

ЙОХАНЕС КРАУЗЕ,
ТОМАС ТРАППЕ

ПУТЕШЕСТВИЕ НАШИХ ГЕНОВ

ИСТОРИЯ
О НАС
И НАШИХ
ПРЕДКАХ

ПУТЕШЕСТВИЕ НАШИХ ГЕНОВ

Й. КРАУЗЕ, Т. ТРАППЕ



Annotation

Откуда мы пришли? Кто мы? Что отличает одних людей от других? Эти вопросы актуальны сегодня как никогда. Профессор Йоханнес Краузе (выдающийся молодой ученый, мировой эксперт в области археогенетики, директор Института истории человечества при Институте Макса Планка в Йене) и научный журналист Томас Траппе обращаются к предыстории, рассказывают о том, что гены говорят нам о нашем происхождении, и отвечают на многие вопросы:

- Существуют ли по-настоящему «местные» жители?
 - Почему первые европейцы были темнокожими?
 - Откуда в нашем геноме гены индейцев?
 - Почему анализ генома позволяет выделить отдельные группы европейцев, но не дает оснований для разделения по национальностям?
 - И наконец, почему наш континент немислим без иммигрантов?
-

- [Йоханнес Краузе](#)
 -
 - [Пролог](#)
 -
 -
 -
 -
 -
 -
 -
 -
 -
 -
 -
 -
 - [Источники](#)
 - [Благодарности](#)
 -
- [notes](#)
 - [1](#)
 - [2](#)
 - [3](#)
 - [4](#)
 - [5](#)

- [6](#)
 - [7](#)
 - [8](#)
 - [9](#)
 - [10](#)
 - [11](#)
 - [12](#)
 - [13](#)
 - [14](#)
 - [15](#)
 - [16](#)
 - [17](#)
 - [18](#)
 - [19](#)
 - [20](#)
 - [21](#)
 - [22](#)
 - [23](#)
 - [24](#)
-

Йоханнес Краузе

Томас Траппе

**Путешествие наших генов
история о нас и наших предков**



Johannes Krause
mit Thomas Trappe

**Die
Reise
unserer
Gene**

Eine Geschichte über uns
und unsere Vorfahren

Propyläen

**ΙΟΧΑΝΝΕΣ ΚΡΑΥΖΕ,
ΤΟΜΑΣ ΤΡΑΠΠΕ**

ПУТЕШЕСТВИЕ НАШИХ ГЕНОВ



ИСТОРИЯ О НАС
И НАШИХ ПРЕДКАХ

ПО  РТАЛ®

2020

Пролог

Ничего подобного с Европой еще никогда не происходило. Поток мигрантов, который через Балканы хлынул в центр континента, ознаменовал собой естественный (вот, пожалуй, наиболее точное слово) поворот времен. Ничто больше не было таким, как прежде. Прибыли несметные расширенные семьи, ориентированные на сельское хозяйство. Они хотели только одного: получить в свое распоряжение новую землю. У старых европейцев не было ни единого шанса. Сначала они отступили, а затем старая европейская культура исчезла. Люди, которые теперь населяли Европу, выглядели иначе, чем те, кого они вытеснили, — произошел круговорот народов.

С той решающей миграционной волны минуло восемь тысяч лет, но лишь недавно мы получили о ней достоверные сведения: вооруженные революционными технологиями, мы перемололи древние кости в пыль и экстрагировали из их ДНК истории, которые рассказываем в этой книге. Молодое научное направление — археогенетика — использует методы, развившиеся благодаря медицине, чтобы расшифровать древнее наследие, возраст которого составляет порой сотни тысяч лет. Археогенетика еще только развивается, но прорыв в знаниях, который она с собой принесла, бесценен. По человеческим костям из далекого прошлого мы узнаём не только генетические профили умерших, но и то, как они расширяли унаследованные территории, узнаём, когда и откуда пришли наши предки. Прибытие анатолийцев восемь тысяч лет назад — лишь одно из многочисленных перемещений в истории нашего континента. Археогенетика показывает, что людей с «чистыми» европейскими корнями нет — и никогда не существовало. У всех нас есть миграционное прошлое, о котором рассказывают наши гены.

Когда в 2014 году мы доказали иммиграцию анатолийцев, произошедшую в каменном веке, мы даже не подозревали, какой актуальный оборот примет эта тема несколько позже. Летом 2015 года снова началась миграция через Балканы в Центральную Европу. Многие европейские государства были этим обеспокоены, долгосрочный политический эффект этого события будет виден еще не скоро. В общем-то невинный лозунг «Мы справимся» расколол общество на два непримиримых лагеря. Сегодня противники миграции цитируют этот девиз с самоиронией, используя его, чтобы сказать ровно противоположное. Массовая иммиграция — не то, что можно преодолеть, и совсем не то, что

нужно просто принять. Дебаты вокруг миграционного пакта ООН показали, какой у этой темы взрывной потенциал. В Германии звучали громкие призывы не подписывать соглашение. Многие государства отказали бездомным в защите, поскольку она миграцию не ограничивала, а, скорее, подстегивала. Существуют политические дискуссии, в которых археогенетика не должна выступать в роли судьи. Она и не будет выполнять эту роль. Но она может помочь лучше разобраться в происходящем. Вне всякого сомнения, Европа — это тысячелетняя история прогресса, который был бы совершенно невозможен без миграции и мобильности людей.

Идея этой книги возникла «летом беженцев» — летом 2015 года. Археогенетика может внести свой вклад во многие общественные дебаты, которые велись с тех пор, — напрасны были бы усилия упокоить новые знания в прахе. Следующие страницы посвящены большим миграционным волнам, беспокоящим Европу с незапамятных времен, а также волнам, которые исходили из самой Европы и основали западный мир. Они освещают также тему вечного Балканского маршрута и конфликты, которые с незапамятных времен сопровождают миграции. Мы разберемся, почему первые европейцы были темнокожими. Узнаем, почему с помощью анализа генома можно разместить на карте отдельных европейцев, а вот народы или даже национальности генетически разграничить нельзя. Мы начнем с ледникового периода, который положил начало генетическому путешествию европейцев, и завершим современностью, когда мы близки к тому, чтобы влиять на нашу эволюцию. Конечно, в этой книге затрагивается не только и не столько политическая полемика. В первую очередь в ней объединяются познания археогенетиков об истории Европы.

Новые знания не годятся для категоричных споров. Вне всякого сомнения, пришельцы потеснили Европу и принесли с собой вместе с переменами многочисленные страдания — по крайней мере для охотников и собирателей, которые были вытеснены анатолийскими земледельцами. История миграции — это, помимо прочего, история смертельных болезней, например чумы, корни которой восходят к каменному веку. Вероятнее всего, именно она проложила через Европу смертельный путь, расчистив дорогу тем людям, потомки которых дали старт бронзовому веку. Книга — и в этом мы уверены — предлагает аргументы для тех, кто настроен против миграции, и для тех, кто хочет установить для нее жесткие границы. Однако мы надеемся, что после ее прочтения никто не будет оспаривать тот факт, что мобильность — в природе человека. Конечно, особенно рады авторы будут, если читатели приблизятся к их точке зрения. Заключается она в том, что выдержавшее тысячелетние испытания глобальное общество и в

будущем будет представлять собой ключ к прогрессу, по крайней мере (и в первую очередь) для Европы.

Над этой книгой работали два автора. Первый из них — Йоханнес Краузе, который со следующей главы возьмет на себя роль рассказчика и будет обращаться к читателю от первого лица. Краузе (и это пишет уже второй автор, у которого есть на то все основания) принадлежит к числу наиболее выдающихся мировых экспертов в области археогенетики. Он занимает должность директора Института истории человечества при Институте Макса Планка в Йене. Его соавтору, Томасу Траппе, выпала задача не только сделать из обширных знаний Краузе компактное повествование, но и вписать его в современные рамки, встроить в актуальную политическую повестку. За прошедшие годы Траппе уже успел в качестве журналиста поработать с Краузе; кроме того, занимался он и вопросами национализма, а также современным народомыслием. В ходе многочисленных бесед авторы решили объединить в одной книге науку и современные актуальные споры.

Начать мы хотим с короткого экскурса в азы археогенетики и с останков древнего пальца, который мощнейшим образом повлиял на научный путь Краузе. Этот палец шокировал нас знаниями о новом виде человека и косвенно указал на родство ранних европейцев с неандертальцами.

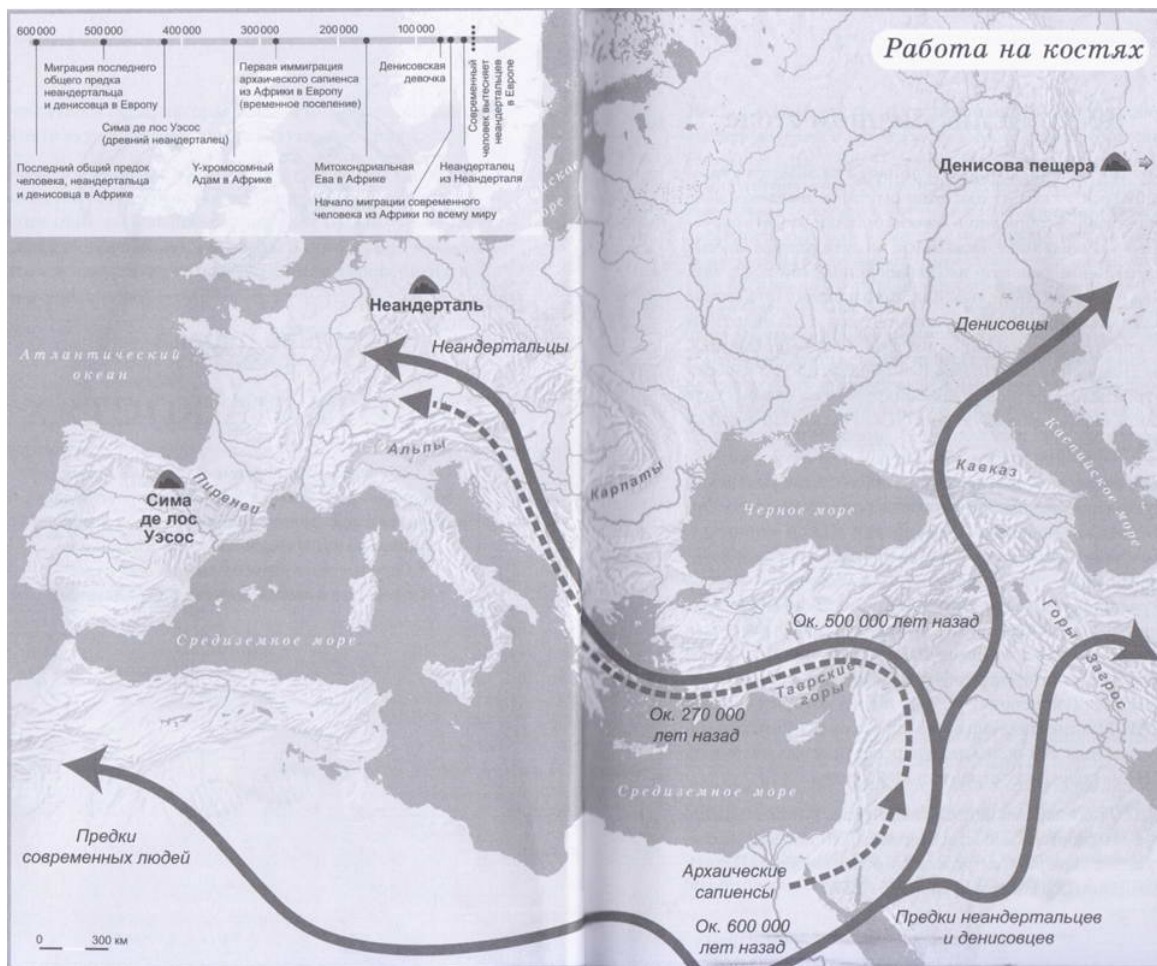


Глава первая

Работа на костях

- Сибирский палец указывает нам на новых доисторических людей • У генетиков — золотая лихорадка и волшебные машины • Адам и Ева жили отдельно • Неандертальцы были обманом
- Парк Юрского периода сводит всех с ума • И да, мы все — родственники Карла Великого





Кость на письменном столе

Кончик пальца, который я обнаружил зимним утром 2009 года у себя на письменном столе, на самом деле представлял собой лишь жалкие останки. Ноготь отсутствовал, кожа тоже. Оставался, по сути, только кончик дистальной фаланги, не больше вишневой косточки. Как я впоследствии выяснил, принадлежал он девочке пяти-семи лет. Кончик кости лежал в стандартном конверте с мягким наполнителем и прибыл издалека, из Новосибирска. Не каждый обрадуется, если перед утренней чашечкой кофе обнаружит на своем столе часть тела, прибывшую почтой из России. Но я-то как раз был рад.

Примерно за 10 лет до того, в 2000 году, американский президент Билл Клинтон провел в Белом доме пресс-конференцию, посвященную проекту «Геном человека». Спустя десятилетия напряженной работы,

сопровождаясь миллиардными инвестициями, было объявлено о расшифровке человеческого генома. Тема ДНК обсуждалась повсеместно, даже «Франкфуртская всеобщая газета» вышла без фельетона, чтобы разместить у себя на полосах последовательности человеческого генома — бесконечную цепочку А, Т, Ц и Г, из которых состоит ДНК. Многие внезапно осознали, какое значение обретает генетика. Все обсуждали перспективу рассматривать ДНК человека как строительный чертеж.

В 2009 году наука заметно приблизилась к этой цели. В то время я работал как постдокторант в лейпцигском Институте эволюционной антропологии общества Макса Планка, известном под аббревиатурой MPI-EVA.

Уже тогда Институт был местом номер один в мире для исследователей и исследовательниц, которые хотели секвенировать ДНК из старых костей с помощью высоких технологий. Этому предшествовали невероятные усилия генетиков, научные изыскания, длившиеся десятилетиями. Благодаря им с помощью кости пальца, лежавшей на моем письменном столе, стало возможно хотя бы в какой-то степени описать историю возникновения человечества. Дело в том, что сибирская находка была частью останков девочки, жившей 70 тысяч лет тому назад. А эта девочка принадлежала к доселе неизвестному виду древних людей. Об этом поведали пара миллиграммов костяной пыли и сложное устройство для секвенирования генома — секвенатор. Еще несколько лет назад было технически невозможно, даже невероятно, по крошечному кусочку пальца определить кому он принадлежал. Но маленькие кусочки кости рассказали нам не только это. Благодаря им мы также узнали, что связывает нас, ныне живущих, с той доисторической девочкой и чем она от нас отличается.

Миллиард в день

Концепция ДНК как строительного чертежа жизни известна уже более сотни лет. В 1953 году Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик, благодаря проведенной ранее Розалиндой Франклин работе, узнали структуру ДНК. Через 9 лет Уотсон и Крик получили за это Нобелевскую премию по медицине. Франклин к тому моменту уже скончалась — она прожила всего 37 лет. Именно медицина с тех пор стимулировала исследования ДНК, и в конце концов объявила о проекте по расшифровке генома человека.

Важнейшей вехой на пути к расшифровке и прочтению ДНК в 1980-е годы стало развитие полимеразной цепной реакции ^[1].

Этот процесс лег в основу работы современных секвенаторов, которые прочитывают последовательности оснований молекулы ДНК. С 2000-х годов эти устройства существенно развились. Каждый, кто помнит свой старый кнопочный телефон, а сегодня имеет смартфон, может представить, насколько быстро развивалась техника, в том числе та, что используется в области генетики. Несколько чисел помогут понять, в каком направлении мы движемся, когда речь идет о расшифровке ДНК. Геном человека состоит из 3,3 миллиарда пар оснований ^[2]. Чтобы расшифровать информацию о наследственности человека, потребовалось 2003 года (полный геном человека был расшифрован в 2003 году под руководством Джеймса Уотсона), однако даже после окончания проекта «Геном человека» потребовалось еще больше 10 лет, чтобы дополнительно проанализировать некоторые участки ^[3]. Сегодня в нашей лаборатории мы исследуем по миллиарду пар оснований в день. Пропускная способность приборов за последние 12 лет увеличилась в сотни миллионов раз, и сегодня на одной такой машине мы способны декодировать 300 человеческих геномов в день. За 10 лет по всему миру совершенно точно будут расшифрованы геномы миллионов человек. При этом будущее развитие технологий до сих пор почти повсеместно недооценивается. Секвенировать ДНК будет еще быстрее и дешевле, эта возможность станет общедоступной. В среднем исследование генома стоит дешевле, чем большая гемограмма. Легко представить, что для молодых родителей расшифровка генома новорожденного скоро станет рутинной.

Секвенирование ДНК предлагает невероятные возможности, по крайней мере в области раннего распознавания генетической предрасположенности к определенным болезням. И потенциал этого метода будет расти ^[4]. Пока медицина расшифровывает геномы ныне живущих людей для лучшего понимания болезней и развития новых методов лечения и лекарственных препаратов, археогенетики используют технологии, развившиеся в сфере генетики человека, чтобы анализировать археологические находки — древние кости, зубы или даже образцы почвы. Это позволяет делать выводы о происхождении давно умерших людей. Для археологии при этом открываются совершенно новые пути. По-новому обстоят дела не только с теориями и интерпретациями. Даже миграционное движение людей на основе генетического анализа можно установить с доселе невиданной точностью. Расшифровка старых ДНК для археологии примерно так же важна, как другая техническая революция, свершившаяся в

50-е годы прошлого века. Тогда метод радиоуглеродного анализа перевел датировку археологических находок на совершенно новые рельсы. С ним впервые стала возможной надежная датировка человеческих останков с точностью чуть ли не до года^[5]. Археогенетика теперь также позволяет читать прошлое по фрагментам скелетов, устанавливая взаимосвязи, о которых не знали даже сами обладатели костей. Таким образом человеческие останки (а некоторые из них пролежали в земле десятки тысяч лет!) становятся ценными посланиями из прошлого. В них записаны истории наших предков, которые мы рассказываем в этой книге. Причем некоторые истории публикуются впервые.

Прогресс через мутации

Молодая наука археогенетика может помочь с ответами на некоторые старейшие и важнейшие вопросы человеческой истории: что делает нас людьми? Откуда мы ведем свое происхождение? Как мы стали теми, кем являемся сегодня? Один из выдающихся пионеров в этой области — Сванте Паабо. В 1999 году он стал директором Института эволюционной антропологии в Лейпциге. Будучи ученым по натуре, в 1984 году, во время учебы в Упсальском университете, он практически тайком, ночами в лаборатории экстрагировал ДНК египетской мумии. Это стало началом большой карьеры. В 2003 году Паабо взял меня к себе дипломником в Лейпциг. Когда два года спустя я должен был выбрать тему докторской, он предложил мне присоединиться к его команде, которая расшифровывала геном неандертальца. Это было настоящее безумие: при тогдашнем состоянии техники для такого предприятия требовались десятилетия. К тому же мы должны были бы перемолоть дюжины килограммов настоящих неандертальских костей. Но я доверился Паабо и его способности реалистично оценить проект. Я принял вызов, и мое решение оказалось верным. Техника секвенирования развивалась так быстро, что просто захватывает дух. Благодаря этому мы завершили свою работу три года спустя, и костей нам понадобилось гораздо меньше, чем планировалось.

Вот тогда и попал ко мне кусочек пальца с Алтая. Такие кости — носители данных в археогенетике. Благодаря им мы можем получить ключи ко многим разгадкам. Относится ли первобытный человек, которому принадлежала кость, к нашим прямым предкам или его ветвь вымерла? Чем его наследственный материал отличается от нашего? Геном первобытного

человека становится шаблоном, с которым мы сравниваем наши сегодняшние ДНК. Как исследователей, нас интересуют места, которые не совпадают с шаблоном. Это позиции, по которым наша ДНК изменилась, мутировала. Возможно, звучит не слишком приятно, но мутация — не только двигатель эволюции, но и причина, по которой человек и шимпанзе сегодня смотрят друг на друга по разные стороны решетки в зоопарке. Для археогенетики мутации — это вехи истории человечества.

За то время, что вы читаете эту главу, ДНК в миллионах клеток вашего тела химически меняется: она должна постоянно ломаться и обновляться в коже, кишечнике — повсюду. Если при этом что-то идет не так, мы говорим о мутациях. Они случаются очень часто, что, учитывая высокую частоту обновления клеток, совсем неудивительно. Как правило, тело тут же чинит мутации, но починка срывает не всегда. Если мутации встречаются в половых клетках, то есть в сперматозоидах и яйцеклетках, эти мутации могут передаваться по наследству следующему поколению. При этом включается собственная защитная функция организма: зародышевые клетки с мутациями, несущими в себе тяжелые заболевания, чаще всего умирают. Если мутации маленькие, этого произойти не должно. Тогда генетические изменения наследуются ^[6].

