

ЭВЕЛИН ЭЙЕР

# ОДИССЕЯ ГЕНОВ



ЗАХВАТЫВАЮЩАЯ ИСТОРИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА,  
ИЗВЛЕЧЕННАЯ ИЗ ДНК

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
СИНДБАД

Эвелин Эйер

**Одиссея генов. Захватывающая  
история человечества,  
извлеченная из ДНК**

Издательство «Синдбад»

2020

**Эйер Э.**

Одиссея генов. Захватывающая история человечества, извлеченная из ДНК / Э. Эйер — Издательство «Синдбад», 2020

ISBN 978-5-00131-386-1

Научившись «читать» ДНК не только современного *Homo sapiens*, но и наших далеких предков, мы получили возможность совершать путешествия во времени. В этой книге ведомый генетиком-антропологом Эвелин Эйер читатель пройдет теми же путями, какими передвигались наши исчезнувшие родственники – неандертальцы, денисовцы и загадочный степной народ, положивший начало всем индоевропейским языкам; проследует по следам бухарских евреев, войск Чингисхана и тысячи «королевских дочерей», отправленных Людовиком XIV заселять Новую Францию, взойдет на борт корабля, увозящего с родины африканских рабов... Автор пользуется результатами последних научных исследований и делится собственными полевыми наблюдениями в научной области, которая еще вчера казалась фантастикой. Эта наука – генетика – дает ответ на вопрос: как человек стал человеком. Как всего за несколько миллионов лет горстка скитавшихся по саванне *Homo sapiens* превратилась в доминирующий на планете вид.

ISBN 978-5-00131-386-1

© Эйер Э., 2020

© Издательство «Синдбад», 2020

# Содержание

Пролог	6
Часть 1	10
7 миллионов лет назад	11
1,8–2,2 миллиона лет назад	19
200–300 тысяч лет назад	21
Конец ознакомительного фрагмента.	22

**Эвелин Эйер**  
*при участии Ксавье Мюллера*  
**Одиссея генов**

Évelyne Heyer

*with the collaboration of Xavier Müller*

L'ODYSSÉE DES GÈNES

© Editions Flammarion, Paris, 2020

Published in the Russian language by arrangement with *Editions Flammarion*

Russian Edition Copyright © Sindbad Publishers Ltd., 2021

Издание осуществлено в рамках программы содействия издательскому делу «Пушкин» при поддержке Французского Института в России.

Cet ouvrage, publié dans le cadre du Programme d'aide à la publication Pouchkine, a bénéficié du soutien de l'Institut français de Russie.

*Programme*  
*Pouchkine*

*Перевод с французского Александры Васильковой*

*Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая фирма «Корпус Права»*

*Korpus Prava*

© Издание на русском языке, перевод на русский язык, оформление. Издательство «Синдбад», 2021.

\* \* \*

## Пролог

Лето 2011 года, Сибирь. Я иду по пыльным улицам, застроенным деревянными домами. Около восьми утра далеко над вершинами Алтая, горной системы, где сходятся Казахстан, Китай и Монголия, показалось солнце. Но я едва замечаю величественную панораму, достойную «Властелина колец», не в силах думать ни о чем, кроме проекта, над которым работаю вот уже десять лет. Он может показаться безумным: восстановить историю народов Центральной Азии, основываясь только на их ДНК. Гены для меня – учебник истории, машина времени. Благодаря методам генетики я исследую наше прошлое там, где нет никаких архивов.

Я приехала в Азию, чтобы выяснить, кто населял эти места на протяжении веков, но эта работа – лишь часть куда более обширного замысла. Речь идет о том, чтобы найти ответ на вопрос, который касается нас всех: каким образом человек завоевал планету? Как всего за несколько миллионов лет горстка скитавшихся по саванне *Homo sapiens* превратилась в доминирующий вид? Мы с молниеносной быстротой освоили континенты с их экосистемами; наша способность адаптироваться поражает воображение. Какими путями шли наши предки, рискнувшие покинуть африканскую колыбель и исследовать новые земли? Насколько изменился наш геном, чтобы приспособиться к новому климату? Сейчас нас на Земле 7,5 миллиарда. И каждый человек – дитя этой общей истории.

### *На местности*

И вот мы с моими коллегами-исследователями приходим в деревню, чтобы собрать образцы ДНК местных жителей. Ради выполнения этой задачи мы уже получили разрешения министерств здравоохранения и культуры Республики Алтай. Но чтобы подстраховаться, нам требуется еще и согласие главы района.

Только он даст нам разрешение обращаться к местным жителям. В такой стране, как Франция, это свелось бы к простой формальности, обмену письмами. Здесь приходится иметь дело с многоголовой административной гидрой. Несмотря на владевшее мной возбуждение, я шла на эту встречу с некоторой опаской. Прежние неудачи послужили мне наукой: в удаленных азиатских регионах просто ничего не делается... Мне вспоминается день, когда мы в Киргизии оказались в районе, где заправлял клан, враждебный тому, который был у власти. И, несмотря на подписанную правительством бумагу, договориться так и не удалось. Пришлось бы платить бакшиш, но от этого мы отказались.

У районного руководителя типичная для местного жителя внешность – круглое лицо, смуглая кожа, узкие раскосые глаза. Кабинет в коммунистическом стиле, мы повидали много таких: скучная практичная мебель, на самом видном месте – портрет Путина, хотя официально президент Дмитрий Медведев... Впрочем, чем дальше от Москвы, тем присутствие Путина ощутимее. Надо отметить, что у него есть дача в этих краях, благодаря чему мы добрались в такую глушь по очень приличной дороге. Как бы то ни было, глава района безмятежно смотрит на нас, а мы пытаемся ему объяснить, что нам нужно. Пока я еще не знаю, что в ближайшие годы именно в этом регионе мира нам предстоит получить важнейшие данные об истории нашего вида.

Наша команда состоит из узбечки-генетика, русского-этнолога, француза-лингвиста, документалиста и меня – антрополога и генетика. Как я уже говорила, меня интересуют разнообразие и история людей, о которых способна поведать генетика, в частности то, как люди заселили Землю. Эта тайна меня завораживает, как и все вопросы, связанные с миграционными движениями, которыми отмечено *наше* завоевание земного шара.

