеческий вариант гена FOXP2 с вариантом, присутствующим в геноме других млекопитающих. Очевидно, у других видов, в отличие от человека, FOXP2 не порождает способность к усвоению языка. Но в 2005 г. в эксперименте с мышами удалось показать, что он влияет и на общение животных. Мышата с одной (вместо двух) работающей копией этого гена значительно реже звали писком мать. Те, у кого не оказалось ни одной работающей копии, не пищали вообще.

Сравнение количества экспрессивных и молчащих мутаций в гене показало, что у человека FOXP2 подвергся интенсивному естественному отбору. Ученые даже определили, когда это произошло: менее 200 000 лет назад. Но ведь и вид *Homo sapiens* впервые появился примерно в это же время! Вообще, полученные результаты указывают на то, что развитый язык — довольно позднее приобретение, появившееся у гоминид сравнительно недавно.

Но естественный отбор на этом не прекратился. В нескольких недавних исследованиях были выявлены гены, эволюция которых пришлась на последние 50 000 лет. Особенно интересны результаты одного из таких исследований, опубликованные в марте 2006 г. учеными Чикагского университета. Они искали признаки естественного отбора, который проходил бы в последние несколько тысяч лет, и в своих поисках исходили из того, что с каждым новым поколением происходит расщепление генов.

Как известно, хромосомы у человека – парные. При формировании яйцеклетки и сперматозоида хромосомы в паре могут обмениваться между собой большими кусками генетического кода. Может случиться так, что один из унаследованных ребенком участков хромосомы несет в себе серьезное репродуктивное преимущество. Тогда со сменой поколений ген, обеспечивающий это преимущество, будет стремительно распространяться по популяции – вместе с соседними генами, расположенными на том же участке хромосомы.

Ученые занялись поисками случаев, когда одни варианты генов, расположенных в ДНК рядом, сочетаются чаще других вариантов. В геноме человека было обнаружено около 700 участков, содержащих такие быстро распространяющиеся гены. Отвечают они за самые разные признаки, от цвета кожи до пищеварения. Кроме того, быстро развивались гены вкуса и обоняния. По оценкам ученых, эти гены активно эволюционировали последние 6000–10 000 лет. Вероятно, толчок к развитию многие из них получили после того, как человек начал переходить к питанию одомашненными животными и растениями. Некоторые гены, имеющие отношение к мозгу, эволюционируют до сих пор. Не может ли подъем цивилизации и богатой человеческой культуры подталкивать их к развитию? Проверьте через пять лет – если все пойдет так, как теперь, у ученых, возможно, уже появятся кое-какие ответы.

Первые годы XXI в. стали временем громадного прогресса эволюционной биологии, но они же увидели и уход из жизни некоторых крупнейших ученых. В 2004 г. в возрасте 84 лет умер английский биолог Джон Мейнард Смит. Именно он первым понял, что можно разобраться в эволюции при помощи методов, позаимствованных из математики и экономики. Среди самых плодотворных его идей – применение в биологии теории игр, или учения о том, как различные стратегии приводят игроков к выигрышу или поражению. Мейнард Смит стал рассматривать организмы как игроков, а их поведение – как стратегию игры. Оказалось, что при таком подходе можно просчитать, какие стратегии благодаря естественному отбору приведут к успеху, а какие – к вымиранию.

Ученые выяснили, что во многих случаях одновременно могут существовать несколько различных вариантов поведения. Самец морского слона, к примеру, может добиваться репродуктивного успеха двумя способами: вызвать на бой доминантного самца или жить тихонько рядом с его гаремом, спариваясь тайком с некоторыми самками. Ученые отыскали множество таких стратегий, известных как эволюционно стабильные. Вообще, эволюционно стабильные стратегии могут многое рассказать нам и о поведении человека. Гены влияют на личность, интеллект и поведение, и понятно, что все эти факторы могут меняться в широких пределах. Может быть, за миллионы лет вся совокупность генов тоже достигла эволюционно стабильного состояния. Эти игры могут также дать нам представление о том, как внутри нашего вида возникло такое странное явление, как сотрудничество.

В книге «Эволюция: триумф идеи» я рассказываю, как в 1920-х гг. молодой орнитолог по имени Эрнст Майр исследовал острова Тихого океана и одновременно заложил фундамент современных представлений о том, что такое виды и как они возникают. Майр умер в 2005 г. в возрасте 100 лет. Последние десятилетия своей жизни он с интересом и удовольствием на-

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА К ИЗДАНИЮ 2006 Г.