Генетические изменения, которые ведут к большему числу последствий, распространяются в популяции быстрее всего — они чаще передаются дальше. Например, то, что у человека меньше волос, чем у его дальнего родственника, человекообразной обезьяны, — следствие многочисленных мутаций: вместо волос у человека развивались потовые железы. Благодаря этой новой охлаждающей системе умеренно волосатый первобытный человек мог дольше бежать и убегать, соответственно, дольше жил и имел больше шансов оставить потомство. Первобытные люди с наследственностью, которая обеспечивала больше волос, напротив, вымерли. Большинство мутаций не целенаправленны и ни к чему не ведут. Они либо не оказывают никакого воздействия на организм, либо вредят ему и подвергаются негативной селекции — отсортировываются. Редкие исключения, изменения, необходимые для выживания и размножения, ждет положительная селекция. Такие мутации распространяются и постоянно развиваются. Следовательно, эволюция — это вечная игра случая.

Вас приветствует первобытный человек

Взгляд на наследственный материал старых костей для археогенетика сравним с путешествием на машине времени. Основываясь на ДНК наших предков, которые жили десятки тысяч лет тому назад, мы можем узнать, какие мутации закрепились у ныне живущих людей, а какие исчезли. На такие знания рассчитывали и мы, анализируя палец из России.

Анатолий Деревянко, один из самых прославленных российских археологов, нашел кость возрастом 70 тысяч лет в Денисовой пещере, на Алтае, на высоте примерно 700 метров. Этот горный массив находится посреди Азии, более чем в 3500 километрах восточнее Москвы, на русской границе с Китаем, Казахстаном и Монголией.

Денисова пещера — это не только любимое многими место паломничества, но и настоящий клад для ученых, которые уже многие годы регулярно находят здесь кости и обработанные человеком предметы из каменного века. То, что Алтай расположен так глубоко в Сибири, как только можно себе представить, — большое преимущество: холод консервирует находки особенно хорошо. Когда Сванте Паабо, несколько его коллег и я прибыли в этот регион в начале 2010 года для встречи с Деревянко, я узнал, что при температуре $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$ на коже могут вырастать ледяные кристаллы.

В лейпцигской лаборатории алтайский палец пережил многочисленные манипуляции. В кости пробуравили дырочку, заветную костяную пыль поместили в специальную жидкость и в ней из останков наконец-то выделили ДНК. У нас было ограниченное количество попыток: мы могли экстрагировать всего 10 миллиграммов костяного порошка — это как хлебная крошка. Мы предполагали, что имеем дело с обычной костью современного человека, ну или, возможно, с костью неандертальца. Но внезапно секвенатор выдал результаты, к которым я сперва даже не знал как подступиться. ДНК не принадлежала ни современному человеку, ни неандертальцу. Я спешно собрал нашу команду, чтобы представить загадочные данные. Спросил коллег: «В чем я ошибся?» Мы вместе снова и снова изучали полученную информацию. Но в конце концов стало ясно: моей ошибки тут нет. Когда я чуть позже позвонил своему шефу, то попросил его присесть, а потом сказал: «Сванте, думаю, мы нашли *Homo erectus*». *Homo erectus* — это общий предок современного человека и неандертальца, у нас до сих пор нет его расшифрованного ДНК. Я думал, мы первые, кому удалось его получить.

Что мы увидели в ДНК этого пальца? Оказалось, что она в два раза сильнее отличается от ДНК человека XXI века, чем ДНК неандертальца. Это должно было означать, что человек из Денисовой пещеры и неандерталец уже давно пошли каждый по своему пути, как неандерталец и современный человек. Наши тогдашние расчеты подводили к тому, что примерно миллион

лет назад Homo erectus из Африки основал две отдельные ветви. От одной произошли неандертальцы и современный человек, а от другой, развивавшейся в Азии, — денисовцы. Это опровергло многие знания, полученные в процессе изучения эволюции, которые мы считали точными. Прежде всего знание о том, что 70 тысяч лет назад кроме первых современных людей и неандертальцев на планете не существовало других форм первобытного человека.

Полученные данные ввели нас в заблуждение, но ясно это стало не сразу. И вот в своей первой «денисовской» публикации в марте 2010 года в журнале Nature, святом Граале научных СМИ, мы рассказали эту историю. Весь мир заинтересовался мной, помню, как в нашей лаборатории одновременно оказалось множество камер. Целую неделю я без остановки давал телеинтервью об открытии денисовцев — так мы окрестили наших первобытных людей. Но уже через несколько недель в нас зародились первые сомнения — всё ли верно с данными, которые мы уже опубликовали? Лучше сказать даже так: правильно ли мы эти данные интерпретировали?

Наполовину мусор, наполовину строительный чертеж

Когда мы говорим о генах человека и при этом имеем в виду геном, с научной точки зрения это на самом деле некорректно. Лишь небольшая часть из 3,3 миллиарда пар оснований нашего генома — это гены. Эти два процента ответственны за кодировку белков. Кроме того, они представляют собой чертежи примерно 30 миллиардов клеток, строительных материалов нашего тела ^[7].

У человека в общей сложности 19 тысяч генов, и это на удивление мало. У амебы, крошечного одноклеточного, 30 тысяч генов, у обычной сосны — 50 тысяч. Но само по себе число генов не определяет то, насколько сложен живой организм. У организмов с клеточным ядром информация из одного гена может комбинироваться в различных «строительных материалах»; ген не несет постоянную ответственность только за одну функцию тела. У примитивных форм жизни, например у бактерий, как правило, из одного гена получается один строительный материал, который обычно выполняет только одну задачу. Можно сказать, что гены людей и большинства животных — это очень маленькая команда, зато невероятно сплоченная.

Пятьдесят процентов человеческого генома, как слишком большие жесткие диски, забиты мусором — последовательностями ДНК, которые не имеют для нас никакого очевидного значения. Помимо генов, важную роль играют молекулярные переключатели — они составляют примерно 10 % весьма сложной структуры генома. Эти переключатели активируются и деактивируются транскрипционными факторами и отвечают за то, чтобы каждая часть тела производила правильный белок — чтобы клетки в кончике пальца не воспринимались как клетки желудка и там не производилась кислота. В основном все клетки человека содержат одинаковую информацию, из которой нужно отобрать нужную.

Для археогенетики бесполезные составные части генома — на вес золота, ведь только благодаря им могут работать так называемые генетические часы. Ученые измеряют мутации в целом геноме и вычисляют момент, когда две популяции разошлись. Чем раньше по времени, тем больше различий в ДНК. Если бы весь геном состоял из генов, число различий, то есть мутаций, зависело бы не от того, как давно произошло разделение, а от того, насколько различается среда, в которой живут популяции. У африканцев в некоторых генах меньше изменений, чем у потомков людей, которые вышли из Африки. Дело в том, что гены эмигрантов должны были приспособиться к новым внешним условиям, а гены африканцев — нет, или по крайней мере не в такой степени. Тем не менее в геномах сегодняшних африканцев, за исключением 2 % генов, почти столько же мутаций, сколько у всех остальных людей на земле. Причина в том, что в большой «мусорной» части генома, как и в генах, есть мутации, но нет положительной или отрицательной селекции. Со времен нашего последнего общего предка в каждом из нас накопился примерно одинаковый объем мутаций. Генетические часы работают всегда, и неважно, как сильно развивались порознь собственные гены каждой из двух популяций, которые мы хотим сравнить.

Праmaterь всех генов

Как мы теперь понимаем, наши сомнения в интерпретации денисовской ДНК были оправданны. Путь, который позднее привел нас к истинной, не менее поразительной истории, объяснявшей эту ДНК, примечателен тем, насколько мощно развилась генетика за последние годы и как при этом обесценились знания, что на протяжении десятилетий считались в археологии верными. Стало ясно: именно потому, что мы придали данным об алтайской находке ложное значение, мы смогли обнаружить еще большую ошибку в изучении первобытных людей. ДНК денисовца из Азии дала нам — не напрямую, но вполне определенно — новый взгляд на заселение Европы современным человеком. Мы поняли, что он еще сотни тысяч лет назад встретился здесь с неандертальцем. И у них был секс.

Чтобы восстановить генеалогическое древо денисовской девочки, для первой публикации мы использовали ДНК митохондрий, которые также называют электростанциями клеток. Митохондриальная ДНК (мтДНК) — это лишь крошечная доля нашего генома. Сегодня стандартом является секвенирование гораздо более емкой и релевантной ядерной ДНК; до 2010 года за митохондриальную ДНК брались, чтобы существенно снизить временные и финансовые расходы ^[8].

Митохондриальная ДНК не дает особенно детализированных результатов, но хорошо подходит для составления генетического древа. С одной стороны, все люди наследуют свою митохондриальную ДНК исключительно от матери. С другой стороны, можно уверенно говорить о том, что примерно раз в 3000 лет в митохондриальной ДНК происходит мутация, которая передается всем последующим поколениям, то есть на протяжении 3000 лет по женской линии наследуется идентичная митохондриальная ДНК. Если сравнить такую ДНК у двух человек, можно вычислить, когда жила их последняя общая прародительница. Речь при этом идет о тех самых генетических часах. Митохондриальная ДНК ныне живущих людей ведет к единой общей прародительнице — «прабабушке». Она жила приблизительно 160 тысяч лет назад. В генетике ее называют «митохондриальной Евой». Существует и ее противоположность — «Y-хромосомный Адам», к которому восходят Y-хромосомы, передающиеся от отца к сыну. Но Адам жил почти на 200 тысяч лет раньше, чем Ева, так что эти двое совершенно точно не были парой ^[9].

На то, чтобы при подготовке первой денисовской публикации не дожидаться секвенирования ядерной ДНК, у нас была простая причина: Анатолий Деревянко дал кусочек пальцевой кости еще одной лаборатории помимо нас, и мы боялись, что коллеги могут опередить нас с публикацией. И митохондриальная ДНК, и ядерная ДНК позволяют считывать

генетические часы^[10], поэтому мы не видели проблемы в нашей поспешности.

Ядерная ДНК значительно углубляет знания, полученные из митохондриальной ДНК, но обычно ей не противоречит. Однако в случае с денисовской девочкой произошло именно это: ядерная ДНК показала совершенно другое генеалогическое древо. Оказалось, что денисовцы откололись не от общего предка современного человека и неандертальца, то есть от *Homo erectus*, а значительно позже, от линии неандертальцев. Новые данные показали, что сначала отделилась первая линия предков сегодняшних людей, чтобы позднее разделиться на неандертальцев и денисовцев. Предки современного человека перебрались в Европу, другая форма — в Азию. Это уже близко к тому, что мы сегодня знаем. Но не хватало еще одной поправки, и ждать ее нам пришлось еще 6 лет.

Противоречие между митохондриальной ДНК и ядерной ДНК объяснилось, когда были найдены останки первобытного человека на севере Испании, в Сима де лос Уэсос, что переводится как «Костяная дыра». Генетические исследования провела в 2016 году рабочая группа Сванте Паабо. Оказалось, что костям 420 тысяч лет. Благодаря ядерной ДНК их можно было приписать неандертальцу. Загвоздка в том, что раньше считалось, будто тогда никаких неандертальцев в Европе еще не было. С помощью всех неандертальских костей, которые до тех пор были обследованы, на основании митохондриальной ДНК было установлено, что этот вид человека отщепился от наших предков в Африке максимум 400 тысяч лет тому назад. Испанская находка говорила о гораздо более ранней миграции^[11], а заодно о том, что со старыми расчетами что-то не так.

Помимо прочего, в публикации говорилось, что митохондриальная ДНК испанского неандертальца не совпадает с другими, полученными от гораздо более поздних неандертальцев. Этим митохондриальная ДНК испанца походила на ДНК денисовской девочки. Что было решающим фактором. Всплыла ошибка первой денисовской публикации, она стала очевидной, поскольку мы взяли для сравнения митохондриальную ДНК более позднего неандертальца, а она явно не соответствовала какой-либо другой митохондриальной ДНК пренеандертальцев. Более молодые индивиды (по-видимому, в какой-то период уже после испанского неандертальца) унаследовали другую митохондриальную ДНК — ДНК архаического сапиенса, вернее, архаической современной женщины. Какой-то неандерталец в Европе или на граничащем с Европой Ближнем Востоке вступил с этой женщиной в сексуальный контакт. Поэтому

митохондриальная ДНК и указывала на тесное родство поздних неандертальцев с современными людьми.

Денисовцы в Азии, напротив, остались неизменными: по крайней мере в годы жизни денисовской девочки у них не было следов генетических смешений. С помощью митохондриальной и ядерной ДНК они законсервировали относительно близкое родство с пренеандертальцем. С учетом новых знаний данные, полученные из митохондриальной и ядерной ДНК, идеально подходили друг другу. Только доселе принятую датировку разделения в генеалогическом древе человека оставалось немного отрегулировать. Получалось, что неандертальцы и денисовцы должны были разделиться полмиллиона лет тому назад, а не 300 тысяч лет назад, как считалось раньше. А отделение общей линии неандертальцев и денисовцев от современного человека должно было произойти 600 тысяч, а не 450 тысяч лет назад.

Открытие, согласно которому денисовец нес в себе митохондриальную ДНК пренеандертальца, а более поздние неандертальцы приблизились к современному человеку, затронуло меня не только в научном, но и в личном плане. Одна из причин, почему меня вообще заморозили древние люди, связана с историей моего родного города Лайнефельде, расположенного на плато Эйхсфельд. Там, всего в нескольких улицах от дома моих родителей, на свет появился Йоханн Карл Фультротт, открывший неандертальцев. Когда я был подростком, Фультротт был моим кумиром. Я даже не смел мечтать о том, что однажды смогу немного дополнить его труд.

Дикие годы позади

Открытие денисовца и второе открытие неандертальцев показывают, насколько стремительно развивалась археогенетика на своем самом раннем этапе и как быстро она будет развиваться и дальше. Наука, еще только набирающая высоту, уже переросла детские болезни, или, точнее, уже оставила позади пубертат. К истории этого молодого научного направления относится также дикий период, когда по иррациональным причинам порой публиковались ужасные по качеству работы — просто потому, что все были буквально очарованы свершившимся прогрессом. Из-за этого многие генетики еще несколько лет назад сомневались в том, что старые ДНК вообще возможно достоверно расшифровать. Чрезмерная эйфория, которая

выдвинула на первый план скептиков, была связана с одним из главных фильмов Стивена Спилберга.

Редкие кости подходят для секвенирования, ведь для этого в них должна хорошо сохраниться ДНК. Излучение, тепло и влажность — ее злейшие враги, а самый злой враг — время. Чем дольше кость лежит, тем меньше вероятность найти в ней пригодную для исследования ДНК. Впрочем, кое-какую ДНК всегда можно обнаружить. Она происходит от бактерий, которые населяют соседние кости, археологов, которые ее выкопали, и от всех, кто когда бы то ни было к ней приближался, например, в музее. ДНК, как песок в домике у моря, заполняет собой пространство почти непрерывно, пока не займет каждый уголок. Например, ДНК, которую в 80-е годы Сванте Паабо извлек из мумии, происходила, как мы теперь знаем, не из Египта, а из Швеции. Это была его собственная ДНК.

Несмотря ни на что, в 90-е началась настоящая волна секвенирования ДНК. Эта тема цепляла публику, это был многообещающий предмет исследований. Многие думали, что из древнего комара, застрявшего в янтаре, можно пробудить к жизни динозавра — потому что «Парк Юрского периода» Спилберга представлял все именно так.

Многое, что тогда секвенировали из старой ДНК, не стоило бумаги, на которой печатали результаты исследований. Чаще всего дело было в загрязненных ископаемых. Даже если пробы были взяты самым тщательным образом, практически ничего невозможно было расшифровать, потому что образцы оказывались загрязнены ДНК бактерий или ДНК самих исследователей. И хотя ближе к концу 1980-х появились научные критерии аутентичности древних ДНК, многие исследователи их в расчет не принимали.

В середине нулевых техническая революция секвенаторов значительно повысила их пропускную способность, и исключать загрязнения стало гораздо проще. Новый прорыв произошел в 2009 году во вверенной мне студии MPI-EVA. Мы впервые расшифровали полную митохондриальную ДНК человека ледникового периода, который жил в западной части России. Но наиболее важным в этой работе, с сегодняшней точки зрения, была методическая часть. Мы разработали процесс, в ходе которого анализируется вред, нанесенный человеческой ДНК. Сегодня это уже стандарт археогенетики. При этом перепроверяются специфические образцы повреждений, которые возникают гарантированно, ведь ДНК с течением времени разрушается. Чем сильнее она разрушена, тем, значит, она старше. Исходя из этого для старой ДНК можно вывести своего рода принцип чистоты. Если в ней находятся образцы повреждений, свойственные молодой ДНК, значит, образец загрязнен и его не следует

рассматривать дальше. В случае с русским человеком ледникового периода мы впервые надежно доказали, что ДНК не была загрязнена.

Легенда древнего народа

Вред, нанесенный псевдонаучными открытиями за прошедшие годы, до сих пор имеет свои последствия. У археогенетиков волосы встают дыбом от того, сколько вокруг недопонимания относительно наследственности и как нагло эти недопонимания монетизируются. Есть целые фирмы, которые вешают лапшу на уши, будто могут установить, к каким «пранародам» принадлежали предки их клиентов. Того и гляди обнаружат у вас ген Наполеона. Такие генетические тесты недешевы, за них отдают и четырехзначные суммы. К сожалению, зачастую они все равно не работают.

Дело в том, что в подобных фирмах сравнивают митохондриальную ДНК и Y-хромосому клиента с ДНК человека из прошлого. Приманкой служит, например, ДНК кельтов. Если ДНК клиента совпадает с образцом ДНК из кельтского захоронения, на основе этого выстраивают прямую родословную. Но митохондриальная ДНК кельтов происходит из каменного, бронзового века или из средневековой Европы, а к тому времени кельтской культуры еще не существовало. Митохондриальная ДНК совершенно не подходит для того, чтобы устанавливать с кем-либо тесное родство. Это всего лишь наследственная информация одной-единственной женщины, одной из миллионов прародительниц. Представления о кельтском пранароде не больше чем рассказы. И про родство с Наполеоном такие тесты не расскажут. Носителем митохондриальной ДНК Наполеона был не только он сам, но и его мать, а кроме того, вероятно, тысячи других людей, живших в то же время.

В остальном можно практически безвозмездно наслаждаться родством с великими предками. Карл Великий, который более тысячи лет тому назад стал отцом по крайней мере 14 детей, сойдет за общего предка большинства европейцев. Это чистая математика, которая говорит, что количество предков одного современного европейца превышает количество людей, живших тысячу лет назад. Можно сказать, что почти все дошедшие до наших дней родовые ветви людей той эпохи тянутся к каждому европейцу. Вероятность, что к одной из этих ветвей принадлежал хотя бы один ребенок Карла Великого, почти стопроцентная ^[12].

Другими словами, у всех европейцев за последнюю тысячу лет были общие предки.

Однако общая с неким предком ДНК в каждом поколении уменьшается в половину. Наследственность предполагаемого предка, отстоящего от вас на 10 поколений, с высокой вероятностью отследить по современному геному невозможно. Конечно, есть и серьезные специалисты, которые обследуют весь ядерный геном и предлагают достоверные результаты генетического происхождения. При этом генетические особенности соотносятся с регионами. Принцип, который за этим стоит, прост: чем ближе друг к другу живут люди, тем больше между ними родства, ведь это значит, что тем меньше времени прошло с тех пор, как у них был общий предок. При этом бритты и греки так же генетически далеки друг от друга, как испанцы и балты, а между ними находятся жители Центральной Европы. Если изобразить генетическую удаленность между европейцами с помощью осей X и Y, эти координаты будут практически конгруэнтны географической карте Европы.

Никакого отношения к «пранародам» все это не имеет. Например, если обратиться к Великому переселению народов, ключевому положению широко распространенной идеи о «пранародах», то обнаружится большой генетический обмен между европейцами, но никакого серьезного генетического сдвига мы не увидим. Нужно вернуться на 5000 лет назад, чтобы столкнуться с последним большим миграционным движением, которое ощутимо изменило ДНК всех европейцев. ДНК людей, которые в то время вышли из восточноевропейской степи, до сих пор остается одним из трех доминирующих генетических компонентов на континенте. Два других компонента восходят к ранним охотникам и собирателям, а также к земледельцам, вышедшим из Анатолии. Генетический вклад этих трех прапопуляций (лишь в этом случае уместно подобное обозначение) для каждого человека с европейскими корнями можно вычислить с помощью расшифровки ДНК. Такие тесты тоже предлагают многие фирмы. Принимать ли подобные предложения, каждый должен решать сам.