Мы объясняем местному руководителю, что его район представляет особый интерес для восстановления главного события этой великой истории: именно с юга Сибири люди отпра-

вились колонизировать Америку. Мы столько раз все это излагали, что заучили свой рассказ наизусть. Кош-Агач – кажется, десятое село, которое мы посещаем за время нашей кампании, начавшейся три недели назад. Продолжаем объяснять, следя за реакцией чиновника.

Да, вполне возможно вывести нашу историю из ДНК современных народов. *И нет, никакое это не шаманство*, добавляю я про себя, вспомнив бубен с красной каймой, который видела накануне висящим перед домом... Надо сказать, что этот регион насквозь пронизан верованиями. Например, гора Белуха, самая высокая вершина Алтая, неодолимо влечет к себе людей. На одном сайте я прочла, что эта гора «обладает огромной целительной силой» и что она «глубоко воздействует на вас, проникая в ДНК». Так что от генетики в наши дни не спрятаться нигде!

В нашем случае для сбора образцов ДНК необходимо добровольное участие людей в проекте. От них требуется согласие на изучение их генофонда путем забора крови или слюны для анализа. Речь идет об осознанном согласии: присоединяясь к проекту, каждый должен понимать его цели. Но это далеко не единственное разрешение, которого приходится добиваться в стране, где администрация обладает всей полнотой власти. Потому-то мы и обратились к главе района.

### *ДНК для изучения прошлого*

Чиновник остается невозмутимым, и я не знаю, скрывается ли за его поведением откровенное равнодушие к нашему проекту или непонимание наших ученых речей... На мгновение я поставила себя на его место и в очередной раз оценила размер культурной пропасти, разделяющей нас – меня, ученую-горожанку в походной обуви, и его – чиновника из забытой миром деревушки, где разводят скот и пасут стада верхом на лошади. Пусть я не с Дикого Запада, зато оказалась на настоящем Диком Востоке! И, конечно, есть от чего прийти в ступор при мысли о том, что ДНК может обернуться машиной времени, переносящей в прошлое.

Глава района продолжает нас разглядывать, но, несмотря на легкое беспокойство, я верю в успех. За время сбора образцов мы научились объяснять, чем мы занимаемся, так, чтобы нас понимали все. В общем, с теми познаниями, какие могут быть у деревенских жителей, похоже, лучше всего согласуется археологическое объяснение: точно так же, как археологи копаются в земле, отыскивая следы прошлого, генетики роются в ДНК, восстанавливая историю древних предков в поисках родства между разными народами Центральной Азии и Сибири.

И потому мы говорим начальнику, что занимаемся своеобразной археологией на основе ДНК (мы точно не знаем, насколько велики познания нашего собеседника в области генетики, но, несомненно, он, как и все, слышал про ДНК). Используя ДНК ныне живущих людей, можно углубиться в прошлое. Это одна из самых впечатляющих возможностей генетики.

Жители всех деревень, где мне удалось побывать, от западной части Центральной Азии до берегов Аральского моря, до Восточной Сибири и озера Байкал, проявляли одинаковый интерес к истории. Люди жаждут любых сведений о своем происхождении и особенно хотят узнать, откуда пришли их предки. Еще две вещи, которые роднят тысячи участников наших исследований: это любопытство и гордость. Любопытство у них пробуждают французские ученые (Франция вообще популярна у жителей других стран из-за Эйфелевой башни и Зидана; одно время пользовался популярностью и Жак Ширак, отказавшийся воевать в Ираке), а гордость вызывает участие в международном исследовании. Нам не раз говорили: «Благодаря вам наша деревня появится на карте мира».

Руководитель района окидывает нас взглядом и наконец оживает. Ему лестно, что среди тех, кто несколько тысяч лет назад положил начало американским народам, могли быть и его предки! Сам он прекрасно представлял себе этот миграционный путь. От него не ускользнуло значительное сходство местных и североамериканских туземных народов, не только физическое, но и культурное: к примеру, по обе стороны Берингова пролива древнее

традиционное жилище – это вигвам из березовой коры. Я вздыхаю с облегчением: этот человек не станет на пути нашего проекта; скорее, мы найдем в нем союзника.

Теперь я знаю, что партия выиграна, что наша команда не встретит препятствий. Мы улыбаемся и горячо благодарим нашего собеседника, а тот расплывается в ослепительной улыбке. Еще и поэтому я предпочитаю частично утолять свою страсть к науке полевыми исследованиями. Я могла бы избрать сугубо теоретическую область, которая вынудила бы меня целыми днями сидеть за компьютером. Но я выбрала вольный воздух и незабываемые встречи... позволяющие не заикливаться на неприятных происшествиях, которыми изобилуют все наши экспедиции!

Мы спрашиваем у главы района, готов ли он на несколько дней предоставить нам помещение. Этого вполне хватит, чтобы пригласить добровольцев и взять у них немного слюны. Да, в этой сибирской экспедиции мы решили брать ДНК из слюны, а не из крови: качество таких образцов хуже, но с точки зрения логистики это был единственный вариант. В ответ он предлагает то, что называет «гостиницей» и под чем подразумевается домик, предназначенный для приема официальных гостей. Во время экспедиций мне приходилось собирать образцы в самых разных помещениях – медпунктах, школах, мэрии, а один раз даже в мечети.

В «гостинице» Кош-Агача нам предстоит принять больше полусотни человек, которые окажут нам любезность и пожертвуют науке свою слюну. Затем мы снова тронемся в путь и через несколько километров остановимся в новой деревне, где нас уже не будет поддерживать наш официальный партнер; на этот раз нам окажет содействие местная жительница, которую все знают. Там мы проведем два дня, а потом опять соберемся и уедем, чтобы остановиться чуть дальше.

В последние десять лет дороги то и дело уводят меня далеко от моего парижского кабинета: я побывала и в Сибири, и в Центральной Азии, и в Африке. Я ходила по бескрайним пустыням и степям, прокаленными солнцем тропинками поднималась в горы. Веками людей побуждали отправляться в походы пряности или драгоценные металлы. Моя пряность – кровь, текущая в наших жилах. Для меня она не менее драгоценна, чем для других – золото или нефть. Впрочем, на этих страницах я буду рассказывать не свою историю. Потому что вожаемое сокровище, таящееся в глубинах наших клеток, содержит в себе фрагменты самой невероятной истории, какую только можно рассказать.

### ***Приключения человеческого рода***

Того самого, который всего 7 миллионов лет назад бегал по африканской земле на четвереньках. А потом отправился завоевывать Землю.