блюдал, как его идеи вдохновляют новые поколения биологов и как молодые ученые идут дальше него. «Новые исследования внушают активному эволюционисту оптимизм, — писал Майр незадолго до смерти. — Они дают понять, что эволюционная биология бесконечна и поле для новых открытий по-прежнему велико. Жаль только, что я не смогу быть свидетелем дальнейшего развития событий».

Как ни печально, Стивену Джею Гулду не досталось долголетия Мейнарда Смита и Майра, он умер в 2002 г. в возрасте 60 лет. Когда — всего годом раньше — он оказал мне честь, написав предисловие к моей книге, я никак не думал, что он покинет нас так скоро. Я был горд тогда, а сейчас горжусь еще больше — ведь «Эволюция» навсегда связана с его именем. Гулд проявил себя и как ученый, и как писатель. Он призывал биологов думать об эволюции по-новому, о чем бы ни шла речь — о древних окаменелостях или об эмбрионах. За последние 150 лет мало кому из писателей удавалось так же ярко, как Гулд, представить эволюционную биологию широкой публике. Именно этим трем великим ученым — и будущим эволюционным биологам — вновь посвящаю я эту книгу.

ВВЕДЕНИЕ

Вспомним известную легенду (может быть, это даже правдивая история) из времен зарождения дарвинизма. Она послужит нам хорошей организующей темой и поможет понять центральную роль и значение теории эволюции как в науке, так и вообще в жизни людей. Видная английская леди, жена лорда или, может быть, епископа (да, епископы англиканской церкви могут вступать в брак), сказала мужу, впервые услышав о пугающей новинке – эволюции: «О дорогой, будем надеяться, то, что говорит мистер Дарвин, окажется неправдой. Но если это правда, будем надеяться, что это не станет известно всем!»

Ученые любят пересказывать эту известную историю и смеяться над ограниченностью старых взглядов и воспитания, особенно над забавной картинкой: привилегированные классы прячут революционные факты в ящик Пандоры и допускают к ним только своих. Таким образом, дама из этого анекдота входит в историю как олицетворение дуры-патрицианки. Позвольте мне, однако, хотя бы для целей данного введения перекрестить ее в пророчицу. Ибо то, что говорил мистер Дарвин, безусловно, оказалось правдой, но так и не стало известно всем (и даже не признано всеми, по крайней мере в США, хотя для западного

мира эта ситуация уникальна). Нам необходимо разобраться в причинах такой необычайно забавной ситуации.

ЭВОЛЮЦИЯ РЕАЛЬНА

Перед наукой стоит двоякая задача: во-первых, определить по мере возможности эмпирический характер окружающего мира; во-вторых, понять, почему наш мир устроен именно таким, а не каким-то иным возможным, но нереализованным образом. Иными словами, задача науки – устанавливать факты и проверять теории. Мы, профессионалы, не устаем повторять, что наука не в силах установить абсолютную истину; таким образом, наши выводы всегда остаются предположительными. Но здоровый скептицизм не должен переходить в нигилизм, и мы, безусловно, можем утверждать: некоторые факты установлены с достаточной достоверностью, чтобы обозначить их как «истину» в любом законном, общепринятом смысле этого слова. (Возможно, я не могу быть абсолютно уверен в том, что Земля круглая, а не плоская, но приблизительно сферическая форма нашей планеты подтверждена достаточно, чтобы мне не нужно было предоставлять «обществу плоской Земли» равное – или хоть какое-то – время в школьной программе.) Эволюция – фундаментальная организующая концепция всех биологических наук – подтверждена в не меньшей степени и может потому быть обозначена как истинная или фактическая.

Говоря о реальности эволюции, мы должны всегда проводить различие – как это всегда делал и Дарвин – между простым *фактом* эволюции (определяемой как генеалогическая связь между всеми земными организмами на базе происхождения от общего предка и история любой наследственной линии как процесс передачи свойств с модификациями) и *теориями*, такими как Дарвинов естественный отбор, предложенными для объяснения причин эволюционных изменений.

ЭВОЛЮЦИЯ. ТРИУМФ ИДЕИ

Фактическую сторону эволюции лучше всего иллюстрируют три группы доказательств. Поначалу это были непосредственные наблюдения, которые с 1859 г., когда вышла книга Дарвина, развивались в русле его теории, но, кроме того, опирались на данные за длительные периоды селекции растений и домашних животных с целью выведения лучших образцов. Это обеспечило сотни тщательно задокументированных примеров небольших изменений, которых, согласно теории, можно было ожидать на таком небольшом с геологической точки зрения промежутке времени. Сюда же можно отнести известные примеры со сменой окраски крыльев у мотыльков в ходе адаптации к потемнению окружающих поверхностей из-за копоти производственного происхождения, изменением формы клюва у галапагосских вьюрков вслед за изменениями климата и пищевых ресурсов и развитие резистентности к антибиотикам у многочисленных штаммов бактерий. Никто – даже среди креационистов – не отрицает небольших изменений, тем более что доказательств тому вполне достаточно, но нам нужны также данные о том, что подобные мелкие изменения могут накапливаться за геологически значимое время и складываться в принципиально новые черты, на которых строится история растущего разнообразия жизни.