Без сомнения, интересно узнать, к кому вы генетически ближе — к охотникам и собирателям, древним земледельцам или жителям степей. Но большинство коммерческих проектов не могут предложить ничего, кроме фольклора: различающиеся компоненты могут сообщить нам кое-что о генетическом происхождении, но ничего о наших склонностях. Генетически наиболее удаленные друг от друга люди на земле все равно несут в себе ДНК, которая может быть идентичной на 99,8 %. Даже от неандертальцев нас отличает менее процента нашего генома. Так что когда говорят о генетическом сдвиге, на самом деле речь идет лишь о крошечной частичке

ДНК. Когда мы имеем дело с популяциями настолько географически и генетически близкими друг другу, как французы и португальцы, различить их можно только с помощью секвенирования на высокопроизводительных устройствах.

Однако то, что генетический фундамент европейцев был заложен около 4500 лет тому назад, не означает, что археогенетике нечего добавить о более позднем времени. Эта дисциплина все еще находится в начале своего развития, тщательно исследованы пока только доисторический и раннеисторический периоды. Следующими в фокус археогенетиков, вероятно, попадут шумеры, египтяне и римляне. До сих пор интерес к ним был довольно ограниченным, поскольку до нас дошло значительное письменное наследие, мы знаем многочисленные исторические детали, вплоть до подробностей трапез римских императоров. Для большинства археогенетиков в приоритете те эпохи, о которых нет письменных свидетельств.

ДНК может добавить новые знания и о миграционных потоках, связанных с переселением народов, но речь при этом идет скорее о рассеянных генетических «микроэлементах». В VI веке нашей эры прибывшие в Европу мигранты не могли оставить более существенных генетических следов. Здесь попросту жило слишком много людей, и даже группы, состоявшие из десятков тысяч иммигрантов, не могли вызвать генетических отклонений. Об общественных, политических и культурных последствиях иммиграции мы при этом, конечно, не говорим.

Путешествие чумы и холеры

Наряду с расшифровкой ДНК давно умерших людей в последнее время много внимания привлекло к себе другое направление исследований в рамках археогенетики — расшифровка старых ДНК возбудителей болезней. Миграция людей, обмен между популяциями сделали современного человека тем, кто он есть, позволили ему выстроить высокоразвитую, глобальную сетевую цивилизацию. Но за такую мобильность пришлось дорого заплатить. И расплата пришла в виде инфекционных заболеваний. Многие миллионы людей в ходе последних тысячелетий умерли от бактерий и вирусов, и вызвано это двумя взаимосвязанными мегатрендами. Во-первых, растущая плотность населения облегчила возбудителям болезней распространение среди людей. Во-вторых, срабатывает все более

интенсивный обмен между популяциями, спровоцированный, помимо прочего, торговлей. Весьма вероятно, именно она была первопричиной, по которой возбудители болезней проложили себе путь в новые регионы.

История продолжается: коренные жители Северной Америки после прибытия европейцев стали массово страдать от оспы и кори, а европейцы, в свою очередь, вероятно, привезли домой сифилис, который вплоть до XX века был распространен по всему континенту, принес много страданий и потребовал многочисленных жертв. И во время вспышки лихорадки Эболы в Западной Африке несколько лет назад люди по всему миру боялись, что болезнь перейдет и на другие регионы.

В последние годы стали появляться более веские доказательства того, что между ранними миграционными волнами и инфекционными заболеваниями есть взаимосвязь. Так, примерно 5200 лет тому назад на юге современной России уже был возбудитель чумы. А ведь это регион, откуда люди впоследствии массово переместились в Центральную Европу, и там примерно в то же время значительно сократилось коренное население. Возможно ли, что незадолго до того занесенный возбудитель болезни убил этих людей и их место заняли другие, которые к этому возбудителю уже давно приспособились? Многое указывает на то, что этот сценарий вероятен.

Примерно 3000 лет назад генетическое путешествие европейцев в целом завершилось, но возбудители болезни вплоть до последнего столетия по-прежнему, снова и снова, приводили континент в беспокойство. Понять, как эволюционировали эти маленькие бестии — большой вызов, и археогенетики в будущем примут его вместе с медиками. Человеку нравится быть самым успешным и мобильным видом в истории Земли. Но бактерии и вирусы, чье генетическое развитие длится тысячелетия, наступают ему на пятки. Что мы знаем об этой гонке и что эти знания говорят нам о наших возможностях противостоять таким врагам? В своей книге мы подробно отвечаем на эти вопросы.

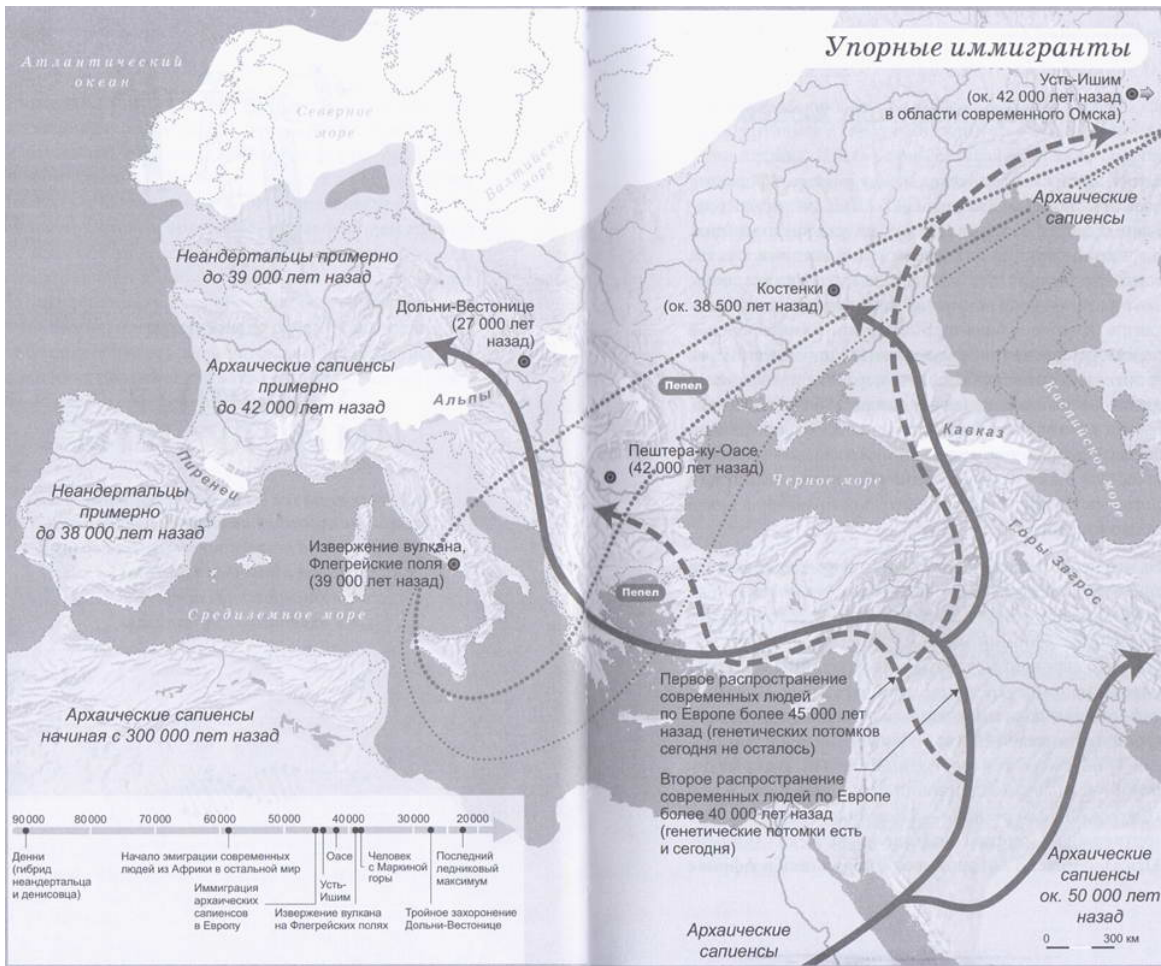


Глава вторая

Упорные иммигранты

- *Все делают это со всеми* • *Первобытные люди каким-то образом становятся понятными*
- *Современный человек завоевывает Европу* • *Уйти нельзя остаться* • *Зимовье на юге*
- *Удивительная встреча* • *У охотников голубые глаза*





Секс первобытных людей

Долгое время на тему секса между разными формами (именно формами, а не видами. — *Примеч. ред.*) первобытных людей существовали одни лишь спекуляции. Но в конце концов накопились достоверные факты, подтверждающие, что это не домыслы, а реальность. Современные люди вступали в связи как с неандертальцами, так и с денисовцами. В 2018 году был обнародован расшифрованный геном девочки из Денисовой пещеры. Родителями ребенка были неандерталка и денисовец. Девочка появилась на свет примерно 90 000 лет назад, умерла в 13 лет, а в научные труды вошла под прозвищем Денни. Наши ранние родственники в далеком прошлом зачастую были открыты для знакомства с другими формами людей. Ничего удивительного: выбор в плане свиданий у них был невелик.

То, что первобытные люди разных форм смешивались друг с другом, достоверно известно с тех пор, как был расшифрован геном неандертальца. В 2010 году его сравнение с геномом ныне живущего человека показало, что европейцы, азиаты и австралийцы содержат в своем геноме 2–2,5 % ДНК неандертальца. Похожую информацию дало и изучение денисовцев: у нынешних коренных жителей Папуа — Новой Гвинеи и Австралии — потомков тех современных людей, которые десятки тысяч лет назад пришли из Африки через Азию в Тихоокеанский регион, — 5 % денисовского гена. Это подтверждает теорию «выхода из Африки» (Out-of-Africa), согласно которой люди появились в Африке и оттуда заселили весь мир. Поэтому мы и находим ген неандертальца в генах ныне живущих людей за пределами Африки. Исключение составляют люди из области южнее Сахары: их предки этим первобытным людям не встретились. Благодаря испанскому неандертальцу, жившему примерно 420 000 лет тому назад, можно было косвенно доказать, что его потомки смешались с современными людьми, так что большим сюрпризом этот факт не стал. Гораздо важнее было взглянуть на ранние попытки современных людей распространиться по Европе. Благодаря сравнению ранних и поздних неандертальских генов, мы смогли вычислить, что не ранее 400 000 лет назад — скорее всего, 200 000 лет назад — в Европу должны были впервые прийти предки современных людей, пусть поначалу им и не удалось там основательно закрепиться ^[13].

Прочь из Африки

Ветвь наших предков, ведущая к современным людям, отделилась, самое раннее, семь миллионов лет назад в Африке от ветви, к которой восходят шимпанзе — наши ближние родственники. В результате развилось много различных видов человека, в том числе ардипитеки и австралопитеки — к последним относится знаменитая Люси. Они жили более трех миллионов лет назад в Африке и были гораздо больше похожи на шимпанзе, чем на сегодняшних людей. Примерно 1,9 миллиона лет назад возникла ветвь *Homo erectus*. За какие-то сотни тысяч лет *Homo erectus* распространился по всей Африке и далеким частям Евразии и стал первым первобытным человеком, который Африку покинул. В Евразии он развился дальше, до так называемого Пекинского человека, но потом вымер. А в Африке от

Homo erectus произошли ветви, которые привели к неандертальцам, денисовцам и современным людям.

В том, что эволюционировал общий предок шимпанзе и человека в Африке, сегодня никто уже не сомневается. А вот то, что эволюция *Homo erectus* в *Homo sapiens* происходила исключительно в Африке, до недавних пор было (и остается для некоторых ученых по сей день) утверждением спорным. Вплоть до 90-х годов в науке превалировала так называемая теория мультирегионализма, согласно которой люди из разных частей света восходили прямиком к предкам из своего региона: европейцы к неандертальцу, африканцы — к африканскому *Homo erectus*, которого называют также *Homo ergaster* (считается промежуточным звеном между австралопитеками и *Homo erectus*), а азиаты — к Пекинскому человеку, то есть к азиатскому *Homo erectus*. А вот согласно теории выхода из Африки, современный человек, напротив, развился из *Homo erectus* в Африке, а оттуда заселил всю землю и вытеснил всех других первобытных людей.

Десятилетиями эти теории стояли наравне, на научных конференциях защитники обоих направлений выкрикивали свои тезисы друг другу прямо в уши. Сегодня, учитывая знания о генетическом влиянии неандертальцев на европейцев и денисовцев — на жителей Океании, обе теории считаются аргументированными, хоть и в весьма разном процентном соотношении. На 97–98 % европейцы произошли от африканцев, на 2–2,5 % — от неандертальцев. Коренные жители Австралии и Папуа — Новой Гвинеи примерно на 7 % являются потомками неандертальцев и денисовцев и вплоть до 93 % — африканцев. И только жители той части Африки, что южнее Сахары, не перемешались с другими первобытными людьми за пределами Африки.

Древнейшим ископаемым *Homo sapiens* 160 000–200 000 лет, и происходят они из Эфиопии. Однако нет никаких находок, которые поведали бы нам о том, где именно ветвь неандертальцев и денисовцев отделилась от ветви современных людей. Долгое время считалось: большая часть человеческой эволюции происходила в Восточной Африке — в первую очередь потому, что там было найдено большинство древних костей. Но с 2017 года у нас есть доказательства, что эволюция человека происходила и в других частях Африки. Например, в Марокко нашли череп архаического сапиенса, жившего там 300 000 лет назад. Идея о

том, что единственным для всех отправным пунктом в большом путешествии человечества была Восточная Африка, устарела. По каким путям и дорогам шла человеческая эволюция на африканском континенте, еще долгое время будет оставаться загадкой. Возможно, мы так никогда этого и не узнаем. С уверенностью можно сказать сегодня одно: у всех нас есть генетические корни в Африке.

Проблема инбридинга

Неандертальцы жили в полосе от Иберийского полуострова до Алтайских гор, в первую очередь южнее Альп и на нынешнем юге Франции, но и на Ближнем Востоке тоже. К сожалению, сегодня уже невозможно сказать, сколько неандертальцев в разные времена проживало в Европе, но скудное количество найденных останков заставляет предполагать, что это было маленькое сообщество, за многие десятки тысяч лет жестко сократившееся ^[14].

Такую судьбу неандерталец для себя не выбирал: он был, по-видимому, очень мобильным созданием, иначе не добрался бы до Алтайских гор. Однако жил он в ледниковый период, когда на протяжении сотен тысяч лет время от времени накапливались огромные массивы ледников. В Европе и в большей части Азии превалировали другие условия жизни, чем в Африке, где в то же самое время развивался современный человек ^[15].

Многие места обитания неандертальцев были отгорожены от внешнего мира. В отсутствие выбора первобытные люди скрещивались с близкими и дальними родственниками, что вело к распространению вредных мутаций. Понятно, что они использовали любую возможность расширить круг своих связей и завести новые знакомства, даже если речь шла о других формах человека ^[16].

Но частоту подобных встреч не стоит переоценивать. В ледниковый период Евразия была очень мало заселена, и встретить во время охоты современного человека было для неандертальца почти так же удивительно, как для нас — столкнуться с йети.

Никто из них не был этой встрече рад — мы ведь все-таки говорим об охотниках и собирателях каменного века, чья жизнь в окружении

опасностей требовала всегда быть начеку, всегда быть готовыми к обороне. Иногда такие встречи перетекали в сексуальные контакты, но весьма вероятно, без насилия не обходилось. До сих пор неясно, могли ли современные люди и неандертальцы договариваться о сексе (или о том, будут ли они бороться друг с другом). Прежде чем современный человек вышел из Африки и завоевал весь мир, он овладел сложным языком^[17]. А вот насчет неандертальца наука все еще не пришла к согласию — мог ли он артикулировать свои желания, и если да, то как. Он все-таки должен был каким-то образом изъясняться, ведь неандертальцы охотились в группах, а для этого требовалась общая стратегия. Археологические находки тоже на это указывают. Так, например, у неандертальца, родившегося на территории современного Израиля примерно 60 000 лет назад, уже был речевой аппарат, сильно напоминавший современный. С голосовым аппаратом шимпанзе, у которых семь миллионов лет назад был общий предок с человеком и неандертальцем, такого сходства у нас нет. Выходит, что способность говорить у первобытного человека могла развиваться после разделения с шимпанзе и человеком и до обособления неандертальца. В пользу этого предположения говорит специальная секция генома человеческой ДНК, которая в почти идентичной форме была уже и у неандертальцев. Так называемый ген FOXP2 — это не ген речи, в науке на сегодняшний день такого и нет. Такой же ген имеется у рыб и мышей, но они, конечно же, не говорят. Но у FOXP2 есть элементарное значение: если он мутирует, люди, которых коснулась мутация, утрачивают способность к сложной речи. Дети, которые унаследовали ошибочный FOXP2-ген от одного из родителей, не могут говорить, а если мутация наследуется от обоих родителей, ребенок нежизнеспособен. Как и голосовой аппарат, FOXP2-ген стал развиваться у человека после его отделения от шимпанзе, при этом разницы между неандертальцем и современным человеком по этому параметру нет. Это открытие говорит о том, что, вполне вероятно, неандертальцы владели простейшей формой речи^[18].

Неандерталец не вымер

Неандерталец, вне сомнения, был человеком, и с точки зрения эволюции разница между ним и современным человеком крошечная. Тем не менее по воле случая нашего ближайшего родственника классифицируют как отдельный человеческий вид.

Не в последнюю очередь составление видовой системы обусловлено человеческим желанием классифицировать различные феномены и отгородить себя от царства животных. Самым популярным определением видов стало такое, которое учитывает, что по воле обстоятельств некоторые представители разных видов приносят потомство, но это потомство не может дальше размножаться. Самый популярный в наших широтах пример — это мул, бесплодный потомок лошади и осла. Поскольку доказано, что потомки неандертальцев и людей могли иметь детей, их разграничение в рамках такой дефиниции невозможно. То же самое касается и денисовцев. Тем не менее видовые понятия — эволюционные, экологические и филогенетические — утверждают, что человек и неандерталец — это отдельные виды. Но генетические различия между ними для этого слишком ограничены, поэтому более уместно для неандертальцев и денисовцев обозначение «подвиды человека», ведь речь идет о различных разновидностях человека.

С дискуссией о видах тесно связан вопрос о том, вымер ли вообще неандерталец. Очевидно, что сегодня нет неандертальцев с той внешностью, какой они обладали десятки тысяч лет назад, населяя Европу. Но раз существуют свидетельства, что у них и современных людей было потомство — и поэтому сегодня мы несем в себе неандертальскую ДНК, — можно говорить о том, что неандертальцы растворились в нас. Популяция ранних современных людей в Европе должна была быть в 50 раз более многочисленной, чем популяция неандертальцев, чтобы получился нынешний микс генов с процентным соотношением 50:1, отражающий эти отношения. Некоторые неандертальские гены распространились особенно успешно и повлияли, к примеру, на качество кожи. Так, от неандертальцев европейцы, вероятно, получили свою несколько более толстую кожу, которая защищает от холода лучше, чем кожа африканцев.

Крепость Европы падает

О первых переселениях современного человека из Африки, свершившихся по меньшей мере 220 000 лет назад, мы знаем благодаря генетическим находкам. На протяжении сотен тысяч лет казалось, что неандертальцы добились преимущества в Европе и Азии, а попытки современных людей расселиться раз за разом заходили в тупик. Время от времени у ранних иммигрантов появлялось совместное с неандертальцами потомство, но такие редкие случаи были исключением из правил. Евразийские первобытные человеческие формы еще долго жили сами по себе.

Тем временем миграция с юга на север продолжалась^[19]. За 45 тысяч лет по крайней мере два набега (которые, как и прошлые, казалось, не оставили следа) теперь можно детально подтвердить с помощью анализа ДНК. Одна из таких находок была сделана в сибирском Усть-Ишиме (2500 километров к востоку от Москвы): там скончался современный человек, чьи предки пришли на север из Африки. А в пещере Пештера-ку-Оасе в Румынии нашли череп, которому 42 000 лет, — он считался самой ранней находкой, связанной с современным человеком, в Европе. Но у черепа необычная форма. В 2015 году анализ ДНК помог разобраться, в чем причина: череп принадлежал гибриду, у которого было более 10 % неандертальской ДНК. Выходит, что к нашим прямым предкам не относятся ни человек из Сибири, ни человек, найденный в Пештера-ку-Оасе.