Это история приключений рода человеческого. Слегка отклонившись в сторону, чтобы разобраться, что делает (и не делает) существо человеком, и сравнить нас с нашими ближайшими родственниками – шимпанзе, – мы затем увидим, каким образом нам, более 100 тысяч лет назад покинув Африку, удалось завоевать планету. Казалось, эту эпопею, состоявшую из череды скрещиваний и миграций, уже никогда не восстановить, хотя она и записана в нашей ДНК. Но теперь мы можем читать генетический код как открытую книгу и постепенно углубляться в прошлое.

Благодаря возможностям информатики и методам амплификации генетической информации мы действительно можем заставить «говорить» не только ДНК современных людей, но и ДНК наших далеких предков, восстанавливать родственные связи людей и пути передачи генов, носителями которых они являлись, и т. д.

В этой истории мы совершим путешествие не только бок о бок с исчезнувшими видами, такими как неандертальцы или денисовцы, но и в обществе первых земледельцев Плодородного полумесяца; и загадочного степного народа, возможного родоначальника индоевропейских языков; и Чингисхана, от которого, быть может, происходит 10 % современных китай-



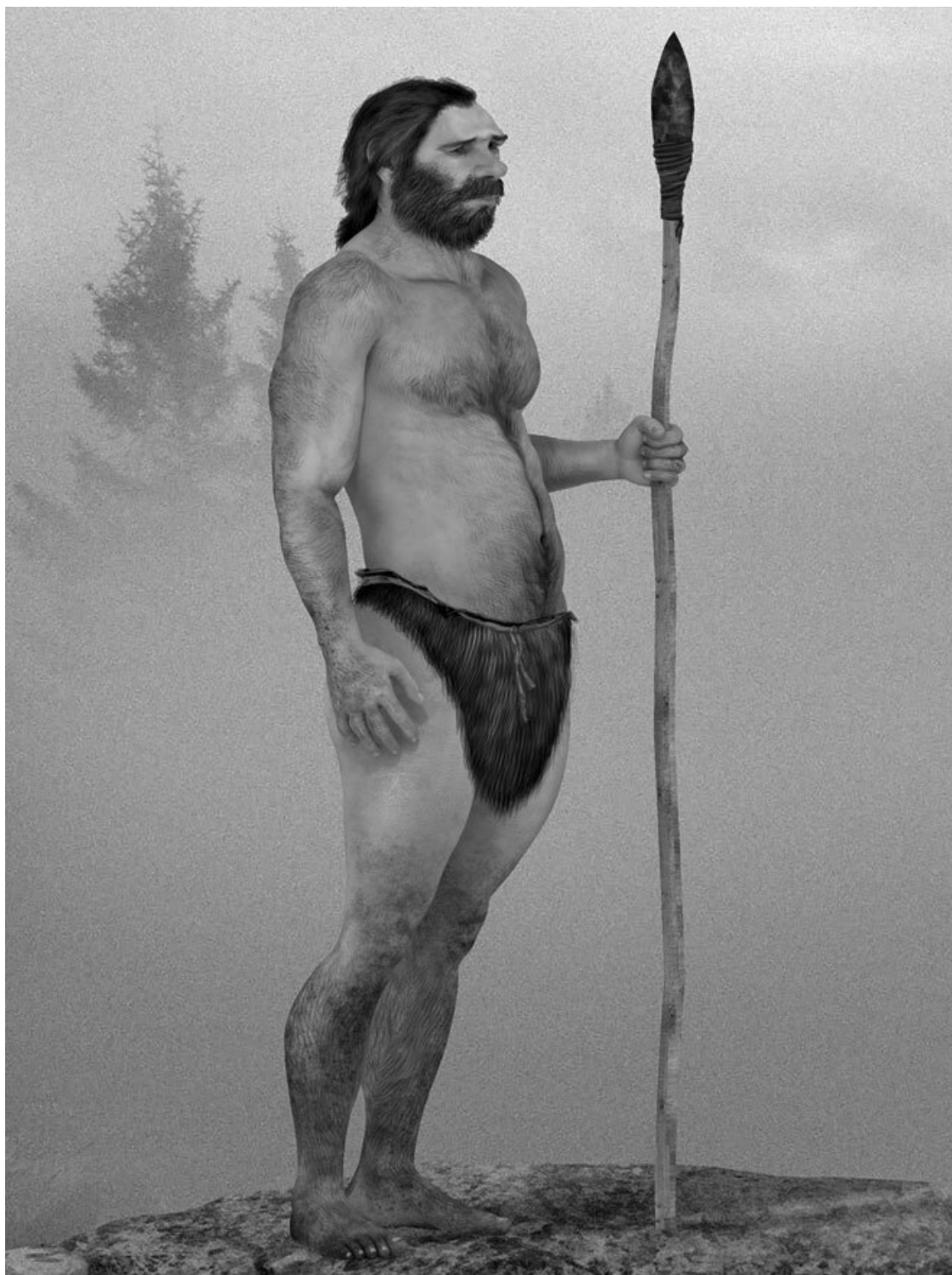
цев и монголов; и «королевских дочерей», чьими потомками являются многие современные жители Квебека; и рабов, происхождение которых удалось установить путем генетического тестирования афроамериканцев.

От вопросов, на которые мы попытаемся ответить по пути, голова идет кругом: как могут все 7,5 миллиарда людей, составляющих человеческую популяцию, происходить от нескольких живших в Африке доисторических племен? Почему у австралийских аборигенов темная кожа и курчавые волосы, а у их ближайших соседей в Индонезии раскосые глаза? Почему некоторые генетические заболевания специфичны для Квебека? Почему баски говорят на языке, не имеющем ничего общего с другими европейскими языками? Почему представители некоторых народов способны усваивать молоко даже во взрослом возрасте? Как связаны между собой культурное и генетическое разнообразие?

Эта долгая история, записанная в наших генах, сегодня вызывает всеобщий интерес: ведь теперь каждый может, отправив специалистам немного слюны, узнать о своей генетической родословной. Мы разберемся, как следует интерпретировать эти порой обескураживающие результаты.

Обращение к прошлому ничуть не мешает смотреть в будущее. Существует ли предел увеличения продолжительности жизни? Как повлияет на нас окружающая среда? А главное – какой путь следует избрать, чтобы человеческая эпопея продолжалась в гармонии с планетой? Итак, путешествие начинается!