За этими данными нам придется обратиться ко второй категории прямых доказательств – к данным ископаемой летописи, отражающей переходные стадии крупнейших изменений. Одно из распространенных представлений, ставших притчей во языцех, состоит в том, что переходных форм не существует, а палеонтологи, фанатики эволюции, либо скрывают этот факт от широкой публики, либо утверждают, что палеонтологическая летопись слишком неполна, чтобы в ней сохранились переходные формы, которые должны были когда-то существовать. На самом деле, хотя палеонтологическая летопись и правда весьма неравномерна (в конце концов, это проблема практически всех исторических документов), неустанные усилия палеонтологов

вскрыли множество очевидных примеров целых цепочек переходных форм (а не единственное «промежуточное звено»), которые в правильном хронологическом порядке соединяют предка с очень разными потомками. Можно вспомнить возникновение китов из сухопутных млекопитающих предков через несколько промежуточных стадий, включающих *Ambulocetus* (буквально «ходячий кит»), развитие птиц из мелких двуногих динозавров, происхождение млекопитающих от пресмыкающихся предков и увеличение втрое размеров мозга за последние 4 млн лет эволюции человека.

Наконец, третья основная категория – не прямые, но повсеместные свидетельства, которые позволяют нам выдвигать достоверные предположения о прошлом на основании странных особенностей и несовершенств, присутствующих во всех современных организмах. Эти странности можно объяснить только одним способом: это остатки в остальном изменившегося, унаследованного состояния, т. е. продукты эволюции. Этот принцип помогает при анализе не только биологической эволюции, но и любых других исторических последовательностей. Мы можем предположить, что несколько городов, расположенных вдоль одной линии на примерно равных расстояниях, когда-то связывала заброшенная ныне железнодорожная ветка (иначе такое расположение трудно объяснить). Мы можем увидеть сельскохозяйственное прошлое народа во множестве слов, которые сегодня, в индустриальном обществе, приобрели совершенно иное значение. К примеру, слово *broadcast* (трансляция, радиовещание) означает еще способ посева, откуда и берет свое начало; слово *pecuniary* (денежный) получило финансовый смысл в те времена, когда материальное благополучие определялось поголовьем скота, и происходит от латинского *pecus* – корова. Точно так же и живые организмы несут в себе бесполезные остатки функциональных когда-то структур, которые невозможно объяснить иначе, чем как наследие далеких

ЭВОЛЮЦИЯ. ТРИУМФ ИДЕИ

предков — рудименты костей ног, скрытые в коже некоторых китов, или ненужные остатки тазовых костей у некоторых змей, сохранившиеся как рудименты конечностей, которыми обладали их предки.

ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ НЕДОСТАТОЧНО ХОРОШО ИЗВЕСТНА И ПРИЗНАНА

Ни одна научная революция не может сравниться с открытием Дарвина по степени паники и волнений, вызванных ею в обществе; как ни странно, теория эволюции стала прямой угрозой комфорту и незыблемости нашего существования. Пожалуй, единственная мыслимая аналогия — это Коперник и Галилей, которые превратили Землю из центра Вселенной в небольшое тело, обращающееся по орбите вокруг центрального светила вдалеке от центра Галактики. Но эта космическая реорганизация задела лишь наши представления о внешнем мире; с другой (и более глубокой) стороны, Дарвинова эволюция резко изменила наш взгляд на собственную сущность и значение (в той степени, в какой это вообще под силу науке): кто мы? Как мы сюда попали? Как и каким образом связаны с другими существами?

Эволюция предложила нам холодное натуралистическое объяснение взамен прежнего убеждения в том, что некое доброе божество сотворило нас непосредственно по образу и подобию своему и повелело нам владеть Землей и всеми остальными существами — и что вся земная история за исключением первых пяти дней творения прошла под нашей владетельной дланью. Однако с точки зрения эволюции человечество представляет собой всего лишь крохотную веточку на громадном, пышном и ветвистом древе жизни, где все ветви взаимосвязаны общим происхождением, — причем древо это (насколько может судить наука) растет по строгим естественным законам. Более того, уникальная веточка *Homo sapiens* появилась по геологическим