Вскоре и наше время пришло. Примерно 40 000 лет назад люди, которые стали нашими прямыми предками, распространились по Европе и Азии. В это время люди с Ближнего Востока и жившие вдоль Черного моря нашли путь к Дунаю, а затем и к Центральной Европе. Заядлые велосипедисты знают, что сегодня можно без проблем попасть из Южной Германии в Румынию, передвигаясь вдоль второй по длине реки Европы. Сорок тысяч лет назад путь из дельты Дуная до Шварцвальда был далеко не прост, но это был один из немногих коридоров, по которым был возможен переход через Балканы в Центральную Европу, частично покрытую большим ледяным панцирем. Это была достойная цель. Несмотря на ледниковый период, недостатка в пастбищах тогда не было: многочисленные мамонты, шерстистые носороги и гигантские олени привлекали внимание охотников. Как и для современных людей, для неандертальцев мясо животных было венцом рациона.

С этой первой большой иммиграционной волны в Европе началась ориньякская культура, с которой пришли впечатляющие перемены. Люди ориньякской культуры были настоящими художниками, которые владели доселе неизвестными техниками. Они вырезали из дерева фигуры лошадей, людей или даже фантастических гибридов (таких, как человекольвы из

пещеры Холенштайн-Штадель в Швабских Альпах), делали свистульки из птичьих косточек.

С особенным вдохновением — и это стало в Европе традицией на многие тысячи лет — люди ориньякской культуры делали так называемые статуэтки Венеры. Самый древний из известных на сегодняшний день экземпляров археологи нашли в Швабских Альпах. Он изображает поразительно большую вульву и округлости, типичные и для других фигурок той эпохи. Центром ориньякской культуры была нынешняя Южная Германия. Люди там жили в благоприятных условиях — помимо всего прочего, благодаря обилию крупной дичи. То, что они находили время предаваться искусству и музыке, указывает на относительно большую популяцию, иначе повседневная борьба за жизнь потребовала бы всей доступной рабочей силы.

Для такого невероятного толчка к развитию искусства и культуры, который определил следующие 10 тысяч лет, есть много объяснений. Их может понять каждый, кто знает, что такое зима в Центральной Европе. Прячась в пещерах от холода, люди должны были жутко скучать. Или (но об этом археологи спорят) ценные предметы искусства служили для завоевания статуса в конкурентной борьбе за сексуального партнера — у искусных художниц и художников было больше шансов привлечь противоположный пол. Также причиной невероятной креативности людей ориньякской культуры могло служить то, что для каменного века они были большими эстетамы.

Побег и погоня

По сравнению со своими ближайшими родственниками — шимпанзе — люди весьма паршиво карабкаются по деревьям. Ноги и руки обезьян идеально приспособлены для того, чтобы взбираться по деревьям, где они находят пищу, место для сна и защиту от нападений. С тех пор, как пути первобытного человека и шимпанзе разошлись, эти навыки у людей постоянно слабели. Зато наши предки приобрели новые способности. Лапы, способные к захвату, превратились в изящные руки, которые создают инструменты и орудия для охоты. Эволюционный прорыв привел и к прямохождению.

Если приписать эволюции волю, которой у нее в действительности нет, то это можно считать рискованным

экспериментом. Хождение на двух ногах, как и бег, требует значительно больше энергии, чем свойственная обезьянам ходьба на всех четырех лапах.

Эволюционный переход к эффективному бегу 1,9 миллиона лет назад был чрезвычайно полезен. Ледниковый период с его сменяющимися периодами тепла и холода как раз в этой фазе основательно изменил африканский ландшафт. Покрытые деревьями равнины превратились в саванны, в которых росли главным образом травы. Деревьев, на которые можно было забраться, осталось мало, зато появилось больше оснований держать голову над травой, к примеру, чтобы вовремя заметить хищников. В противовес другим формам человека, которые не так часто ходили прямо (и после вымерли), *Homo erectus* смог хорошо освоиться в саванне. Шимпанзе и карабкавшиеся по деревьям первобытные люди жили, вероятно, и дальше в джунглях, которые в то время занимали большую часть Африки. Там профессиональные лазатели были в выигрыше.

Прямохождение сделало для *Homo erectus* возможной совершенно новую стратегию охоты. Однако для этого ему потребовались дальнейшие мутации, такие как последовательная потеря волос. Он мог, не перегреваясь, преодолевать почти неограниченные расстояния. Он стал мировым чемпионом по бегу трусцой. В обширной саванне он мог с легкостью выслеживать и убивать свою добычу. Газель тоже может быстро бежать, но не очень долго, равно как и большинство других млекопитающих. Они умирают, преодолев вполне обозримое расстояние (например, для лошади это 40 километров). Ранние люди легко преследовали животных, пока те не теряли способность бежать. В конце им требовался только камень, чтобы убить измученного зверя.

Способность к продолжительному бегу была точно так же полезна и в противоположных обстоятельствах — например, во время спасения от природных бедствий. Возможно, человеческий ум — это прямое следствие прямохождения, ведь в качестве охотника человек непроизвольно увеличил свой запас энергии. Скачок в потреблении животного жира и белка позволил ему сформировать орган, который должен был стать поглотителем энергии в чистейшем виде. Мозг современного человека потребляет около четверти энергии тела, хотя, как правило, составляет всего 2 % от веса всего тела. Благодаря своему мощному мозгу человек сегодня превзошел всех других живых

существ; ум позволил ему заселить весь мир и полететь на Луну. Этот эволюционный рывок можно измерить: мозг шимпанзе весит меньше 400 граммов, а мозг человека — примерно в три раза больше. Многим людям сегодня понятно, что лучший способ расслабиться после изнурительного офисного дня — пробежать кружок.

Ядовитый дождь и темный горизонт

Когда современные люди пришли из теплой Африки в более холодную Европу, они выбрали далеко не лучшее время для путешествий. Европейский климат как раз становился все более холодным и бодро приближался к «ледниковому максимуму», который начался 24 000 лет назад и медленно завершился 18 000 лет назад. Этот последний ледниковый период (Валдайское оледенение) надолго сделал жизнь человека в Центральной Европе невозможной. Похолодание усиливалось из-за события апокалипсического масштаба, которое потрясло континент примерно 39 000 лет назад. Вулканическое мегаизвержение Флегрейских полей вблизи Везувия погрузило всю Европу в сумрак и дополнительно охладило ледниковый климат. Пепел распространился и на восток, пересек Балканы и достиг глубин сегодняшней России. Слой пепла местами достигал толщины нескольких метров. Поскольку во многих местах солнечный свет больше не мог прорваться сквозь мрачную пелену, средняя температура упала. Геологи говорят о снижении температуры более чем на 4 °С. Растительность на больших участках Европы на долгие годы погибла, питьевая вода была отравлена пепельным дождем. Регион вокруг Флегрейских полей (сюда относится и Неаполь) считается сегодня одной из самых опасных вулканических областей в мире. Некоторые геологи считают, что в течение следующих столетий может произойти новое большое извержение.

Если условия в Европе примерно 39 000 лет назад и без того были жесткими, то теперь они стали и вовсе смертельными. Извержение вулкана изгоняло неандертальцев отовсюду. К тому моменту они уже отступали под натиском новых выходцев из Африки. В Западной Европе, где неандертальцев оставалось больше всего, их и настиг смертельный удар. Другие природные катастрофы тоже могли внести свой вклад в исчезновение неандертальцев. Последние неандертальцы доживали свой век

39 000 — 37 000 лет назад. Современный человек завоевал полное господство над Европой.

Последствия жестокого извержения вулкана стали для науки удачей: в вулканическом пепле был найден древнейший из доселе известных людей, оставивших свои генетические следы в сегодняшних европейцах. Благодаря расшифровке его наследственной информации, мы сегодня знаем, что люди ориньякской культуры относятся к числу наших предков. Кости лежали в вулканическом пепле вблизи села Костёнки на западе России и потому превосходно сохранились. В 2009 году я смог извлечь из них и расшифровать первую митохондриальную ДНК современного человека, жившего в ледниковый период. Похоронные атрибуты так называемого человека с Маркиной горы указывали на то, что он принадлежал к ориньякской культуре. Поскольку лежал этот человек в вулканическом пепле, его жизнь приходилась на период после извержения вулкана, иначе слой пепла оказался бы над ним ^[20].

Европа к тому времени находилась на стадии генетического перелома. Ледниковый период еще раз продемонстрировал, на что способен, и людей ориньякской культуры стало меньше. Падение их популяции сопровождалось экстремальным сокращением европейской фауны: 36 000 лет назад в Европе произошло странное массовое сокращение видов животных. Оно коснулось не только мамонта, но и бизона, волка и пещерного медведя. Не осталось ни следа от гиен. Их место заняли некоторые восточноевропейские и североазиатские сородичи. А вместе с новыми животными пришли и новые люди. Примерно 32 000 лет назад представители ориньякской культуры оставили свои последние следы в Центральной Европе.

Началась эпоха граветтской культуры. Новые иммигранты охотились на крупную дичь, как и их предшественники, но были заметно лучше приспособлены к климату, который становился все холоднее ^[21].

Их точное происхождение неизвестно. Мы знаем только, что они пришли с востока. Одна из самых известных находок с человеческими останками граветтской культуры — тройная могила из Дольни-Вестонице на юго-востоке Чехии. С момента своего обнаружения в 1986 году она буквально завораживает археологов — и не только потому, что это одно из редких тройных захоронений раннего палеолита. Могила несет в себе в высшей степени загадочную символику: примерно 27 000 лет назад в ней были захоронены три скелета под одной костью мамонта. Для многих археологов это свидетельство того, что в могиле покоится романтическое трио. Три мертвеца расположены вплотную друг к другу; обе руки левого

покойника направлены к центру туловища человека, лежащего посередине. Тот, в свою очередь, тянется к покойнику, который находится справа. Случайностью это быть не может: лица мертвецов покрыты глиной, кроме того, в могиле находятся тщательно оформленные погребальные артефакты, особенно возле покойника, лежащего посередине.

Всё это археологи знали с момента обнаружения скелетов. Не хватало только ясности по главному пункту: был непонятен пол человека, лежащего посередине. Он страдал от болезни костей, которая сделала невозможным анатомически определить его пол так, как это было сделано с остальными (они оказались мужчинами). Исходя из символики расположения третьего скелета между двумя другими, мужскими, большинство экспертов полагало, что это женщина. Но эту интерпретацию мы отвергли в 2016 году, когда провели секвенирование ДНК. Скелет с болезнью костей тоже принадлежал мужчине. Конечно, речь по-прежнему может идти о любовном треугольнике, если только это не стечение обстоятельств, как уже давно подозревают ученые. Кроме того, как поведала митохондриальная ДНК, двое мужчин, лежащих по краям, были братьями или по крайней мере сводными братьями. Все трое умерли в возрасте примерно 20 лет. Они несли в себе гены людей, которые уже в то время дошли из Франции на западе до Северной Италии на юге и распространились вплоть до запада России. Об этом мы знаем благодаря множеству анализов ДНК.

Не только тройная могила говорит о выдающемся мастерстве и тяге к символике, свойственной людям граветтской культуры. Впечатляют и археологические находки, относящиеся к этой эпохе. Широко известны украшения и наскальная живопись. Кроме того, новоприбывшие продолжили традицию создания статуэток Венеры. Есть все основания считать представителей граветтской культуры с их историей, длившейся почти десяток тысяч лет, самыми успешными ранними европейскими поселенцами. Но и у них не было шанса в борьбе с самым жестоким противником, которому когда-либо противостояло человечество, — ледниковым периодом.

Мост на восток

Во время последнего ледникового максимума жизнь в Центральной Европе полностью угасла. Лед вытеснил все на 6000 лет. Что случилось с людьми, населявшими до той поры континент, мы можем узнать благодаря

генам, которые господствовали в Европе после этой экстремально-морозной фазы. Как мы предполагаем, люди граветтской культуры исчезли навсегда — по крайней мере, ничто в наследственности сегодняшних европейцев не указывает на обратное. А вот их предшественникам, людям ориньякской культуры, удался побег на Иберийский полуостров, где они нашли защиту от вечной зимы. Справедливости ради надо отметить, что из этой области у нас нет генетических данных фазы последнего ледникового максимума, но есть данные чуть более позднего времени. Согласно этой информации, люди, которые 18 000 лет назад жили на территории сегодняшних Испании и Португалии, несли в себе те же гены, которые мы находим у людей ориньякской культуры. Примерно 32 000 лет назад они, по-видимому, перебрались из центра на юго-запад Европы, чтобы противостоять там все более агрессивным холодам. Во время ледникового максимума покрытые ледниками Пиренеи отрезали их новую родину от всей остальной Европы. Генетический обмен с популяциями, жившими севернее и ниже этой границы, стал невозможным. Закрытым оставался для людей в Иберийском убежище и путь на юг. Прямо через дорогу, через Гибралтар, видели они Африку, но не могли туда попасть. Технические и физические возможности не позволяли им преодолеть дистанцию между континентами, которую сегодня мы измеряем 14 километрами — течение на этом отрезке было очень сильным ^[22].

Даже если на юго-западе гены людей ориньякской культуры перезимовали, это, конечно, еще не значит, что всем представителям культуры удалось сбежать от холода. Падению температуры в Центральной Европе подверглись, вероятно, многие люди, но лишь меньшинству удался побег. Тем не менее их история продолжилась, и их гены до сих пор сохраняются в Европе. Примерно 18 000 лет назад, к концу мегаледникового периода, люди возвращались с Иберийского полуострова в направлении Центральной Европы. И там, как показывают генетические анализы и археологические находки, они встретились с людьми, которые вышли из Балканского региона. Популяции смешались.

О генах балканских обитателей тех времен мы знаем меньше — не хватает пригодных для изучения останков. Однако нам известно, что именно люди с Балкан привнесли в европейскую ДНК. До недавних пор мы стояли перед большой загадкой. Раздражало, что иммигранты с юго-востока несли в себе ровно один генетический компонент, который обнаруживается и у людей, живущих в Анатолии сегодня. Легко было предположить, что иммигранты с юго-востока имели анатолийские корни, а их предки сначала заселили Балканы, а после последнего ледникового максимума двинулись в направлении Центральной Европы. Однако не было никаких

археологических доказательств, которые подтверждали бы эту миграцию из Анатолии на Балканы. Только проведя секвенирование анатолийских охотников и собирателей в Йенском институте в 2018 году, мы смогли объяснить, как все должно было быть на самом деле. Не анатолийцы принесли свои гены в Европу, а жители Балкан принесли свои гены в Анатолию, когда еще до мегаледникового периода распространились на восток и смешались с местной популяцией. При этом их гены, как волна, хлынули из Балкан в Анатолию и потекли дальше, вплоть до Африки. Сегодняшние турки и курды, равно как и жители Северной Африки, разделяют с центральными европейцами эти генетические составляющие с Балкан.

В Европе же за следующие три тысячелетия генетически различные популяции с Иберийского полуострова и Балкан смешались, образовав относительно гомогенную группу. К этому времени генетическая связь между Европой и Анатолией впервые становится доказуемой. Тысячелетиями европейский континент определяли технически высокоразвитые охотники и собиратели с голубыми глазами и темной кожей. Генетически эта популяция была однородна, как никогда. Исчезновение преград, свойственных ледниковому периоду, сделало людей мобильнее, начался оживленный социальный обмен, который в конце концов привел к выравниванию генофонда.

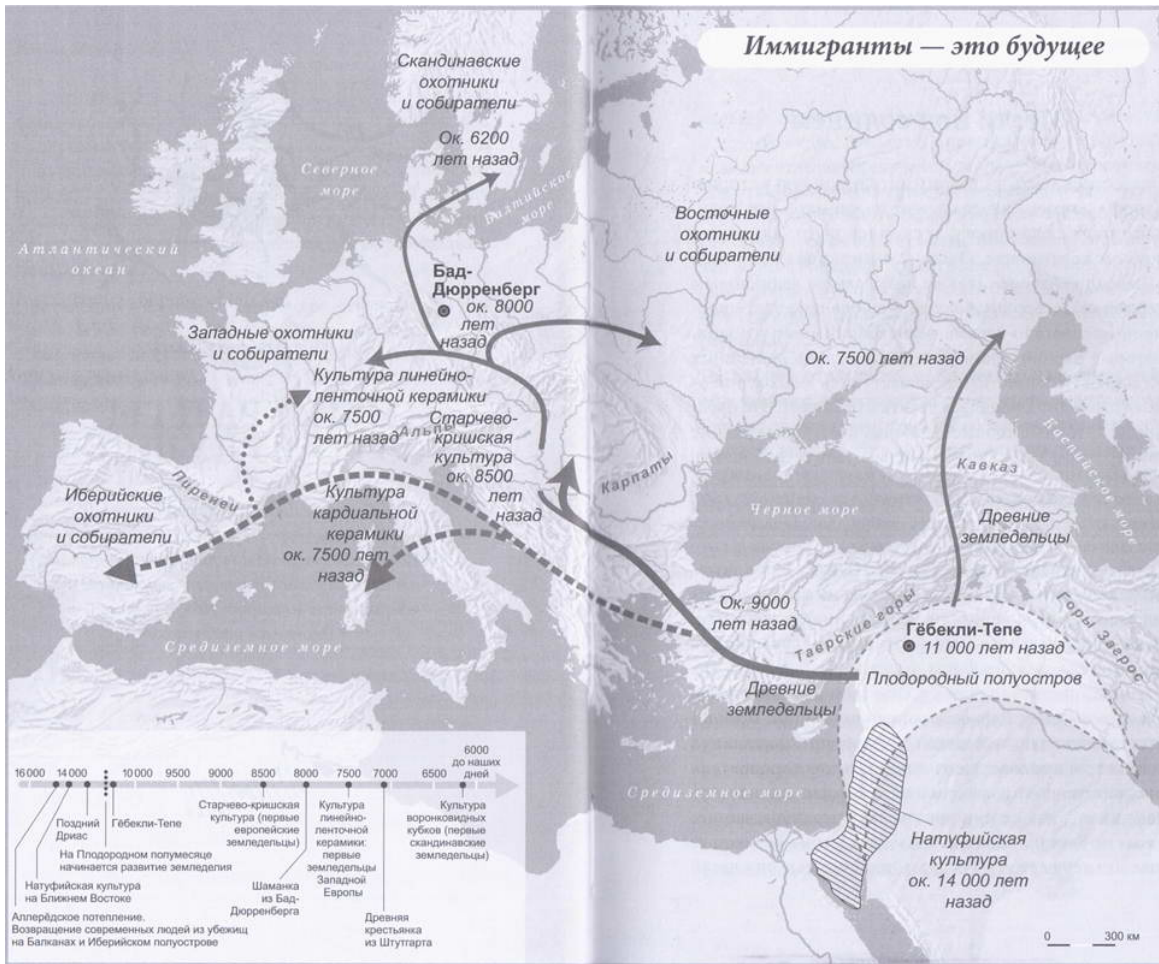
Постепенно в Европе стало теплее, температуры выросли, и дружелюбный климат привлек новых людей. Следующая большая иммиграция была неизбежна. Пришло время горячей поры в генетической истории Европы.



Глава третья Иммигранты — это будущее

- Потепление ведет людей на север • Раньше все были здоровее • Двух детей достаточно
- Швабская крестьянка пришла из Анатолии • Светлая кожа упрощает выживание
- Балканский маршрут себя оправдывает • Охотники отступают





Место под солнцем

Ответственность за всю иммиграционную историю Европы с самого начала лежит на климате. Все люди, нашедшие сюда дорогу, теснились на отчаянно холодном континенте. Около 2,4 миллиона лет назад начался плейстоцен (также называемый ледниковым периодом), северное полушарие большую часть времени предлагало весьма негостеприимные условия, которые распространялись даже в глубь нынешних Италии и Испании. То и дело наступали «межледниковые» периоды, длившиеся десятки тысяч лет. Это были промежуточные теплые периоды, в которые средние температуры частично даже превышали сегодняшние. Однако в самые холодные фазы севернее Альп начиналась вечная мерзлота, а перед северными берегами Иберийского полуострова громоздился паковый лед.