## Часть 1 Первые шаги



*Неандерталец. Реконструкция*

## 7 миллионов лет назад Расхождение с шимпанзе



Демократическая Республика Конго. В 25 километрах от ее столицы, Киншасы, среди тропического дождевого леса расположилось несколько каменных зданий – мирное пристанище для наших родственников. Приют *Lola ya bonobo* («Рай для бонобо») – единственное место в мире, где заботятся об осиротевших бонобо, жертвах незаконной торговли экзотическим мясом. Приматы живут более или менее свободно в обширном заповеднике, окружающем лагерь, где растут деревья с досковидными корнями. Детеныши бонобо неспособны прокормиться самостоятельно, и конголезские «няни» кормят их из бутылочки с соской.

Когда смотришь, как эти малыши, насытившись, верещат на руках у приемных матерей и ссорятся друг с дружкой, кажется, что ты попал в детский сад. Детеныши бонобо ведут себя точь-в-точь как человеческие дети – сходство просто потрясающее! Но когда жил наш общий с бонобо предок? Может ли ДНК подсказать, когда линия людей разошлась с линией больших человекообразных обезьян? Иначе говоря, помогает ли генетика понять, когда началась человеческая история?

Наблюдая за человекообразными обезьянами, невозможно не заметить, что мы состоим с ними в близком родстве. Однако нам понадобились Чарльз Дарвин и его теория эволюции, чтобы в это поверить. На самом деле человек принадлежит к отряду приматов, точнее – к парвотряду обезьян Старого Света (*гоминида* на жаргоне палеонтологов): наши ближайшие родственники – шимпанзе и бонобо, чуть более дальние – гориллы, затем – орангутаны. Мы не произошли от больших обезьян – мы с ними в родстве. Итак, наши ближайшие родственники – группа, в которую входят шимпанзе и бонобо. И наоборот: ближайший родственник группы шимпанзе и бонобо – человек, а значит, и шимпанзе ближе к человеку, чем к горилле.

Точное понимание этих родственных связей дает нам генетика. С начала 2000-х годов наука заметно продвинулась вперед: секвенирование генома (то есть чтение ДНК) нашего вида, затем – шимпанзе, бонобо, гориллы, а потом и орангутана позволило сравнить и уточнить генеалогию каждого. И все это – благодаря четырем буквам: А, С, Т и G. Эти буквы (первые буквы названий молекул аденина, цитозина, тимина и гуанина, представляющих собой бусины

в четках ДНК) составляют алфавит, на котором записывается геном всего живого на Земле. У всех один и тот же молекулярный механизм, одни и те же буквы – у нарцисса, у водоросли, у птицы. Отчего такая универсальность? Оттого, что все формы жизни на Земле – потомки молекулы, появившейся примерно 3,5 миллиарда лет назад. Мы все унаследовали от нее один генетический механизм, который позволяет прочесть всю информацию, содержащуюся в ДНК.

Генетический код универсален, но порядок, в котором выстроены буквы, определяет уникальную запись генома того или иного вида. Например, ДНК человека – это ряд из трех миллиардов нуклеотидов (так называют молекулы А, С, Т и G), что равносильно тексту, занимающему 750 тысяч страниц, или 750 томам изданий «Плеяды»! Только в 2001 году биологи сумели до конца прочесть последовательность букв, составляющих этот длинный роман.

### ***Наш родственник на 98,8 %***

Благодаря этой работе и другим исследованиям, посвященным человекообразным обезьянам, ученые сумели дать количественную оценку нашим родственным связям. Это сравнение крайне важно: чем ближе друг к другу два вида в огромной генеалогии живого мира, тем более схожи между собой последовательности оснований их ДНК. К каким же выводам пришли ученые? Наша ДНК совпадает с ДНК шимпанзе на 98,8 %. Иными словами, мы отличаемся от шимпанзе лишь на 1,2 % нашего генома!

Это одновременно и много, и мало. Человеческая ДНК состоит из трех миллиардов пар нуклеотидов, и 1,2 % – это 35 миллионов различий, образовавшихся постепенно и случайно. Генетическое расхождение, вызывающее различия между двумя видами, всегда начинается с мутации, затрагивающей нуклеотид: то есть буква А превращается в Т, или происходит любая другая комбинация. Затем эта мутация проходит через фильтр естественного отбора. Если она слишком сильно повреждает клеточные механизмы, то особи, несущие в себе эту мутацию, погибают или не размножаются; но если мутация дает особи какое-то преимущество, она получает возможность передаться следующим поколениям и в каждом новом поколении будет встречаться все чаще. Замечу, что большинство мутаций нельзя назвать благоприятными или неблагоприятными: они нейтральны, поскольку лишь незначительная часть нашей ДНК транслируется в протеины. Мутации сохраняются из поколения в поколение или случайным образом медленно исчезают.

Помимо 1,2 % различий, при сравнении ДНК человека и шимпанзе можно заметить еще кое-что важное: отдельные части генома, имеющиеся у одного вида, отсутствуют у другого. Биологи называют добавление фрагмента ДНК *инсерцией*, а его утрату – *делецией*. Такие различия в цепочке ДНК встречаются реже, чем мутации, но, поскольку они затрагивают длинные последовательности нуклеотидов (основных молекул двойной спирали), пропорционально их доля в геноме больше. Так что 500 тысяч инсерций и делеций соответствуют нашим отличиям от шимпанзе на 90 миллионов нуклеотидов.

Ученые сравнили не только ДНК человека и шимпанзе, но и геномы двух больших человекообразных обезьян одного вида. И получили удивительный результат, связанный с географическим распределением видов. Возьмите карту мира и нанесите на нее места обитания популяций больших обезьян: главное различие между нами и нашими сородичами сразу бросится в глаза. Если представители вида *Homo sapiens* расселились по всей планете, то наши ближайшие родственники – шимпанзе, бонобо и гориллы – живут лишь в некоторых регионах Центральной Африки. А чуть более дальний наш родственник, орангутан, не покидает тропики Юго-Восточной Азии.

Хотя наш вид распространен повсеместно, именно у него самый низкий уровень генетического разнообразия: мы все одинаковы на 99,9 %. Если сравнить буква за буквой ДНК двух любых живущих на планете людей, то в среднем один человек будет отличаться от другого на одну букву из тысячи. По сравнению с большими обезьянами это мало: у двух шимпанзе

из Центральной Африки примерно в два раза больше генетических различий, чем у любых двух человек. Что же касается орангутанов с острова Борнео, между ними генетических различий втрое больше, чем между людьми.