Тот факт, что по меньшей мере 450 000 лет назад неандертальцы жили в Европе, а современные люди во время ледникового периода распространились на севере, показывает, насколько невероятной была способность обеих человеческих форм приспособляться. Климат неистовствовал снова и снова, но и тем и другим удалось выжить. Ледниковый период не стал препятствием для развития людей, а, наоборот, подстегнул его. Чтобы противостоять холоду, наши европейские предки вернулись в пещеры и начали делать одежду. Археологические находки показывают, что современные люди из Европы стали использовать иглы не позднее чем 40 тысяч лет тому назад. С их помощью они шили одежду, скрепляя ее жилами. Есть и свидетельства в пользу существования древних хранилищ кожи, меха, а в отдельных случаях и тканей. Однако всех этих попыток приспособления было недостаточно, чтобы противостоять внезапному резкому похолоданию, случившемуся 24 000 лет назад. Археологи вычислили, что во всей Западной и Центральной Европе в ту эпоху одновременно проживало максимум 100 000 человек, причем концентрировались они всего в нескольких регионах.

Но 18 000 лет назад, после последнего максимального обледенения, температуры стали расти, Центральная Европа снова стала пригодной для жизни, на север пришли люди из убежищ, располагавшихся на юге. Все указывало на начало теплого периода. Как и во время трех прошлых межледниковых периодов, постоянно становилось все теплее. Пятнадцать тысяч лет назад это происходило стремительно. Во время Аллерёдского потепления люди смогли распространиться по всей Европе. Однако примерно 12 900 лет назад Европа и Северная Азия пережили изменения климата, которые должны были быть заметными на протяжении одной человеческой жизни. В этот период, примерно за 50 лет, средняя температура в некоторых частях Европы понизилась на заметные 12 градусов. Холод буквально обрушился на людей, и, вероятно, после кратковременного расцвета вновь произошло заметное сокращение численности населения. Это кратковременное оледенение называют «поздний дриас», и мы до сих пор не знаем, чем оно было вызвано. Одна из гипотез такова: во время потепления ледяные барьеры в Северной Атлантике растаяли, после чего в океан хлынуло огромное ледяное море из Северной Америки, которое остановило Гольфстрим. Как и сегодня, морское течение принесло в Северо-Западную Европу тепло, но за полтора тысячелетия оно сошло на нет.

Лишь 11 700 лет назад Европа смогла вздохнуть спокойно. С началом голоцена, теплого периода, в который живем и мы с вами, наконец-то стало стабильно теплее. Ледниковый период закончился — по крайней мере, с

точки зрения живших тогда и живущих теперь людей. Но в принципе голоцен — это не что иное, как межледниковый период, который лишь прерывает, но не завершает ледниковый период. Он то и дело наступает в определенном ритме на протяжении уже 2,4 миллиона лет. Следовательно, голоцен, который длится уже примерно 12 000 лет, после медленного снижения температур должен был бы вылиться в новый ледниковый период. Это, однако, не отменяет экзистенциальную угрозу, которую сегодня представляет собой спровоцированное человеком изменение климата.

Как бы то ни было, начало голоцена было для человечества в первую очередь удачей и ознаменовало собой начало прорыва, эволюционное значение которого практически так же важно, как и прямохождение. Колыбель прогресса находилась при этом не в Европе, а на Ближнем Востоке. Там было заметно теплее, чем на севере, и люди использовали возможности, которые им предлагал климат. Так началась эпоха неолита. Охотники и собиратели стали земледельцами и животноводами, кочевники стали оседлыми.

Перемены климата тогда и сейчас

Глобальное потепление всегда влекло за собой миграцию. За последние 10 000 лет оно сделало возможным строительство европейской цивилизации, которая позже повлияла на весь мир. Возможно, нынешние изменения климата спровоцируют миграционный поток в том же направлении — с юга на север. Однако такая миграция будет иметь существенное отличие от той, что была 10 000 лет назад: тогда потепление способствовало расселению людей, а сейчас оно приведет к бегству от климата. Если рассматривать нынешнее глобальное потепление в контексте истории Земли, то оно может показаться незначительным. Но для глобального общества это беспрецедентный вызов. Предпосылки к этому лежат в самом голоцене. Благодаря ему численность людей значительно возрастает. Согласно последним вычислениям, к 2050 году она должна достигнуть отметки в 10 миллиардов. Это не только увеличивает выбросы парниковых газов, но и способствует возникновению мегаметрополий, которые по инфраструктурным причинам зачастую находятся на море и концентрируются в первую очередь в тихоокеанском регионе Юго-Восточной Азии. Подъем уровня моря в этой области, вероятно,

может лишить родины сотни миллионов людей. То же самое касается Африки — континента, численность населения которого может к 2050 году увеличиться вполтину и достичь отметки в два миллиарда человек. Там все более частые засухи способны лишить людей всех средств к существованию. Миграционный натиск на северное полушарие (где очевидно больше суши) теперь уже ощутим, и ничто не указывает на то, что этот натиск в будущем ослабнет. Вероятно, в связи с глобальным потеплением дальние части Северной Евразии и Канады смогут принять больше людей. Оттаивающие участки вечной мерзлоты смогут использоваться в сельском хозяйстве, чтобы больше людей имели возможность прокормиться. Но метан, освобождающийся в процессе таяния участков вечной мерзлоты, дополнительно усилит потепление.

Если рассматривать только пригодные к жизни территории, которые освобождаются вследствие климатических изменений, в глобальном потеплении можно увидеть плюс. Однако невозможно даже представить все политические колебания и конфликты, которые вызовут спровоцированные этим процессом миграции. Лучше даже не пытаться их представить. То же самое касается и альтернативного сценария, то есть такого, при котором голоцен завершается новым ледниковым периодом. Все климатические данные о прошедших межледниковых периодах указывают на то, что севернее Альп никакое сельское хозяйство больше не будет возможным, что европейцы сами себя прокормить не смогут и им, вероятно, придется перебираться на юг. Если учесть, что к тому времени европейцев будет уже три четверти миллиарда, а Африка будет плотно заселена, этот сценарий тоже трудно себе представить без конфликтов. Но до этого пройдут еще многие тысячи лет — столько времени голоцен в любом случае еще продлится. Как гласит еще одна теория, вызванное человеком потепление климата полностью остановит наступление нового ледникового периода. Поэтому многие геологи и исследователи климата больше говорят не о плейстоцене или голоцене, а об антропоцене — человеческой эпохе.

После того как 11 700 лет назад в Европе началось потепление, охотники и собиратели еще долго определяли жизнь на континенте. Охота и собирательство — это не просто историческая эпоха, это природа человека. С тех пор как он развил прямохождение, научился создавать орудия для охоты и его мощный мозг смог компенсировать невыигрышность человеческого тела по сравнению с телом крупных хищников, человек на протяжении миллионов лет совершенствовал свою стратегию выживания. Человек делал то, для чего был создан. Эволюция формировала его таким образом, что он становился все лучше и передавал свои экспертные знания потомкам. Эти знания в нынешнюю эпоху человеком уже забыты. Исключения составляют очень редкие, исчезающие популяции охотников и собирателей. Двухнедельное пребывание в дикой среде без вспомогательных средств для большинства европейцев теперь может окончиться смертью. Хотя в цивилизованном человеке и живет охотничий инстинкт, но сегодня мы от него, как правило, отказываемся после первой же попытки поймать курицу голыми руками.

Для охоты в каменном веке использовали копья и сулицы. Позднее к ним добавились копьеметалки, а затем еще и лук со стрелами. В обработке материалов жившие в ту эпоху люди демонстрировали впечатляющие познания — как при решении больших задач, так и в мелочах. Из камня они изготавливали инструменты, которые позволяли валить огромные деревья. Кроме того, они делали острые ножи и смертоносные наконечники стрел. Украшения, которые имели хождение в Европе с самого появления современного человека, становились все более живыми и детальными. В ход шли ракушки, перья, звериные клыки, мех, оленьи рога. В процессе изготовления использовались красители.

Наиболее впечатляющую картину тогдашней жизни (и смерти) дает одна весьма тщательно исследованная гробница, расположенная в Саксонии-Анхальте, в Бад-Дюрренберге. Около 8000 лет назад там была похоронена женщина примерно 25 лет. Ее захоронили в положении сидя, с младенцем, который, вероятно, умер вместе с ней, на коленях. Рядом с мертвецами — богатые погребальные артефакты животного происхождения, среди которых оленьи рога. В этой могиле обнаружилась красная краска и что-то вроде примитивной кисточки, в которой археологи распознали раннюю форму помады. Поскольку мертвая женщина выглядит для своего времени экстравагантно, ее называют шаманкой из Бад-Дюрренберга. Как и другие находки из захоронений мезолита (то есть среднего каменного века, начавшегося 11 700 лет назад), эта могила свидетельствует о комплексной культуре охотников и собирателей Центральной Европы. Люди той эпохи

ценили эстетику и лелеяли определенные религиозные представления, иначе мертвецы не были бы захоронены с такими дополнениями. В могилах обнаружили также продукты питания, говорящие о том, что люди как будто хотели дать своим мертвецам причастие, еду в дорогу. Это указывает на веру в загробную жизнь.

Дефицитом еда в теплеющей Европе определенно не была. Рацион состоял по большей части из мяса животных, которые в изобилии бродили по лесам и степям. Кроме того, в меню были корнеплоды, яйца птиц, грибы, злаки, корни или листья. Осенью делали припасы, чтобы было легче перезимовать. По сегодняшним популяциям охотников и собирателей мы знаем: в среднем, чтобы обеспечить свое выживание, они тратят всего от двух до четырех часов в день. Древние европейцы вели простую жизнь. Их имущество ограничивалось тем, что они носили на себе. Убежища использовали временно и без сожалений оставляли, легко изготавливаемые инструменты тоже — при необходимости их просто делали заново. Камни и дерево можно было найти повсюду. Ареал обитания простирался в пределах двух часов пешей ходьбы. Там люди охотились и собирали свое пропитание. Если найти ничего не удавалось, они расширяли свой спектр питания, ели меньше или перебирались в другое место. Их путь, особенно когда климат стал холодным, простирался в южном направлении — туда, где можно было достать побольше еды.

Череп старых охотников и собирателей поражают, как правило, безупречно белыми зубами. Провоцирующие кариес сладкие продукты (такие, как мед) люди в то время не ели, а хлеба, который при помощи слюны расщепляется на сахар, и вовсе не знали. При этом они очень активно использовали резцы. Вероятно, в каменном веке эти зубы играли роль третьей руки, когда например надо было натянуть кожу животного между рукой и ртом, чтобы обработать ее другой рукой. Повреждения зубов и последствия таких травм часто становились причиной смерти охотников и собирателей. Вот и шаманка, видимо, умерла вследствие острого воспаления десен. От инфекционных заболеваний люди еще не страдали — инфекции просто не могли распространяться среди живших далеко друг от друга популяций.

К такому образу жизни человек был генетически приспособлен на протяжении миллионов лет, и это помогало людям, жившим в эпоху мезолита, поддерживать оптимальное здоровье. Самые распространенные сегодня прямые и косвенные причины смерти — заболевания сердечно-сосудистой системы, инсульты, диабеты — в каменном веке были невероятными. Бум палеодиеты, то есть ограничение питания до мясной и растительной пищи, имеет определенное оправдание. Однако эта диета

предполагает слишком мало насекомых в меню, к тому же мясо и овощи производятся исключительно в рамках сельского хозяйства. Употреблять в пищу дикие травы, корни и дичь решаются лишь единицы адептов палеодиеты, так что об аутентичной диете охотников и собирателей речь не идет. Наконец, в отличие от охоты в естественных условиях, поход в палеоресторан не требует активного движения.

Естественное предохранение, архаические ритуалы

У людей, живших в эпоху мезолита, было мало детей. Поскольку они не использовали ни молоко животных, ни каши, потомство лет до шести росло на грудном вскармливании. В организме матери, кормящей грудью, запускались определенные гормональные механизмы, и женщина на это время становилась бесплодной. (Внимание: в наши дни рацион большинства людей гораздо обильнее, так что эти механизмы больше не работают и грудное вскармливание не является надежным методом контрацепции.) Старшие дети к моменту появления на свет младших братьев и сестер, то есть к своим шести-семи годам, должны были окрепнуть настолько, чтобы уже не нуждаться в постоянной родительской защите. Более четырех раз женщины в то время, как правило, не беременели. Это означало, что на одно поколение приходилось в среднем два ребенка, достигших взрослого возраста. Такие расчеты верны для стабильной популяции, а не для активно растущей.

В малонаселенной Европе не было конкуренции за еду, поэтому конфликты между отдельными группами охотников и собирателей были редки. Еды хватало всем. Однако случались и исключения из правил, причем жесткие. Например, во время перехода к теплоте в Центральной и Северной Европе становилось все больше местностей, где еду чаще собирали, чем добывали на охоте. Это касается в первую очередь прибрежных регионов, буквально кишмя кишевших тюленями и где каждые пару месяцев выкидывало на берег кита. Рацион можно было без труда дополнить из богатого растительного мира — ягоды, корни и грибы долго искать не требовалось. Такие райские места были популярны и привлекали жителей других регионов. Старожилы этих мест защищались как могли. Охотники и собиратели могли быть в целом самым мирным обществом из всех, которые мы знаем, но когда происходила вспышка насилия, они становились жестче многих, кто пришел вслед за ними. Об этом говорят

кости, найденные в тех самых райских местах: сражавшиеся люди со страшной силой крошили черепа. Жестокость, помимо прочего, работала на устрашение: в Мутале, в Центральной Швеции, местные жители накалывали своих врагов на копья и размещали их в болоте, спиной к собственному поселению. Они также умудрялись помещать один череп в другой — символика, значение которой сегодня непонятно. Как бы то ни было, с систематической и комплексной конкуренцией за ресурсы, которая позже захватила континент, такие инциденты не имели ничего общего.

Старейший друг людей

Одно из самых больших новшеств, внедренных охотниками и собирателями, — собака. Для охотника этот зверь незаменим, а для многих людей, которым чужда охота, собака — член семьи. Согласно разным оценкам, от 20 до 15 000 лет назад был одомашнен волк. Мы все еще не знаем наверняка, произошло это на нескольких континентах одновременно или сначала случилось в ледниковой Европе. Старейшая связанная с собакой находка в Германии — двойное захоронение в Оберкасселе близ Бона. Около 14 000 лет назад там были погребены пятидесятилетний мужчина и женщина вдвое моложе него. В могиле также найдена челюсть собаки — видимо, зверь имел большое значение для обоих. Были ли хозяин и его супруга похожи на своего питомца (о таком сходстве любят говорить нынешние владельцы собак), остается лишь гадать. Но по крайней мере генетически в те далекие тысячелетия собака была ближе к человеку. Как и человек, собака может значительно лучше усваивать углеводы, чем ее прямые предки. Так что у сегодняшних собак заметно больше копий генов, отвечающих за производство фермента амилазы, с помощью которой можно, помимо прочего, переваривать рис и картофель. Такие же мутации обнаружались и у людей, когда в их рационе стали преобладать продукты, содержащие углеводы. В отличие от неандертальцев, денисовцев и ныне живущих шимпанзе, которые несли и по-прежнему несут в себе только две копии генов амилазы, сегодня у большинства людей между десятью и двадцатью таких копий — количество, сближающее человека с его четвероногим другом. Такая параллельная мутация у собаки и человека указывает на то, что собака уже давно не только верный

товарищ человека, но и лучший специалист по подъеданию лакомств, оставшихся на столе.

Пионеры генной инженерии

Если по окончании ледникового периода в Центральной Европе господствовал благоприятный климат, то на Ближнем Востоке он уже и вовсе был идеальным. Пятнадцать тысяч лет назад усилившиеся осадки и тепло заставили доселе бесплодные степи расцвести — в частности, крупнозерновыми дикими травами, предшественниками наших нынешних злаков. Рост растений принес собирателям прямую выгоду, а охотникам — косвенную: в ту пору стало больше дичи, которую они могли поймать, многочисленные газели скакали буквально повсюду, становясь важнейшим источником мяса. В Анатолии и по всему региону восточнее Босфора в то время жилось так хорошо, что склонность охотников к путешествиям ослабла, все меньше необходимости было в том, чтобы следовать за пропитанием. На Плодородном полумесяце, который простирался от Иорданской долины и Ливана через юго-восток Турции, север Сирии и Ирака до Загросских гор на западе Ирана, росли не только флора и фауна, но и население. Первыми оседлую жизнь стали вести охотники и собиратели из региона, где сегодня располагаются Израиль и Иордания. Там более 14 000 лет назад возникла натуфийская культура. Эти охотники и собиратели жили в конкретных местах и собирали, по всей видимости, дикие злаки, которые перерабатывали с помощью жерновов.

Доказательство того, что значение кочевничества снижалось, нашлось и на юго-востоке Анатолии. Двенадцать тысяч лет назад оседлые охотники и собиратели из огромных, украшенных анималистическими мотивами каменных блоков построили там комплекс Гёбекли-Тепе длиной в целый холм. Археологи приписывают этому строению религиозное значение.

Как и на севере, на Ближнем Востоке 13 000 лет назад за теплым периодом последовало внезапное похолодание, сопровождавшееся редкими дождями. Климатические изменения поставили людей перед жестоким испытанием, ведь выбор пищи резко сузился. Возможно, нужда сделала людей изобретательными, поскольку они стали развивать подобие генной инженерии. В то время внимательным наблюдателям пришло в голову использовать генетическое разнообразие видов злаков. Примерно 10 500 лет

назад, в конце холодной фазы, в некоторых поселениях Плодородного полумесяца росли эммер (двuzернянка, или полба), предшественник нынешней пшеницы, и дикий ячмень, от которого произошел обычный ячмень. Эти злаки не появились просто так, их должны были культивировать намеренно. У диких злаков есть одна особенность, выгодная для их собственного роста, но неудобная для людей: зерна у них не держатся в колосках. Во время жатвы многие зерна теряются, их нужно мучительно выбирать. Что касается растений с определенными мутациями, то их зерна собиратели, похоже, намеренно высеивали, чтобы получить больше мутировавших семян — а значит, и новых сортов. Реконструировав геном высушенного ячменя из пещеры на Мертвом море, мы с коллегами из Германии и Израиля смогли показать, что ячмень, который сейчас возделывают на Ближнем Востоке, генетически во многом соответствует тому, который культивировали в этом регионе еще 6000 лет назад.

Заниматься скотоводством люди на Плодородном полумесяце, похоже, начали 10 000 лет назад. В поселениях того времени жили одомашненные козы и овцы, позднее к ним добавился и крупный рогатый скот. Животные служили источником не только мяса, но и молока. Вероятно, потребление мяса последовательно падало по мере того, как охотники и собиратели становились оседлыми, чтобы затем, в эпоху земледелия, резко возрасти. Больше охотиться ради дополнительного мяса было невозможно: сельское хозяйство было слишком ресурсозатратным — это соответствовало работе на полный день с постоянными сверхурочными. Но потребность в мясе могла частично восполняться за счет торговли с охотниками и собирателями, которые все еще оставались в регионе. По крайней мере найденные скелеты охотников и собирателей из ранних сельскохозяйственных поселений указывают на мирное сосуществование и торговлю между двумя популяциями.

Труп в подвале

О неолитической революции, то есть внезапном начале ведения сельского хозяйства, применительно к Ближнему Востоку говорить нельзя, ведь люди осваивали сельскохозяйственные стратегии медленно и постепенно — тысячелетиями. Сначала земледелие дополнило традиционный стиль жизни — эксперимент, который казался все более притягательным. С большими поселениями, полями, скотоводством,

типичными для более позднего неолита, эпохи сельского хозяйства, эти первые образцы не имели ничего общего, равно как и с маленькими группами традиционных охотников и собирателей.

О том, что сельское хозяйство в регионе развивалось постепенно, что новые технологии не привозились в регион иммигрантами (как бывало позднее в Европе), говорят также ДНК-анализы, проведенные нашим Йенским институтом. Охотники и собиратели Анатолии не отличаются от более поздних земледельцев, они относятся к той же популяции и не пришли в регион извне. Примечательно, что генетические различия были и среди самих земледельцев Плодородного полумесяца: ДНК людей из его восточной части отличается от ДНК людей из его западной части. Речь не о каких-нибудь мелочах: две эти популяции генетически так же далеки друг от друга, как нынешние европейцы от жителей Восточной Азии. Причина такого генетического разрыва внутри почти единого в своем развитии культурного пространства пока неясна. Возможно, предки этих популяций были разделены во время ледникового периода, горные цепи Анатолии могли стать для них непреодолимым препятствием. Генетической преемственности между охотниками и собирателями и жившими позднее земледельцами из Анатолии в Европе нет. Здесь неолитическая революция заслужила свое имя — всего за несколько столетий она буквально захватила континент. Ее столь широкое распространение было археологически обосновано уже более ста лет тому назад, однако один вопрос так и оставался открытым. Согласно первой теории, сельское хозяйство как культурную технологию жители Центральной Европы переняли, то есть научились ему у соседей по Анатолии, после чего оно медленно передавалось с востока на запад. Согласно второй теории, анатолийцы сами распространились с востока на запад и принесли с собой новую технологию. Сегодня доказанной считается теория, связанная с иммиграцией, причем аргументов в ее пользу гораздо больше, чем можно было ожидать. Ее обоснование стало возможным благодаря комплексному секвенированию генома сотен европейцев, живших в Европе от 8000 до 5000 лет назад. А еще при помощи костей одной старой швабской крестьянки.