Эта генетическая однородность – следствие нашей демографической истории. Действительно, на протяжении большей части периода эволюции нашего вида его численность была невелика по сравнению с другими приматами. Генетические данные указывают на то, что в промежутке от миллиона до 100 тысяч лет назад шимпанзе и бонобо насчитывалось намного больше, чем людей. Не удивительно ли это, учитывая, что сегодня нас больше 7 миллиардов и мы оккупировали все экосистемы на Земле?

### *Главное разделение*

Итак, нас отделяют от шимпанзе (и от бонобо, считающегося одним из двух видов шимпанзе) тонкие, как папиросная бумага, генетические различия. Причина одна: в относительно недавнем прошлом мы с шимпанзе составляли единое целое. Но когда же мы расстались? Когда линия людей разошлась с той, от которой произошли шимпанзе? Генетика ответила на этот вопрос после настоящего научного сериала. Чтобы понять первый неожиданный поворот его сюжета, нам нужно разобраться с методом, который использовали биологи: знаменитыми молекулярными часами. Принцип их действия прост: чем больше времени проходит с момента существования общего предка двух линий, тем больше накапливается мутаций и тем больше особенностей формируется у каждой из линий. Определив коэффициент мутации за единицу времени и предположив, что он остается постоянным, можно дойти до точки расхождения двух линий.

Основываясь на этом принципе, биологи поначалу решили, что люди и орангутаны разошлись по меньшей мере 13–15 миллионов лет назад, а люди и шимпанзе – 5 или 6 миллионов лет назад. Это невозможно, тотчас возразили антропологи: такая датировка противоречила их данным. Возраст оррорина, одного из первых представителей человеческого рода, открытого Брижитт Сеню и Мартином Пикфордом, – примерно 6 миллионов лет; другая претендентка на роль «самого древнего человека» (пусть даже спорная) – Тумай, череп которой был найден Мишеллем Брюне, – жила около 7 миллионов лет назад.

С появлением высокоэффективных методов секвенирования ученым пришлось пересмотреть скорость хода молекулярных часов. Сравнивая ДНК детей с ДНК их отца и матери, можно напрямую подсчитать количество новых мутаций, появляющихся в каждом поколении. У каждой особи примерно 70 новых мутаций (от 20 до 40 по сравнению с материнской ДНК и от 20 до 40 по сравнению с отцовской). Впрочем, число это очень непостоянное, и иногда количество мутаций доходит до 100. Оно зависит от возраста отца в момент рождения ребенка. Чем старше отец, тем больше мутаций, тогда как возраст матери на их число почти не влияет.

Таким образом, у детей немолодого отца количество мутаций больше, чем у детей молодого отца. Не может ли это быть одним из объяснений аутизма? Поскольку риск аутизма у ребенка повышается с возрастом отца, исследователи поддались соблазну усмотреть здесь связь: аутизм может быть следствием роста числа новых мутаций, передаваемых отцом, с увеличением его возраста. Но эта гипотеза обходит стороной важный факт: доля генома, на который могла бы воздействовать мутация, на самом деле незначительна. С теми или иными функциями организма связано менее 5 % генома. Так что вероятность влияния на них этих мутаций очень мала. В итоге эта версия происхождения аутизма была отвергнута.

На основе среднего числа мутаций в поколении были смоделированы новые молекулярные часы. И оказалось, что они вдвое медленнее, чем прежние! По ним для накопления определенного числа генетических различий времени требуется вдвое больше, чем по старым. Иначе говоря, все датировки нужно умножать на два. Так, разделение людей и шимпанзе должно было произойти 10 миллионов лет назад, а разделение людей и орангутанов – более 20 милли-

онов лет назад. Но это слишком рано по сравнению с данными ископаемых останков. Что за чертовщина? Есть ли возможность как-то примирить генетику и палеоантропологию?

Ответ – да. Ученым пришлось договориться между собой, для начала ответив на вопрос, можно ли вообще соотнести генетические данные с датировками ископаемых останков. По сути, генетические данные нужны для того, чтобы определить момент, после которого два вида полностью перестали скрещиваться между собой. Палеоантропологи же пытаются найти самое древнее ископаемое существо, которое можно отнести к человеческой линии: для этого существу (примату) достаточно оказаться двуногим. Расхождение двух видов (видообразование) не обязательно должно было произойти мгновенно. Скрещивания между двумя зарождавшимися видами могли продолжаться довольно долго. Но ископаемые останки не дают информации об этих возможных скрещиваниях. Например, ничто не позволяет выяснить, могли ли особи того вида, к которому принадлежал оррорин, скрещиваться с предками шимпанзе. Если это действительно происходило, данные анализа ископаемых останков неминуемо будут указывать на более ранний период, чем генетические данные.

При этом коэффициенты мутаций, необходимые для расчета времени расхождения видов, по сей день остаются удивительно неточными: их значения колеблются от однозначных до двузначных чисел! В настоящее время рассматривается несколько гипотез, помогающих сделать поправки и увязать данные между собой: расчеты, производимые на основе неполных данных о семействах, не позволяют выявить все мутации и приводят к их недооценке, давая слишком медленные молекулярные часы; молекулярные часы идут не с постоянной скоростью: порой они ускоряются – в частности, у людей их скорость зависит от репродуктивного возраста, который менялся в ходе эволюции приматов; наконец, скорость мутаций может варьироваться в разных частях генома и оставаться постоянной лишь для определенных его участков.

Биологи уже проверили последнюю гипотезу. Исходя из того, что коэффициент мутаций внутри ДНК менялся, они уточнили расчеты времени расхождения людей и шимпанзе и получили результат: от 7 до 8 миллионов лет назад. Такая датировка куда лучше согласуется с данными анализа ископаемых останков.

### *Не такие уж дальние родственники...*

Итак, около 7 миллионов лет минуло с тех пор, как мы были едины с шимпанзе и бонобо. За это время человечество успело превратиться в *Homo sapiens* – правда, исследователи человекообразных обезьян неустанно подвергают сомнению разделяющую нас пропасть. Шимпанзе, как и мы, используют орудия, собираются в группы для защиты своей территории от непрошенных гостей и способны вырабатывать стратегии союзничества в политических целях. У человекообразных обезьян существуют свои традиции и даже культуры, они общаются между собой и объединяются для решения общих задач – охоты или защиты территории...

Все эти открытия указывают на несостоятельность пресловутых определений «собственно человеческого», которые веками пытались сформулировать философы. И все же некоторые наши особенности явно свойственны только нам, людям: например, полный бипедализм (хождение на двух ногах), большой мозг и сложный язык. Почему у людей, когда они эволюционно разошлись с шимпанзе, сформировались все эти особенности? Поможет ли генетика осмыслить эволюционную историю человечества?

Сейчас существует две основные гипотезы, объясняющие, почему наш вид обзавелся большим головным мозгом: гипотеза социального мозга и гипотеза экологического мозга. Согласно гипотезе экологического мозга, движущей силой эволюции к более крупному мозгу была необходимость находить пищу на большой территории в непредсказуемых условиях. Действительно, среди приматов и среди млекопитающих в целом у плодоядных животных, которым для пропитания приходится искать спелые плоды, мозг по своей структуре отличается от

мозга тех животных, которые едят исключительно листья. А тем, кто, подобно нам, питается еще и мясом, нужен особенно развитый мозг.

Согласно гипотезе социального мозга, изменения мозга, в том числе увеличение его размера, были связаны с жизнью в больших группах с разнообразными социальными связями. Такая социальная сложность порождала давление естественного отбора, заставлявшее мозг формировать больше нейронных связей, в том числе на уровне мозжечка, объем которого постоянно увеличивался на протяжении всей человеческой эволюции. Конечно, эти гипотезы не являются взаимоисключающими. Чтобы есть мясо, нужно охотиться или разыскивать падаль. А когда члены популяции занимаются тем и другим сообща, популяция несомненно получает преимущество.

Кроме того, высказывалось предположение, что увеличение объема мозга было связано с освоением огня: от приготовленного на огне мяса организм получает больше калорий, чем от сырого. Мозг поглощает много энергии, и увеличение его размера вполне могло произойти благодаря освоению огня. Однако эта гипотеза плохо согласуется с тем фактом, что люди стали регулярно использовать огонь лишь около 400 тысяч лет назад, тогда как их мозг начал заметно расти еще 1,7 миллиона лет назад.

Может быть, до нас просто не дошли свидетельства более раннего использования огня? Специалисты по истории первобытного общества скептически относятся к такому предположению. В то же время есть множество подтверждений тому, что древние люди занимались кулинарией, то есть обрабатывали продукты перед употреблением в пищу. Они использовали орудия для измельчения мяса и клубней, что позволяло извлечь из них больше калорий: доказано, что приготовленная таким образом пища дает человеку значительно больше калорий на грамм, чем не подвергнутые обработке продукты.

### *Драма двуногих*

Как бы то ни было, ясно одно: человеческий мозг увеличивался в размере на протяжении всей истории (по сравнению с мозгом австралопитека он вырос втрое). Это оказало колоссальное влияние на нашу эволюцию. Постоянный бипедализм, приобретенный более 3 миллионов лет назад еще австралопитеками, привел, среди прочего, к изменениям в строении таза, который оказался в некоторой степени зажат. Вместе с тем размеры черепа продолжали расти, что делало роды все более сложными. Это явление называют акушерским парадоксом. Роды у человека проходят опаснее и тяжелее, чем у человекообразных обезьян. В частности, это третья по частоте причина женской смертности в регионах с низким качеством здравоохранения. Именно поэтому во всех человеческих обществах женщины рожают с посторонней помощью. Как справедливо отмечает один из моих коллег, самая древняя профессия в мире – акушерство.

Однако эволюция все же нашла способ облегчить женщинам роды: человеческие младенцы рождаются недоразвитыми по сравнению с детенышами других приматов. Объем мозга новорожденного ребенка составляет лишь 23 % от объема мозга взрослого человека (у новорожденных шимпанзе – 40 % от объема мозга взрослого шимпанзе). И эта незрелость длится очень долго: с биологической точки зрения мы взрослеем лишь к 15 годам!

Столь продолжительный ювенильный период – наше третье серьезное отличие от других крупных приматов. Благодаря ему дети вынужденно взаимодействуют с группой себе подобных и развиваются в сложной системе социальных отношений. К тому же с момента рождения мы уже распознаем человеческие лица; мы – социальные животные. Новорожденный зависит от других людей, без них ему не выжить; более того, человеческие младенцы, в отличие от детенышей других приматов, зависят не только от своей матери. Когда мать ребенка умирает, его шансы на выживание, конечно, снижаются, но если осиротевший шимпанзе в этом случае

долго не протянет, то о человеческом детеныше, скорее всего, позаботятся другие члены племени или общества. У шимпанзе случаи усыновления редки...

Кроме того, незрелость человеческих детенышей сказывается на возрастной пирамиде внутри групп. В стае шимпанзе у каждой самки, как правило, всего один или, в редких случаях, два детеныша младше пяти лет (шимпанзе старше пяти лет уже могут прокормиться сами). Обычно самка обзаводится новым потомством лишь после того, как ее предыдущий детеныш становится самостоятельным, то есть каждые четыре-пять лет. В человеческих семьях, напротив, у одной матери зачастую бывает несколько разновозрастных детей: ведь должно пройти не меньше пятнадцати лет, прежде чем младший ребенок сможет сам себя прокормить.

Искушенный наблюдатель легко заметит и еще один очевидный факт: в стае шимпанзе почти не бывает пожилых самок, вышедших из репродуктивного возраста. Похоже, если не считать некоторых китообразных, мы – единственный вид, самки которого живут дольше репродуктивного периода и достигают менопаузы. Если бы шимпанзе делали семейные фотографии, эти снимки не имели бы ничего общего с теми, что стоят у многих людей на каминной полке: на первых были бы лишь самки репродуктивного возраста, заботящиеся каждая об одном малыше, на вторых – пожилые женщины, не обремененные собственными малолетними детьми, в окружении молодых матерей, воспитывающих по несколько детей разного возраста.

Завершу этот перечень наших биологических особенностей тем фактом, что существуют теории, связывающие два последних явления. Поскольку требуется не менее пятнадцати лет, чтобы вырастить ребенка, а жизнь ребенка, в свою очередь, зависит от выживания матери, с точки зрения эволюции есть несомненная польза в том, чтобы мать доживала хотя бы до того времени, когда младший из ее детей достигнет пятнадцатилетнего возраста. Другие исследования показывают, что среди детей, у которых жива бабушка, выживаемость выше, поскольку бабушки помогают их растить.