Ее останки хранились в подвале Тюбингенского института, где я тогда работал, и принадлежали женщине, которая жила 7000 лет назад в районе Штутгарта. В 2014 году анализ генома показал, где находятся ее генетические корни — в Анатолии. Ее наследственная информация заметно отличалась от информации, которую мы находили в костях охотников и собирателей, живших на территории современных Швеции и Люксембурга до начала европейского неолита. Та жительница Швабии предоставила первую ДНК, с помощью которой можно было без колебаний доказать

иммиграцию анатолийцев. Но есть и сотни других доказательств, полученных позднее. Они показывают, что анатолийцы примерно 8000 лет назад начали заселять всю Европу, от Британских островов до нынешней Украины. Перейдя через Балканы на юге, они двигались вдоль Эгейского моря и Адриатики на севере и далее через Дунайский коридор. Трудно сказать, были ли охотники и собиратели вытеснены или новоприбывшие просто превзошли их численностью. В любом случае после иммиграции гены охотников и собирателей потеряли свою значимость для общей европейской популяции. Эти люди отступили в местности, не подходящие для сельского хозяйства. Позже им предстояло вернуться, но до этого еще оставалось два тысячелетия.

Светлая кожа вместо мяса

На волне неолитической революции в Европе встретились две генетически принципиально разные популяции, и это было очевидно. У укоренившихся европейцев была более темная кожа, чем у иммигрантов из Анатолии. Сегодня кажется совершенно непонятным, почему у людей, которые пришли с явно более теплого юга, кожа была светлее, чем у тех, кто уже давно жил на прохладном севере. Повседневное знание тут не помогает. Действительно, у популяции тем темнее кожа, чем больше она подвержена воздействию солнечных лучей — на экваторе, в Центральной Африке, можно увидеть самые темные типы кожи, а в северных регионах планеты — самые светлые. Эволюционный смысл такого различия понятен сразу же: чем ярче выражена пигментация кожи, тем меньше она пропускает вызывающее рак УФ-излучение.

Насколько важна эта защита, сегодня можно наблюдать на примере популяции, кожа которой не соответствует окружающей среде, — австралийцев, ведущих свое происхождение из Европы. Значительную часть населения Австралии составляют люди с преимущественно британскими корнями и очень светлой кожей, иммигрировавшие менее ста лет назад. И Австралия показывает самый высокий уровень заболеваемости раком на планете. Треть австралийцев заболевает им хотя бы раз в течение жизни. С точки зрения эволюционной биологии люди со светлой кожей не должны жить рядом с экватором, ну или должны отвести на постепенный переезд в те края по крайней мере пару тысяч лет, чтобы кожа успела генетически приспособиться. Она на это действительно способна. Так, например, у

коренных жителей Америки на широте экватора более темная кожа, чем у людей, живущих на самом юге континента, хотя и те и другие — выходцы из одной популяции, иммигрировавшие в Америку около 15 000 лет назад. Через 10 000 лет светлокожие австралийцы теоретически могут стать такими же темнокожими, как гораздо дольше живущие на этом континенте аборигены, — если, конечно, не случится новой иммиграции из Европы и не будет солнцезащитных кремов с защитным фактором 50.

Если вблизи экватора темная кожа защищает от болезней, то в умеренных и полярных широтах — наоборот. Там сильная пигментация контрпродуктивна, поскольку препятствует поглощению солнечных лучей, а ведь солнечные лучи не только вредны, но и жизненно важны: при помощи УФ-лучей тело вырабатывает витамин D. При высокой интенсивности солнца это без проблем удастся и темной коже, но в менее удачных световых условиях все гораздо сложнее. В регионах с плохой освещенностью даже светлая кожа без многочисленных пигментов с трудом вырабатывает достаточное количество витамина D. Поэтому в некоторых странах выпускают специальные продукты питания (например, молоко, обогащенное витамином D) или заставляют болезненных детей пить рыбий жир. В Германии над тем, чтобы улучшить обеспеченность витамином D, работает Институт Роберта Коха. По мнению специалистов института, люди с более темной кожей особенно подвержены нехватке этого витамина.

Однако все это не объясняет, почему 8000 лет назад у центральных европейцев кожа была темнее, чем у иммигрантов с юга. Разгадка кроется в рационе земледельцев Ближнего Востока. Как показали изотопные анализы их костей, эти люди резко сократили потребление мяса. В отличие от охотников и собирателей, они не получали витамин D из рыбы или мяса и питались почти только вегетарианской едой с добавлением молочных продуктов. Цвет кожи ранних земледельцев несет «отпечаток селекции»: только обладая более светлой кожей, они могли производить достаточно жизненно важного витамина D. Чтобы кожа стала светлее, требовались многочисленные мутации. Более светлокожие анатолийцы, у которых эти мутации произошли, были здоровее, жили дольше и рожали больше детей. Цвет их кожи бледнел параллельно с установлением земледелия и распространением рациона, в котором было мало мяса. Такая эволюция долгое время происходила по всей Европе. Чем севернее градус широты, тем светлее становился цвет кожи. У охотников и собирателей такой селекции, напротив, не происходило — им не требовалась более бледная кожа для обеспечения организма витамином D, ведь они получали его в достаточном количестве из рыбы и мяса.

Цвет кожи современных североевропейцев — это следствие целого ряда генных мутаций. Их самая экстремальная форма, к примеру, отвечает за то, чтобы кожа накапливала очень мало меланина — окрашивающего пигмента. Особенно часто эта мутация встречается сегодня в Великобритании и Ирландии — кожа ее носителей (преимущественно рыжих) не может загореть, она способна только сгореть, что объясняет высокий уровень заболеваемости раком кожи среди австралийцев, имеющих британское происхождение. Мутация, которая отвечает за ограниченное производство меланина, ответственна также за иное восприятие холода и боли. Долгое время такое изменение в генах объясняли неандертальцами — тем, что у них якобы более высокая устойчивость к холоду. Но генетически это не подтверждается. Соответствующая мутация меланокортиновых рецепторов (белков, регулирующих окраску кожи и цвет волос) в геноме неандертальцев до сих пор не обнаружена.

Европейские охотники и собиратели были не только темнокожими, но еще и голубоглазыми. В отличие от цвета кожи, цвет глаз в Европе после иммиграции из Анатолии остался прежним. Почему — до сих пор неясно, ведь исходное состояние радужной оболочки — более темное. Все, что делает глаза светлее, — это мутации, которые заботятся о том, чтобы в радужной оболочке осталось меньше цвета. Пользы от этой мутации нет, светлые глаза не дают видимых преимуществ, тогда как темные, похоже, обладают большей светочувствительностью. В Африке голубые глаза — большая редкость, поскольку эта мутация, вероятно, из-за интенсивного солнечного света, подверглась негативной селекции. Но и это не объясняет, почему сегодня светлые глаза в Европе распространены больше, чем если бы их преобладание было случайным. Возможно (по крайней мере, это звучит правдоподобнее всего), у людей с голубыми глазами просто было больше шансов продолжить свой род — такие глаза считались красивыми. Секвенирование генома показывает спад голубоглазости после иммиграции анатолийских земледельцев, а потом новый взлет.

Голубые глаза — не обязательно как у Теренса Хилла. Они просто менее пигментированы, то есть находятся в диапазоне от серо-голубых до зеленых. Зеленые — это смесь голубых и карих пигментов. Одна и та же мутация может приводить к очень разному цвету глаз. Так же и с цветом кожи — между светлым и темным находится почти бесконечная палитра градаций. И хотя в генах охотников и собирателей Центральной Европы мы не нашли мутаций, присущих земледельцам с Ближнего Востока и ответственных за более светлую кожу, значение подобного открытия не стоит переоценивать. Однако именно это случилось несколько лет назад, когда была расшифрована ДНК «прабританки» и оказалось, что якобы у нее

была такая же темная кожа, как у современной жительницы Западной Африки. Подобные формулировки широко распространяются медиа, что приводит к недопустимым обобщениям. Мы попросту не знаем, насколько темнокожими на самом деле были древние охотники и собиратели. К тому же наследование цвета кожи — процесс сложный, и одними мутациями его не объяснить. Так что вопрос о том, были ли ранние европейцы ближе к сегодняшним людям из Западной Африки или к представителям арабского мира, должен оставаться открытым. Ясно только, что они несли в себе известные нам мутации, которые отвечают за светлую кожу, и поэтому, вероятнее всего, их кожа была темнее, чем у сегодняшних европейцев.

Если заглянуть еще дальше в историю человечества, можно обнаружить, что и темная кожа поначалу была элементом адаптации. Наш кузен, шимпанзе, прячет под своей черной шерстью светлую кожу. Когда человек скинул с себя шерсть, цвет его кожи изменился, чтобы защитить неприкрытое тело от солнца. Хотя бы по этой причине считать светлую кожу каким-то признаком эволюционной иерархии — огромная глупость. Ведь тогда получается, что светлокожие люди рекламируют свою особенную генетическую связь с шимпанзе.

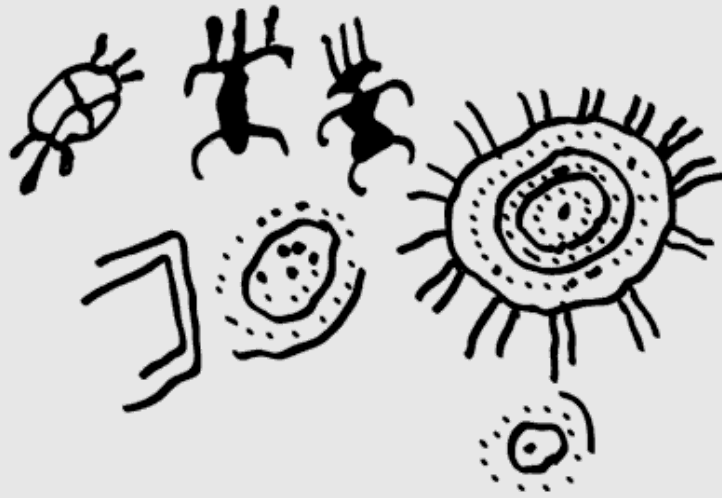
Нескончаемый Балканский путь

Одним из первых регионов Европы, в который иммигранты из Анатолии принесли неолитическую культуру, по вполне очевидным причинам были Балканы. Ранние крестьяне, которые здесь поселились, основали Старчево-кришскую культуру. Она распространилась вдоль Дуная, примерно в области Южной Венгрии и Сербии, вплоть до Западной Румынии. В своих правах утверждались совершенно новые оседлые культуры с очень простыми жилищами. Их строили из имевшейся в изобилии глины, дерева и соломы, так что выдерживали они далеко не каждую погоду. Подобные дома регулярно разрушались, их перестраивали, так что с течением тысячелетий на их месте образовывались небольшие холмики. Останки таких поселений, которые называют «телли» (арабское слово, означающее «холм»), сегодня можно встретить преимущественно в Южной Европе и на Ближнем Востоке. Эта археологическая общность также подчеркивает функцию Балкан как моста, который на протяжении тысячелетий способствовал обмену между Ближним Востоком и Европой. Если в ледниковый период жители Балкан передали свою ДНК

анатолийцам, то 10 000 лет спустя, с наступлением эпохи неолита, их гены вернулись в Центральную Европу. Это взаимодействие через Балканский путь генетически связывает жителей Европы и анатолийцев по сей день.

Наряду с познаниями в области земледелия и животноводства анатолийцы принесли европейцам умение производить керамику. С помощью огня жители эпохи неолита в огромных количествах производили миски, бутылки и сосуды. Кто хоть раз пробовал, переехав в новую квартиру, сервировать стол без посуды и достойно пообедать, имеет представление и о том, какую роль играла керамика в жизни древних людей. Через тысячу лет новый материал распространился по всей Европе, и дюжины различных культур получили от археологов наименования по тому, как именно они производили свою керамику. Линейно-ленточная керамика — сосуды с орнаментами в форме лент — за считанные столетия распространилась по всей Центральной Европе, по территории современных Франции, Германии, Польши, Австрии и Венгрии, а позже добралась и до Украины. Вдоль Адриатики, Средиземного моря и по всей сегодняшней Италии превалировала кардиальная керамика, которая обычно была украшена отпечатками ракушек.

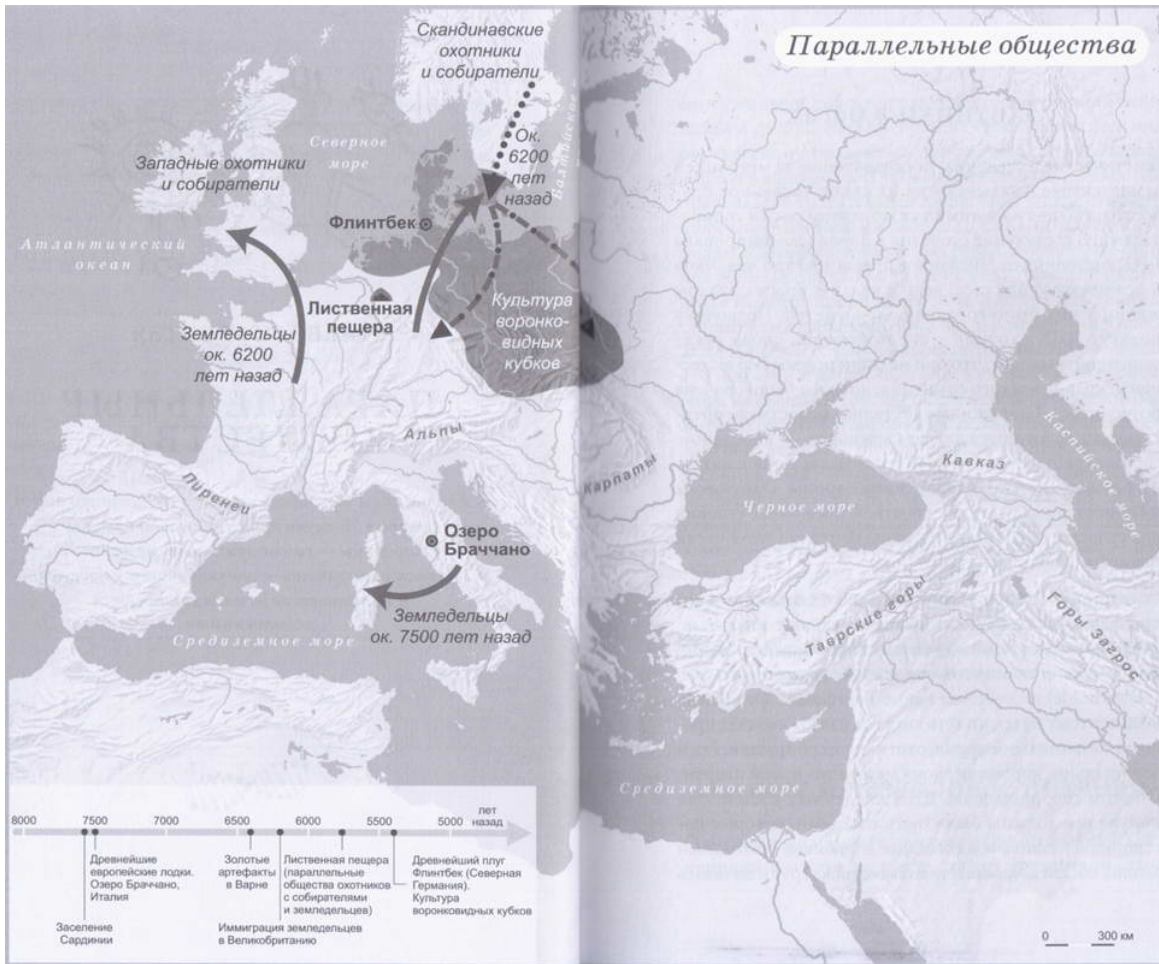
Огромную массу керамических артефактов той эпохи, которую археологи больше сотни лет откапывают по всей Европе, уже трудно охватить исследованиями. Она указывает на глубокие культурные изменения, которые принес с собой неолит. И кардиальная, и линейно-ленточная керамика — обе появились благодаря анатолийской иммиграции и разделились на Балканах на два течения. Генетически представители двух этих культур почти не различаются, так же как сегодняшние ирландцы и англичане. Победное шествие экономически более успешных земледельцев 8000 лет назад отчетливо прослеживается по изменениям в ДНК, произошедшим в то время. Но эта победа не была безоговорочной. Еще 7500 лет назад ДНК охотников в Центральной Европе не встречалась, зато в сегодняшней популяции она местами так же сильно выражена, как ДНК ранних земледельцев. Старые охотники и собиратели с появлением анатолийцев не исчезли, они лишь отступили. Прежде чем сельское хозяйство окончательно завоевало Европу, охотники и земледельцы еще 2000 лет продолжали соседствовать друг с другом.



Глава четвертая Параллельные общества

- *Анатолийцы трудились весь день • Охотники ищут гнезда • Новички принесли с собой насилие*
- *Сардинцы — самые оригинальные фермеры • Учиться у мигрантов — значит учиться побеждать • Гигиенические условия становятся невыносимыми*





Охотники в бегах

Генетические изменения, последовавшие за миграцией земледельцев, указывают на их явное численное превосходство над жившими тут же охотниками и собирателями. В следующие столетия в Европе доминировала ДНК анатолийцев. Численное превосходство новичков в это время усилилось, ведь в связи с иным образом жизни у них было гораздо больше детей. Поскольку позднее ДНК охотников и собирателей снова стала успешной, выходит, что они не были полностью вытеснены, но, вне всякого сомнения, должны были сначала потесниться. Старожилам достались области, не представлявшие интереса для земледельцев, — небольшие горные хребты с малым количеством пастбищ и пахотных земель, или холодный север Европы. Охотникам и собирателям было куда податься:

идеальные условия для сельского хозяйства в начале неолита в этой части планеты были редкостью.

Охотники и собиратели могли как-то договариваться с земледельцами. Они жили в параллельных обществах, знали друг о друге, но на контакт шли с опаской. Об одном из таких контактов говорит Лиственная пещера (Blatterhöhle) в Северном Рейне-Вестфалии. От 6000 до 5000 лет тому назад, то есть когда от начала неолита прошло уже длительное время, охотники и собиратели, как и земледельцы, хоронили своих мертвецов в этой пещере. Об этом говорит анализ ДНК найденных костей. Эти популяции должны были быть соседями, которые договорились использовать общее кладбище. Изотопный анализ костей показывает, что каждая из групп питалась согласно своей собственной традиции. В рационе охотников и собирателей преобладали рыба и мясо, а к ним определенно прилагалась порядочная порция червей и прочих насекомых. В рационе земледельцев, напротив, преобладала растительная пища. Они успешно приручили крупный рогатый скот, овец и коз, но питались их молоком, а забивали животных редко. В общем, это были не лучшие предпосылки для того, чтобы приглашать друг друга на обед. Тем не менее то там, то тут между представителями двух групп случались романы — в пещере даже нашлись останки общих потомков. Но очевидно, что попытки мужчин-охотников ухаживать за женщинами из соседней группы оказывались безнадежными. В костях общих потомков не нашлась ДНК земледельцев, зато обнаружилась митохондриальная ДНК охотников и собирателей. Поскольку по наследству передается митохондриальная ДНК матери, выходит, что собирательницы и охотницы подпускали к себе земледельцев, а вот земледелицы собирателей и охотников — нет. Это соответствует наблюдениям над сегодняшними популяциями охотников и собирателей, которые живут в тесном соседстве с земледельцами, например в Африке. И там тоже лишь немногие крестьянки заводят романы с охотниками, а вот крестьяне с охотницами встречаются, наоборот, чаще.