Получается, что женщины, вышедшие из репродуктивного возраста, участвуют в уходе за детьми; накопленные ими знания и опыт способствуют выживанию группы. Эти преимущества компенсируют ту нагрузку, которую пожилые женщины создают для группы с точки зрения ресурсов (когда они уже не в состоянии сами себя прокормить). Стоит отметить, что практика социальной взаимопомощи у людей существует с очень давних времен. Так, древнейшее свидетельство альтруизма у доисторических людей обнаружилось в Грузии, в городе Дманиси (о нем я еще расскажу чуть дальше). Там была найдена беззубая челюсть старика, которой около 1,8 миллиона лет; судя по всему, старик уже не мог прокормиться сам, но выжил, поскольку о нем позаботилось племя.

### ***Так что же скрывают наши гены?***

Итак, ряд самых значимых биологических различий между человеком и другими крупными приматами касается нашего жизненного цикла: в каком возрасте мы становимся взрослыми, в каком возрасте и как часто размножаемся, когда умираем. Но отражаются ли эти особенности в наших генах? Сравнив 14 тысяч генов человека и шимпанзе, ученые обнаружили 500 генов с явными различиями. Эти гены связаны с иммунной защитой, репродукцией (сперматогенез), чувственным восприятием (обоняние, слух) и особенностями телосложения.

Результаты одного из ранних исследований указывали на то, что у людей быстро эволюционировали обоняние и слух, тогда как у шимпанзе подобное стремительное развитие затронуло бы гены, связанные с телосложением. В этом случае шимпанзе внешне должны были бы больше отличаться от нашего общего предка, чем мы. Но дальнейшие исследования этих выводов не подтвердили. Выяснилось, что эволюция обоняния и слуха скорее происходила по общей линии людей и шимпанзе. И все же установлено, что у людей есть специфические гены, связанные со слухом, а также с регуляцией развития.



Ни один из этих генов не помогает объяснить ни увеличение объема мозга, ни изменение жизненного цикла. В самом деле неясно, может ли генетическое различие повлечь за собой разницу в функции, и если да, то в какой именно. Парадигма «один ген – одна функция» осталась в прошлом. Один и тот же ген может быть связан с несколькими разными функциями, а несколько разных генов – с одной функцией, они могут взаимодействовать последовательно или одновременно, и т. д. К тому же до конца неизвестна роль всех генов. И даже если бы нам удалось изучить биологические механизмы, в которых задействовано большинство генов, было бы трудно, за исключением отдельных случаев, связать изменение нуклеотида с конкретным изменением одной или нескольких функций.

Существует связанный с развитием ген, который в последние десятилетия привлекает особое внимание биологов: это пресловутый ген *FOXP2*. Его мутация была обнаружена в одной человеческой семье, некоторые члены которой испытывали трудности с речью. Сейчас связь этого гена с речью точно установлена, поскольку поврежденный ген неизменно вызывает речевые расстройства. Судя по всему, *FOXP2* связан с мелкой и быстрой моторикой – речевая деятельность требует точности в произнесении звуков и быстроты в их соединении. И все же нельзя назвать его геном речи: трансгенные мыши, которых делают носителями человеческого гена *FOXP2*, не начинают говорить. Он лишь один из множества элементов речевого механизма.

Конечно, эти открытия впечатляют, но те немногие генетические различия, о которых нам известно, еще не позволяют выявить особенности, свойственные исключительно человеку. Странно было бы надеяться, что несколько генов помогут объяснить различия между двумя видами, как если бы человеческие черты появились одномоментно, по мановению волшебной палочки, в результате пары мутаций в геноме. Наши знания о человеческой эволюции указывают скорее на постепенные модификации, на мозаику комбинаций самых разных черт.

Мы знаем, что в ходе человеческой эволюции на африканской земле одновременно жило несколько видов, подвидов и родов. Так, в промежутке между 4 и 2 миллионами лет до наших дней небезызвестная Люси (*Australopithecus afarensis*) была современницей представителей другого, более могучего рода *Paranthropus*, очень сильно отличавшихся от нее телосложением, и первые люди жили на континенте одновременно с ними. У каждого из этих видов были определенные черты, которые обнаруживаются или не обнаруживаются в более поздних периодах. Трудно установить точные связи между сменявшими друг друга видами. Эволюция происходила не линейно, у нее было много ветвей, и некоторые из них уже исчезли.

Завершая этот раздел, посвященный генетике наших близких родственников, скажу следующее: главные различия между людьми и шимпанзе касаются функций, несомненно связанных с системами из множества генов, взаимодействующих между собой через механизмы регуляции. Вот почему исследователи уделяют все больше внимания тому, как изменяется экспрессия генов. Сегодня можно вычислить, какие гены экспрессировались в клетках – то есть транскрибировались («переписывались»), а затем транслировались в белки.

Хотя все клетки отдельно взятого человека или другого животного содержат одну и ту же ДНК, в разных органах они различны и в них экспрессируются разные гены. Клетки глаза функционируют как клетки глаза, клетки печени – как клетки печени. Исходя из этого, ученые задались вопросом: что, если различия между шимпанзе и людьми связаны не с самими генами, а с их экспрессией? Чтобы ответить на этот вопрос, можно сравнить количественные показатели экспрессии генов, то есть выяснить, какие гены экспрессировались и в каком объеме, в какой клетке и в какой момент развития. Результаты пока неутешительны: самые заметные вариации экспрессии генов были обнаружены не в мозге, а в печени и тестикулах. К тому же до сих пор ни для одного из двух видов не удалось выявить специфики экспрессии генов, связанных с психическими заболеваниями. А ведь именно они могли бы помочь объяснить когнитивный разрыв между нашими видами.

Важный вывод из сравнения геномов человека и шимпанзе состоит в том, что лишь очень немногие гены у наших видов появились в результате адаптации. Наши различия по большей части нейтральны, то есть вызваны случайным накоплением мутаций, которые распространились среди особей конкретного вида. Так что же, современный человек – всего лишь плод случайности? Лично я считаю, что такой взгляд в некотором роде позволяет поставить нас на место.

## 1,8–2,2 миллиона лет назад Первый выход из Африки

В 1991 году в Кавказских горах палеоантропологи совершили выдающееся открытие. Во время раскопок в грузинском городе Дманиси, окруженном лесистыми холмами, над которым высится средневековая крепость, они нашли много ископаемых человеческих останков, возраст которых оценивается примерно в 1,8 миллиона лет. Эти находки положили конец долгому спору о приблизительном времени выхода человека за пределы Африки. До тех пор единственными известными материальными свидетельствами такого исхода были найденные в Китае грубо обработанные предметы возрастом 2,2 миллиона лет; но при них не было обнаружено человеческих останков.

Итак, история человеческого рода за пределами Африки располагает теперь бесспорной географической и временной привязкой: Дманиси, 1,8 миллиона лет назад. Существует две гипотезы относительно того, кем был первый *Homo*, покинувший Африканский континент: это мог быть древний *Homo erectus* (человек прямоходящий, которого иногда причисляют к *Homo ergaster*), а мог быть *Homo habilis* (человек умелый, самый первый из рода *Homo*). Наиболее примечательное обстоятельство, связанное с найденными останками различных индивидов, – их морфологическое разнообразие, столь же выраженное, как между жившими в то время *Homo habilis* и первыми *Homo erectus*. Палеонтологи заключили, что это не различные виды сменяли друг друга на одной стоянке, а просто жившие там люди одного вида (их впоследствии назвали *Homo georgicus*) сильно различались внешне.

Но был ли это в самом деле первый выход из Африки? Как уже говорилось выше, по крайней мере еще один исход относится к более раннему периоду, о чем вроде бы свидетельствуют китайские находки возрастом 2,2 миллиона лет. Но как узнать, кто оставил эти следы? Важно помнить, что орудия используют не только люди, они бывают и у шимпанзе, пусть и весьма простые. Кроме того, если первые *Homo* долгое время ассоциировались с изготовлением орудий, то недавние раскопки в Кении ставят этот стереотип под вопрос: найденным там орудиям – конечно, примитивным – примерно 3,3 миллиона лет, то есть они были изготовлены за 500 тысяч лет до появления первых *Homo* (около 2,8 миллиона лет назад), в те времена, когда существовали только австралопитеки и парантропы. Таким образом, ассоциация «орудия – *Homo*» распадается, а приписать какому-то конкретному виду орудия, обнаруженные в Китае, становится проблематично.

Генетика могла бы помочь разобраться в отношениях между древними видами, но, к сожалению, это невозможно: найденные человеческие останки слишком древние, чтобы содержать ДНК. В процессе фоссилизации органическая материя понемногу исчезает и ДНК разрушается, распадается на мелкие фрагменты. На сегодняшний день самой старой человеческой ДНК, которую удалось исследовать, приблизительно 400 тысяч лет (и это уже огромное достижение!), а до 2 миллионов лет очень далеко...

### *Спор о мотивах*

Почему около 2 миллионов лет назад люди впервые покинули родную землю? Пришло ли в голову *Homo* того времени нечто такое, что заставило их попытать счастья за пределами Африки? С палеонтологической точки зрения это невероятно захватывающий период: именно тогда появились первые симметричные орудия – так называемые ашэльские рубила (по названию Сент-Ашеля, пригорода Амьена, где в 1872 году впервые были обнаружены подобные изделия).

Хотя симметрия не делает орудие более эффективным, она ясно указывает на развитие способности мыслить символами, а это новый этап в эволюции мозга. Отсюда и представле-

ние, надолго укоренившееся в умах специалистов: миграцию за пределы Африки предприняли *Homo*, наделенные интеллектом более высоким, чем у их предшественников, и способные изготавливать предметы не только с утилитарной целью, но и по абстрактным соображениям, для красоты. Эта точка зрения продержалась до тех пор, пока не была открыта стоянка в Дманиси, где не нашлось ни одного рубила!

В качестве объяснения исхода из Африки одно время рассматривалась и другая гипотеза: у *Homo*-первопроходцев был большой мозг. Некоторые исследователи предполагали, что это могло способствовать развитию абстрактного мышления и новых умственных и физических возможностей, в частности пробуждению интереса к неизведанному или готовности приспособиться к непривычным условиям. Но раскопки в Дманиси не оставили от этой теории камня на камне: мозг у *Homo georgicus* был не крупнее, чем у их африканских современников. А если брать соотношение между мозгом и ростом, относительный размер мозга *Homo georgicus* был даже меньше, чем у более древних африканских *Homo*.

Остается экологическая гипотеза: изменения окружающей среды, например сильные засухи, могли в некотором смысле изгнать каких-то *Homo* из Африки. Проблема в том, что, как показывают недавние палеоэкологические исследования, никаких заметных изменений окружающей среды, совпадающих по времени с распространением *Homo* за пределами Африки, не происходило. Они случались или намного раньше, 3 миллиона лет назад, или позже, 1,3–1,7 миллиона лет назад.

Во времена первых заселений стоянки в Дманиси, примерно 1,8 миллиона лет назад, климат на Кавказе был жарким и влажным, а затем, около 1,7 миллиона лет назад, приблизился к средиземноморскому. И независимо от степени влажности или засушливости среды обитания первых африканских *Homo*, анализ того, чем они питались, показывает, что они умели приспособливаться к разным условиям. Им удавалось обжиться в более или менее лесистых саваннах с более или менее жарким климатом.

Стало быть, детерминистские объяснения первого расселения людей за пределами Африки не выдерживают критики. И вопрос остается открытым: вышел ли *Homo georgicus* из Африки случайно? Из любопытства? Никто этого не знает. Зато нам известно, что несколько сотен тысяч лет спустя наш вид пустился в захватывающее путешествие по всему миру.

## **200–300 тысяч лет назад (Первое) Рождение современного человека**

**В 2017** году в центре внимания мировой общественности оказались человеческие останки, в частности один череп. «Открытие, переписавшее историю *Homo sapiens*» – такой заголовок появился в *Le Monde*. Журналисты наперебой брали интервью у Жан-Жака Юблена, сотрудника лейпцигского Института эволюционной антропологии общества Макса Планка и руководителя германо-франко-марокканской группы, которая проводила раскопки и нашла череп. Но что особенного было в этих костях? Почему они вызвали такой ажиотаж в СМИ? Дело в том, что они принадлежат самому древнему *Homo sapiens*

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.