Стресс и нездоровое питание

Охотники и собиратели, привыкшие устраивать вечеринки с мясом на гриле, плохо принимали стиль жизни, который принесли с собой их новые соседи — преимущественно вегетарианцы. Удивительно, что потребовалось 2000 лет, прежде чем сельское хозяйство утвердилось в своих правах по

всей Европе, ведь оно предлагало очевидно лучшие возможности для развития. Впрочем, у охотников и собирателей тоже были веские основания для того, чтобы не доверять новой жизненной модели или по крайней мере не перенимать ее с легкостью. У земледельцев могло рождаться больше детей, но и цена за это была откровенно высокой: у них никогда не бывало праздников. Чтобы заполнить свою кладовую, крестьяне в большинстве своем пахали целый день, в конце которого их ждало скромное количество зерновых, овощей и, возможно, стакан молока или кусочек сыра. Конечно, работа охотников и собирателей тоже не была сплошным праздником, но она по крайней мере выполнялась явно быстрее. Новички жили в постоянном страхе перед неурожаем, а вот охотники знали, как заполучить у природы еду даже при самых неблагоприятных обстоятельствах. Кроме того, их пищеварительная система была адаптирована к тяжелой мясной диете — до сих пор достаточно бросить взгляд на полку с безглютеновыми и безлактозными продуктами, чтобы понять: многие люди по-прежнему недовольны изобретением зернового и молочного хозяйства. В костях многих древних земледельцев обнаруживаются признаки недостаточной минерализации. Для сильных охотников это могло иметь серьезные последствия.

Конечно, с земледелием не все было плохо. Да, работа могла быть тяжелой, питание не самым полезным, а образ жизни не самым здоровым. Зато жители эпохи неолита обрели расширенную семью, которая в долгосрочной перспективе повышала шансы на выживание собственного потомства, а с ним и целой популяции. На непритязательных охотников и собирателей земледельцы должны были смотреть с удивлением, как и те — на них.

Тяжелая работа, которая определяла жизнь земледельцев, вскоре стала безальтернативной. Как только они начали производить больше питания, с помощью которого могли поставить на ноги больше детей, они тут же оказались в беличьем колесе, которое человечество с тех пор так и не может покинуть. Благодаря этому колесу библиотеки полнятся книгами всё новых советчиков, которые адресуют свои рекомендации застрессованным сотрудникам. Больше питания означало не только больше детей: больше детей стали требовать больше питания, которое надо было сначала вырастить и собрать.

Уже тогда важным было то же, что стоит во главе угла сейчас: человек скорее удвоит свою рабочую нагрузку, чем ухудшит свои жизненные стандарты. Стандарты у крестьян были, вне всякого сомнения, выше, чем у охотников и собирателей, по крайней мере если говорить о материальных благах. Земледельцы владели полями, жили в домах, держали скот.

Однажды вступив на путь роста, они могли отступить, только рискнув жизнью своих детей. К тому же через пару поколений вернуться от земледелия к охоте было уже невозможно — умения, которые для этого требуются, нужно приобретать с ранних лет. А еще примкнуть к охотникам и собирателям (которые, по мнению большей части земледельцев, были ниже статусом) означало фактически обречь себя на добровольное изгнание.

В прямом соседстве — как это было возле Лиственной пещеры — две популяции, вероятно, жили редко. Земледельцы присоединялись к охотникам и собирателям там, где для них были хорошие условия. Горы, леса или склоны даже не обсуждались. Им нужна была хорошая почва, в идеале способная плодоносить много лет. Поэтому крестьяне обосновывались в первую очередь на плодородных лёссовых почвах, на островках, оставшихся после ледников. Одним из наиболее популярных регионов в эпоху неолита была Магдебургская бёрда. Ее черноземные почвы до сих пор остаются одними из самых плодородных в Европе. Охотникам и собирателям здесь вскоре нечем было поживиться, как и во многих других регионах с хорошими почвами. А для первых земледельцев Европа была свободным полем, самые привлекательные части которого надо было занять поскорее. Времена пионеров длились недолго — все больше людей стремились в лучшие места. Европа была захвачена, ее оседлые жители закрылись от посторонних.

Растущая готовность к насилию в тесном пространстве

Первые неолитические поселения были незащищенными. А вот следующие поколения пришли к необходимости отгородить свои владения от посторонних с помощью защитных сооружений. Борьба за распределение ресурсов, похоже, началась рано: уже в начале развития земледелия по всей Центральной Европе совершались массовые захоронения, что указывает на военные конфликты. В Тальхайме возле Хайльбронна нашли яму, в которой около 7000 лет назад было похоронено более 30 человек. Противники забили их каменными топорами и тупыми предметами. В австрийском Аспарне-ан-дер-Цайя в тот же временной период враги напали на 200 человек или убили их во время бегства. В такой массовой резне, которая обычно была борьбой за дефицитные сельскохозяйственные земли, никого, конечно, не щадили. Детей, подростков, стариков и женщин находят в могилах наряду с мужчинами активного возраста, способными к бою.

Очевидно, в начале неолита люди еще прибегали к рабочим инструментам и предметам, используемым для охоты, как к орудиям убийства. На замену им пришли лук и стрелы, хотя и в Тальхайме, и в Аспарне черепа жертв были разможены топорами и теслами — орудиями для обработки дерева. Спустя считанные столетия в могилах земледельцев появилось идеальное оружие — искусно украшенное и созданное специально для убийств. С началом неолита, еще до появления армий и организованных военных кампаний, военные разборки стали неотъемлемой частью цивилизации.

Крестьяне шли против крестьян. Но, возможно, оборонительные укрепления в земледельческих поселениях создавались и для защиты от охотников и собирателей, которые могли воспринимать поля и пастбища практически как прямое приглашение — оставалось только самостоятельно освоить земли. Вооружались ли охотники и собиратели против земледельцев? Этот вопрос остается открытым. Зачем рисковать жизнью ради кусочка земли, если живешь как кочевник? Они наверняка видели, как высока вероятность проиграть сопернику — хотя бы в силу его численного превосходства. Отношений на равных между двумя группами не было — охотников, вероятно, в лучшем случае терпели, пока они не мешали новоприбывшим. Без межгрупповых конфликтов не обходилось, но и до постоянного военного противостояния не доходило. Отношения скорее характеризовались явным господством земледельцев и взаимным недоверием.

Шведские тракторы

Не везде соотношение сил между двумя группами было таким явным, как на богатых почвах Центральной Европы. На юге Скандинавии и более южных побережьях Балтийского и Северного морей подходящих для земледельцев почв не было — там росли слишком густые леса. Жившие там охотники и собиратели, напротив, радовались теплоту Гольфстриму, который обеспечивал богатые рыболовные угодья. Они, в свою очередь, притягивали большое количество тюленей и китов. Следовательно, охотники и собиратели не видели причин брать пример с крестьян, которые все крепче держались за свои места.

В Скандинавии тоже существовали параллельные общества, но несколько иные. Как и в остальной Европе, там обе популяции сначала жили рядом, а перемешались позже. Но в Скандинавии охотники и собиратели

смогли укрепиться лучше, чем где бы то ни было. Сегодня на севере их ДНК распространена больше, чем в других частях континента. Около 6200 лет тому назад, то есть задолго до начала неолита в Центральной Европе, из взаимодействия с земледельцами здесь возникла так называемая культура воронковидных кубков. Она названа в честь типичных керамических питьевых чаш, которые сужаются книзу, как воронки. Скандинавские старожилы-охотники и собиратели не были вытеснены новоприбывшими, что объясняется не какой-то особой резистентностью к чужому влиянию, а наоборот, открытостью к импортированным техникам. Их готовность к инновациям в течение следующих столетий сделала культуру воронковидных кубков одной из самых успешных в неолите. Древние скандинавы уже определенно знали, что такое колесо. Вкупе с воловой тягой это открывало совершенно новые возможности для развития транспорта и земледелия. Самый ранний из ныне известных следов колеса был найден в Шлезвиг-Гольштейне, во Флинтбеке. Ему 5400 лет, и его обнаружили под мегалитической гробницей. Одно из величайших открытий, которое скандинавы тогда подарили Европе, — прообраз трактора: в плуг запрягали двух волов и таким образом прокладывали на поле большие борозды. Археологам не доводилось находить подобные агрегаты, зато им попадались следы плугов того времени в скандинавских глинистых почвах, которые сегодня покрыты лишь двадцатисантиметровым слоем земли.

Волов запрягали парами. Если один двигался слишком быстро, то обрекал и себя, и партнера на сильнейшую боль. В крайнем случае животные могли даже сломать шеи. Так вспахивали большие поля; много участков земли таким образом было впервые подготовлено к сельскохозяйственным работам. Обильно растущие на скандинавских территориях деревья можно было завалить, но выкорчевать из земли их корни людям было не по плечу. Использование волов в качестве тягловой силы ситуацию изменило: деревья больше не были препятствием для формирования полей. Теперь получалось избавиться даже от валунов, которые остались после ледников (особенно много их было в Северной Европе). Некоторые археологи видят в изобретении такого плуга толчок к созданию многочисленных монументальных каменных конструкций, которые появились в это время по всей Европе, например мегалитических гробниц, более известных как курганы. В конце концов, куда-то нужно было деть камни с новых полей. По крайней мере есть предположение, что все было именно так.

Ответом продвижению крестьян из Анатолии на север 6200 лет тому назад стало появление культуры воронковидных кубков, принесшей с собой обратно на юг не только улучшенную технику, но и уже знакомую ДНК.

5400 лет назад скандинавы на востоке дошли вплоть до нынешней Белоруссии, а на западе — до нынешней Саксонии-Анхальта с ее благодатными почвами. Осевшие там земледельцы должны были отступать все дальше. После многочисленных нападений ареал так называемой группы Зальцмюнде ограничивался территорией, по площади равной сегодняшнему концертному залу. Окончательно исчезла эта культура примерно 5000 лет назад.

В целом фаза распространения людей с севера совпала со спадом культуры Центральной Европы. Неясно только, что здесь причина, а что — следствие: люди, принадлежавшие к культуре воронковидных кубков, пришли в уже свободную местность или, проявив жестокость, ее завоевали. Одного не хватает для понимания событий, происходивших 5500–5000 лет назад: от того времени в большинстве регионов Центральной Европы не осталось человеческих останков — только артефакты и следы поселений. Это может означать, что люди, жившие в то время, сжигали своих мертвецов — погребальный обряд, который никоим образом не мог быть импортирован с севера. Предполагаемые (и только) кремации могут указывать и на катастрофу, которая позднее очистила дорогу для новой большой волны иммиграции в Европу. Но об этом позже.

«Генетические ископаемые» на Сардинии

ДНК в первую очередь северных и центральных европейцев сохраняет следы представителей культуры воронковидных кубков и по сей день. У скандинавов генетический компонент охотников и собирателей почти так же велик, как компонент анатолийских земледельцев. В Литве, восточной области распространения культуры воронковидных кубков, охотничий и собирательский компонент даже преобладает. На юге Европы, куда анатолийская иммиграция была направлена поначалу и куда скандинавское движение не проникло, напротив, перевешивает анатолийский элемент. У сегодняшних жителей юга Франции и севера Испании почти нет ДНК охотников и собирателей, а у людей из Тосканы и подавно. Наиболее четкие генетические следы первых крестьян прослеживаются в сегодняшней Сардинии, где они остаются почти не смешанными с другими. Получается, что сардинцы — «генетические ископаемые». Это случай уникальный, ведь даже в Анатолии и на Ближнем Востоке нет популяции, которая со времен неолита осталась бы почти неизменной. Вероятно, до этой эпохи на

Сардинии охотников и собирателей не было вообще — или были, но лишь в малом количестве, а более поздние серьезные иммиграции эту область не затронули.

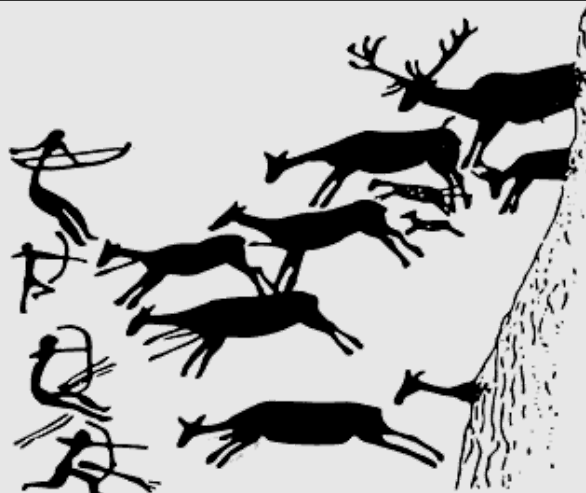
Находки, связанные с жизнью на Сардинии во времена неолита, показывают, что 8000 лет назад местные жители были способны строить корабли или по крайней мере очень хорошие плоты. Служили они не только для того, чтобы вместе с семьями добираться до острова, но и чтобы перевозить полный неолитический арсенал, а это как минимум две особи крупного рогатого скота. Древнейший корабль был найден археологами в Браччано близ Рима. Построен он был 7700 лет назад. В то время заселена была не только Сардиния, но и соседняя Корсика. Слава кораблям — уже 6200 лет тому назад с их помощью земледельцы наконец достигли нынешней территории Великобритании. Земледелие, по крайней мере с завоеванием новых земель, проложило себе путь по всей Европе. Исключение составили Прибалтика и северная Скандинавия, где еще 5000 лет назад люди жили в просторных, не подходящих для сельскохозяйственных работ лесах, будучи охотниками и собирателями.

Наступает эпоха инфекционных заболеваний

Не только люди во времена неолита жили скученно. Домашние животные были неотъемлемой частью крестьянского домохозяйства и обитали под одной крышей с людьми. На то было много веских причин. Европа была заселена не только волками, но и охотниками, которые не пощадили бы беззащитных овец. От посягательств других крестьян животных тоже следовало защищать. Ко всему прочему, зимой братья меньшие согревали людей своим теплом.

Правил гигиены в ту пору еще не знали. Сами по себе домашние животные не представляли большой проблемы, даже несмотря на широко распространенные гельминтозы (животные служили промежуточными хозяевами, переносчиками гельминтов). Но в поселениях хранились продукты питания, в первую очередь зерновые и молочные, которые привлекали грызунов, а вместе с ними — их паразитов, блох и вшей. Бактерии и вирусы всех сортов легко распространялись в поселениях, заболевания чаще передавались от животных к человеку. Если охотники и собиратели постоянно меняли свои места обитания, то земледельцы так и жили среди звериных и человеческих экскрементов, повышая свои

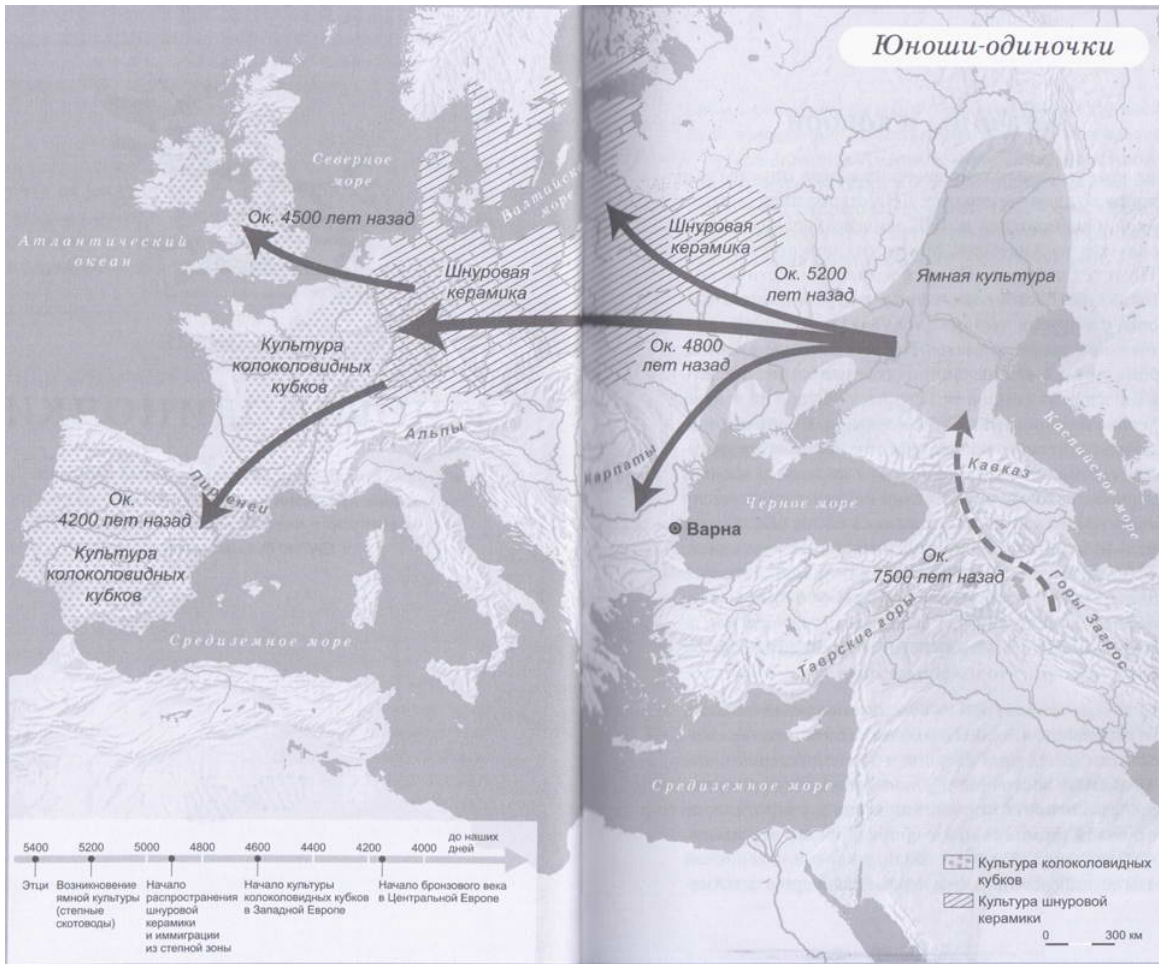
инфекционные риски. Передача заболеваний от человека к человеку тоже процветала: этому способствовала скученная совместная жизнь, при которой приватности почти не уделяли внимания. Человек в эпоху неолита подчинил себе растения и зверей, но приобрел нового противника: инфекционные заболевания. И с тех пор они требовали всё новой дани.



Глава пятая Юноши-одиночки

• Куда подевались все индейцы? • Запад рушится, с востока приходят новые люди • Они сильны, к тому же у них есть лошадиные силы • Пейте больше молока!





Индейцы и ковбои

Два краеугольных генетических камня определили Европу во времена неолита: ДНК старожилов — охотников и собирателей и ДНК земледельцев, иммигрировавших из Анатолии. Мы до сих пор несем в себе ДНК и тех и других. Но есть и третий генетический столп: он особенно заметен на севере и востоке Европы, а в других частях континента по крайней мере отчетливо прослеживается. Потребовалось некоторое время, прежде чем мы смогли объяснить, когда и откуда взялся этот компонент. Его несут в себе не только древние и современные европейцы, но и (причем еще в большей степени) популяция, от которой этого меньше всего можно было ожидать — коренные жители Америки, которые определенно не относятся к числу наших прямых предков. Пришлось пойти обходными путями, чтобы объяснить эту генетическую связь. Она представляет собой ключ к

пониманию огромной волны иммиграции, которая около 5000 лет назад, после неолитической революции, дала начало новой европейской эпохе. Именно этот миграционный поток сделал нас теми, кто мы есть сегодня.

В 2012 году анализ ДНК ныне живущих людей показал, что европейцы находятся в более тесном родстве с коренными жителями Северной и Южной Америки, чем с людьми из Восточной и Южной Азии. Те археологические познания, которыми мы до сих пор обладали, не позволяли гармонично интерпретировать эту мысль. Считалось, что 15 000 лет назад, во времена конечной фазы ледникового периода, первые люди пришли в Америку через тогда еще сухой Берингов пролив и Аляску. Если человек шел до того момента из Африки в Азию, а оттуда дальше в Америку, европейцы и восточные азиаты должны были быть генетически ближе друг к другу, чем к коренным американцам, — ведь выходит, что те отделились от азиатов. Но генетические анализы указывали на то, что все было ровно наоборот.

Чтобы разрешить противоречие, сформулировали новую теорию. Согласно ей, Америка была населена не только восточноазиатскими охотниками и собирателями, но и людьми, которые жили в области, простиравшейся от Северной Европы до Сибири. Было сказано, что те перемешались с восточными азиатами, а потом отправились через Аляску в Америку. Таким образом объяснялась генетическая близость европейцев и коренных американцев. Но по-настоящему качественной эта теория не была, ведь тогдашние климатические и географические барьеры, напротив, говорят о том, что охотники и собиратели Восточной Сибири и Европы в ледниковый период регулярно скрещивались друг с другом и таким образом создали единую популяцию, которая генетически совпадает с нынешними индейцами и европейцами.

Такая модель тоже не просуществовала долго. В 2014 году мы секвенировали геном швабско-анатолийской крестьянки и сравнили его с геномом людей, которые до того жили в Европе. Так мы узнали, какие компоненты характеризовали более поздних земледельцев, а какие — охотников и собирателей. Ни тех ни других компонентов у сегодняшних потомков коренных американцев нет. Предполагаемый генетический мост тут же рухнул — никакие охотники и собиратели из Европы в Америку прийти не могли. Решающее указание на то, где лежат общие генетические корни нынешних европейцев и коренных американцев, дал мальчик со стоянки Мальта. Он жил примерно 24 000 лет назад в Балканском регионе, севернее Монголии. Его геном — идеальная связка между европейцами и коренными американцами, ведь он содержит гены, которые разделяют сегодня обе популяции. Наследственный материал, обнаруженный в

останках мальчика, мог смешаться с генами соседей, восточных азиатов, и 15 000 лет назад по сухопутному мосту между Восточной Сибирью и Аляской он добрался до Америки, а еще когда-то и как-то — в Европу. Так близкое родство между популяциями на двух континентах стало объяснимым. Но что же конкретно произошло? Почему ни земледельцы, которые пришли в Европу 8000 лет назад, ни жившие ранее охотники и собиратели не несли в себе гены мальтинского мальчика? И почему мы находим их почти у всех нынешних европейцев, причем в соотношении до 50 %?

Чтобы это выяснить, пришлось хорошенько потрудиться. В рамках международного сотрудничества в 2015 году мы расшифровали геномы 69 человек, которые жили от 8000 до 3000 лет назад, в основном в регионе Средней Эльбы-Зале. На основании полученных данных можно было составить генетические профили для различных эпох в рамках этого большого периода. Так мы надеялись понять, когда в Европе появился третий генетический компонент. План сработал. Сначала подтвердилось, что ДНК мальтинского мальчика не играла никакой роли в Европе еще 5000 лет назад. То же самое показал геном Этци, который жил 5300 лет тому назад, — у него тоже не было никакого мальтинского гена. Но 4800 лет назад такие гены вдруг всплыли в костях ранних европейцев, причем это были не какие-то призрачные намеки, а сильнейшие следы. Генетические компоненты земледельцев (а также охотников и собирателей) в это время почти полностью исчезли. Выходит, что в Центральную Европу должно было прийти очень много людей, — причем меньше чем за сотню лет, то есть почти за пять поколений, и почти полностью изменить локальную генетическую структуру. Если бы кому-то сегодня захотелось получить такой эффект, нужно было бы, чтобы в Европу одним махом ринулись 10 миллиардов человек — больше, чем сегодня людей на Земле. Или, если не выходить за рамки возможного, чтобы в Германию пришел миллиард мигрантов. Как показали генетические анализы, ДНК этих людей происходят из Понтийской степи. Это к северу от Черного и Каспийского морей, на юге России.

То есть похоже, что европейцы и коренные американцы получили большую часть своих генов с востока Европы и из Сибири. В этой области жили так называемые древние североевразийцы, к которым принадлежал и мальчик из Мальты. Ареал обитания североевразийцев протянулся более чем на 7000 километров, от Восточной Европы до Балканского региона. Края этой местности связывает огромная Казахская степь, к которой примыкает низменность на Каспийском и Черном морях. На востоке древние североевразийцы распространились, вероятно, около 20 000 лет

назад и смешались с восточными азиатами. Получившаяся в результате популяция 15 000 лет назад открыла Америку, коренные жители которой сегодня несут в себе смесь восточноазиатских и североевразийских генов почти в равных пропорциях. В Европу же около 4800 лет назад, напротив, пришел североазиатский компонент, причем произошло это насильно. Когда более 500 лет назад европейцы открыли Америку, круг, можно сказать, замкнулся. С генетической точки зрения поселенцы встретились со своими очень древними родственниками.

Четырехкомпонентные европейцы

Перелом, случившийся 4800 лет назад после иммиграции анатолийских крестьян, указывает на еще более мощную миграционную волну. Как и в эпоху неолита, после радикального перелома ситуация пришла в норму, когда ДНК старожилов-европейцев со временем снова обрела значимость. Там, где иммигранты в последний раз пришли из степи, то есть на юго-востоке континента, так называемый степной компонент в нынешней популяции представлен меньше всего, хотя все равно четко прослеживается. Миграционная волна с востока определила генетическую смесь европейцев, которая существует по сегодняшний день.

Степная ДНК состоит на самом деле из двух частей. Люди Понтийской степи восходят не только к анцестральным североевразийцам, но и к иммигрантам из региона, который сегодня занимает Иран, то есть к выходцам из восточной части Плодородного полумесяца. Именно там начался неолит. При этом в западной части Плодородного полумесяца люди генетически отличались от людей из восточной части. Так 4800 лет назад в Европе встретились два генетических компонента, которые прежде уже существовали в непосредственном соседстве на территории Полумесяца. Следовательно, современные европейцы — потомки охотников и собирателей из Европы и Азии, а также примерно 60 % жителей западной и восточной частей Плодородного полумесяца.

Типичными для ямной культуры были огромные курганы. Их и сегодня можно увидеть в Понтийской степи. Предположительно служили они не только местом захоронения, но и ориентиром на равнине.

Толчком к большой иммиграции с востока послужила ямная культура, которая возникла около 5600 лет назад в Понтийской степи. Ямная культура создала не только разнообразные керамические сосуды, но и ножи, а также

кинжалы, часть которых была выполнена уже из бронзы. Представители этой культуры были успешными скотоводами. С огромными стадами крупного рогатого скота шли они по степи, задерживаясь на одном месте до тех пор, пока вся трава не была уничтожена. Для этого региона такое кочевничество было ближе всего к скотоводству. Степная почва не особенно плодородна, зато простирается так далеко, что добраться до видимой на горизонте точки порой можно не за один день.

Огромные курганы, которые возводились по всей степной территории, наглядно свидетельствуют об эпохе ямной культуры. Эти курганы, скорее всего, служили не только культу мертвых, но и были ориентиром на бесконечных однообразных ландшафтах. Именно из курганов происходит большинство археологических находок и, естественно, все самые новые генетические данные.

Курган, как правило, состоял из одного помещения, над которым воздвигался земляной холм. Маленькие курганы достигали в высоту двух метров, другие доходили до 20 метров. В погребальных комнатах наряду с человеческими останками в изобилии находятся погребальные артефакты. Иногда мертвецов хоронили с целой повозкой или со всей домашней обстановкой. В одной погребальной комнате, которую мы обследовали, покойник восседал на лошади. На его скелете обнаружилось больше двух десятков сросшихся переломов — как у неандертальца или сегодняшнего участника родео. Да, жизнь пастуха — не сахар.

Из бронзового века — обратно в каменный

Новые находки ДНК приводят нас, археогенетиков, к семантическим конфликтам. Анализы не оставляют сомнения в том, что 4800 лет назад представители ямной культуры пришли в Европу. Но если сопоставить этот факт с общепринятым археологическим исчислением, получится, что эти люди не только пришли с востока на запад, но и перенеслись в прошлое. Представителям ямной культуры уже была знакома бронза — археологи из Восточной Европы относят эту культуру к бронзовому веку. Но на Западе бронзовый век начался лишь 4200 лет назад — по крайней мере, согласно немецкоязычной литературе. То есть 4800 лет назад выходцы из степи покинули бронзовый век и вернулись в каменный — в так называемый поздний неолит (энеолит). В ту эпоху в регионе Средней Эльбы-

Зале и на территории современной Польши уже встречались отдельные медные и бронзовые предметы. Но это противоречия не разрешает. Поскольку люди из Понтийской степи, очевидно, принесли с собой и умение обрабатывать бронзу, на мой взгляд, стоит позволить бронзовому веку и в Западной Европе начаться 4800 лет назад. Но пока что в отношении этих людей продолжают говорить о том, что они жили в «медном веке» или даже о позднем неолите.

Черная дыра протяженностью в 150 лет

Четыре тысячи восемьсот лет назад люди пришли в Европу в огромном, еще невиданном до той поры количестве, но уже не в первый раз. На западном берегу Черного моря находятся генетические свидетельства по крайней мере отдельных контактов степных жителей с людьми из Восточной Европы, которые случились задолго до великой иммиграции. Мы знаем это по ДНК-анализам людей, которые во времена неолита жили в районе нынешней Варны, в Болгарии. Варна была одной из богатейших культур того времени. В этом регионе были найдены золотые предметы старше 6200 лет, использовавшиеся при погребении задолго до того, как подобные артефакты стали появляться в гробницах египетских фараонов.

Генетически представители культуры Варна, как и большинство европейцев, были потомками иммигрировавших анатолийцев. Но нам известен как минимум один человек, живший в Варне 6200 лет назад и носивший в себе степную ДНК. Так что люди из Варны должны были иметь к этому времени по крайней мере спорадические контакты со степными жителями. И их культура пала одной из первых в Европе. Поселения в области современной Болгарии исчезли к концу четвертого тысячелетия до нашей эры — в точности как и анатолийская ДНК, которой еще предстояло всплыть пару столетий спустя. Немногим позже та же история повторилась во всей Европе.

Это, впрочем, не значит, что иммигранты с востока вдруг распространились по Европе, а все, кто там жил, тут же исчезли. Скорее, они могли углубиться в частично безлюдные области. Не стоит забывать, что в Центральной Европе не найти скелетов людей, живших 5500–5000 лет назад. Редкие образцы ДНК, которые есть у нас от той поры, несут в себе

гены людей эпохи неолита из Анатолии. А от периода, который начался 5000 и закончился 4800 лет назад, нам и вовсе не досталось никаких надежных ДНК и никаких объектов из Центральной Европы, будто все это кануло в какую-то черную дыру. Определенно, 4800 лет назад степные иммигранты пришли в опустевшие земли. Что послужило толчком к их резкому вторжению? До сих пор на эту тему ходят одни только спекуляции. Чтобы привести к такому же генетическому перелому, сегодня в Европу должны были бы прийти 10 миллиардов человек. Это говорит об экстремальном падении численности населения перед большой иммиграцией, иначе такое грубое вторжение было бы невозможным.

С моей точки зрения, многое указывает на масштабную эпидемию, которая оставила в живых лишь немногих. Древнейшие из исследованных геномов чумы относятся как раз к этому времени. Они находились в останках представителей ямной культуры в степи и распространились оттуда в Европу по тому же пути, что и степная ДНК. Естественно, и военные конфликты между степными кочевниками и земледельцами вполне вероятны, ведь пастухи-скотоводы из степи хотели подыскать себе новые земли. Но и при таком сценарии перед вторжением с востока население Центральной Европы должно было вдруг сильно сократиться. Иначе для периода, имевшего место 5000 лет назад, нашлись бы свидетельства об убитых людях с неолитической ДНК — их тела обнаружались бы в местах массовых захоронений и на полях, где велись бои. Но подобных находок не обнаружено. Археологических свидетельств той поры вообще не существует.

Такие пробелы могли бы быть обусловлены стилем жизни иммигрантов. Если они из поколения в поколение тщательно поддерживали свое кочевничество (а в пользу этого говорит в первую очередь ландшафт Восточной Европы, близкий к степному), то не строили зданий, которые позднее могли бы раскопать археологи. Практически единственными строениями за все эти 150 темных лет оказываются курганы, сильно напоминающие курганы ямной культуры. То, что частота таких захоронений в Центральной Германии отчетливо снижается, а дальше к западу они уже и вовсе не встречаются, говорит в пользу этой гипотезы. Чем дальше продвигались скотоводы по холмистой Центральной Европе, тем меньше у них было оснований оставаться со своими стадами во все более неподходящих условиях. К тому же в гористой местности курганы выглядят совсем не так впечатляюще, как в плоской степи. Это тоже могло быть аргументом против ресурсозатратных строительных работ.

В течение одного столетия иммигранты добрались до региона Средней Эльбы-Зале, а еще два столетия спустя, как мы можем заключить по

анализам ДНК, пришли на землю сегодняшней Великобритании. Иммиграционный напор при этом несколько не ослаб — напротив, нигде генетический перелом еще не был настолько отчетливым, как по ту сторону Ла-Манша. Если на территории современной Германии генетическая структура изменилась на 70 %, то в Великобритании — по меньшей мере на 90 %. Степные иммигранты здесь потеснили строителей Стоунхенджа, но продолжили использовать это культовое сооружение и даже расширили его. Иберийского полуострова, самой отдаленной точки континента, новоприбывшие степняки достигли лишь 500 лет спустя. К тому моменту их силы были куда слабее, чем во время их распространения по остальным частям Европы. Еще в ледниковый период, невзирая на Пиренейский барьер, создавались предпосылки к тому, что особую роль в генетической истории Европы будет играть Испания. Нынешние испанцы, равно как и сардинцы, греки и албанцы, принадлежат к числу европейцев с наименьшим числом степных генов. В целом этот компонент преобладает сегодня на севере Европы. ДНК земледельцев доминирует на территории от Испании, юга Франции и Италии до Южных Балкан. Если степные жители предпочитали плоскую землю, то для них очевидный путь шел на запад, через нынешнюю Польшу и Германию в направлении Северной Франции и Великобритании. А около 4200 лет тому назад пришел черед обратного движения. Теперь степные гены направлялись не на запад, а, обогащенные ДНК земледельцев, на восток. Поэтому люди вплоть до Центральной России и даже в Алтайских горах сегодня имеют те же генетические компоненты, берущие начало в Анатолии, что и люди из Западной Европы.

Поздние последствия националистической историографии

Степные гены распространялись со скоростью, которой в предыдущие иммиграции и близко не было. Помимо прочего, изменение темпа обеспечивалось революционным средством передвижения — лошадью. С ее помощью степные жители не только преумножили свою скорость, но и стали исключительно эффективными воинами. Наряду с лошадью они стали использовать и новое оружие, перешли от длинных луков к коротким: их мощность была явно больше, а размер позволял стрелять прямо на скаку. Смертельная комбинация «быстрая лошадь плюс огнестрельное оружие в виде лука и горящих стрел» в то время еще не существовала. Жители Центральной Европы в среднем были выше иммигрантов на голову и к тому

же вели себя более воинственно. Но иммигранты имели при себе боевые топоры. Бесчисленные археологические находки рассказывают о жестоких столкновениях между старожилами-крестьянами и новоприбывшими. На начальном этапе иммиграции топор, вероятно, играл выдающуюся роль: в Центральной Европе он стал постоянным атрибутом захоронений, тогда как дальше к западу и югу главным оружием, похоже, были лук и стрелы. Еще в XIX веке в немецкоязычном мире, а также в Скандинавии и Великобритании стало устойчивым обозначение «культура боевых топоров». Позднее, благодаря пропаганде, оно было заимствовано национал-социалистами и превратилось в пример давнего немецкого военного превосходства. По понятным причинам после Второй мировой войны они внедрили другие обозначения.

Сегодня говорят уже не о культуре боевых топоров, а о культуре шнуровой керамики. Свое название она получила благодаря типичным шнуровым орнаментам на керамических сосудах определенного времени. На западе континента в то же время доминировала культура колоколовидных кубков: сосуды в форме колоколов обнаруживали в том числе в Великобритании, Франции, на Иберийском полуострове, в Центральной и Южной Германии. Согласно традиционным археологическим постулатам, феномен колоколовидных кубков распространился от сегодняшней Португалии на севере до Великобритании параллельно со шнуровой керамикой и независимо от нее. Однако новые генетические находки этой теории противоречат. В 2018 году в ходе одного крупного исследования, участие в котором принимал и наш Институт, были расшифрованы геномы примерно из 400 скелетов обеих культурных пространств до и после степной иммиграции. Оказалось, что культура колоколовидных кубков установилась в Великобритании лишь после того, как старые жители этих земель были почти полностью вытеснены людьми со степной ДНК. К тому же времени, как показывают погребальные артефакты, по всему Иберийскому полуострову распространилась культура колоколовидных кубков. Здесь, впрочем, обошлось без заметных миграционных движений. В Великобританию колоколовидные кубки пришли вместе с иммигрантами, а в других местах они как культура переходили от человека к человеку.

Людам, чуждым археологии, может быть все равно, когда и почему люди из каких-то определенных регионов вдруг начинают пить из других сосудов. Для археологов же это вопрос столетия, вопрос, сильнее всех прочих заряженный политикой. Поскольку в XIX веке и позже археологи считались учеными, близкими к национализму, отдельное культурное пространство всегда соотносили с общей ДНК, и оно становилось частью

дискурса о «народах». Кроме того, существовала идея, согласно которой более развитые культурные техники указывали на генетическое превосходство. Получалось, что, к примеру, потомки представителей культуры боевых топоров могли претендовать на власть. Эта так называемая теория культуры-языка-народа в немецкоязычной археологии после Второй мировой войны обладала политической нагрузкой и, соответственно, презиралась. Была широко представлена концепция, согласно которой культуры распространялись не через миграцию, завоевание и порабощение, а через культурный обмен между популяциями. Столь же спорны теории, согласно которым 8000 и 5000 лет назад по Европе прошли большие миграционные волны, которые обусловили культурные переломы. Однако генетические данные неолитической революции — а более того, степная иммиграция — четко указывают именно в этом направлении, отчего у археологов все больше болит голова. Анализы, сделанные в связи с распространением колоколовидной керамики на Иберийском полуострове и в Великобритании, однако, указывают на то, что разделение на черное и белое, то есть на две полярные теории, устарело. Культурные перемены часто связаны с миграционными движениями, но происходят и без них.

Лошадь Пржевальского больше не дикая

Вместе со степными жителями в Европу пришло много лошадей, с того времени мы находили заметно больше скелетов животных. В степи лошадь была идеальным средством передвижения — она позволяла преодолевать большие расстояния и пасти большие стада. Вместе с колесом и повозкой кочевники получили в свое распоряжение самое быстрое транспортное средство эпохи. Первое использование лошадиной силы в истории человечества было решающей технической инновацией, позволившей кочевникам продвигаться на запад. Древнейшая ДНК живого существа тоже была извлечена из лошади, которая умерла три четверти миллиона лет назад и покоилась в вечной мерзлоте, на Аляске.

И в Евразии дикие лошади жили испокон веков. Впервые одомашнили их, вероятно, в Казахской степи представители ботайской культуры, возникшей 5700 лет назад. У представителей более поздней ямной культуры домашняя лошадь была уже привычной частью повседневной жизни. Долгое время

предполагалось, что степные лошади пришли в Европу и вытеснили местные коренные дикие виды. Согласно этой теории, сегодняшние домашние европейские лошади являются потомками ботайской лошади, а старые дикие европейские лошади сохранились в облике так называемой лошади Пржевальского. С начала XX века предпринимались бесчисленные меры по защите этого вида. Но в начале прошлого столетия эти лошади были почти полностью истреблены, и сейчас на свете осталось лишь несколько тысяч таких животных.

Надо отметить, что генетическое сравнение различных форм лошадей показало: теории их происхождения неверны. Современные домашние лошади восходят не к ботайским лошадям, а к лошадям Пржевальского. Как показывают генетические анализы, вместе с лошадью Пржевальского выжила не дикая евразийская лошадь, а одомашненная ботайская. Очевидно, она снова одичала, подобно мустангам в Америке, которые происходят от испанских домашних лошадей. Иммигранты из степей, похоже, скакали на европейских диких лошадях, которых тогда, с помощью своего большого опыта, одомашнили всего за несколько столетий. Откуда именно происходят эти лошади — из центра или с востока Европы — до сих пор неясно. Известно только, что мы по сей день ездим верхом на потомках этих лошадей. А вот диких европейских лошадей больше не существует — с тех пор, как человек начал искусственно выводить, по-видимому, последнюю их разновидность в виде лошади Пржевальского.

Мужское доминирование

Генетический сдвиг, произошедший в первые столетия после степной иммиграции, указывает не только на численное превосходство иммигрантов, но и на соотношение полов в этой группе. Подсказки дает митохондриальная ДНК жителей Европы бронзового века. Если бы из степей пришло много женщин и они форсировали дальнейшие генетические изменения, в митохондриальной ДНК следующих поколений, которая наследуется исключительно по женской линии, доминировал бы степной

компонент. Но это не так. Напротив, произошел сильный сдвиг в Y-хромосомах — той части генома, которая передается только от отца к сыну. От 80 до 90 % Y-хромосом бронзового века в Европе не было — они пришли из степи. Оба факта указывают в одном направлении: мужчины из степей пришли в Центральную Европу и завели много детей с оседлыми женщинами. Генетические анализы наводят на подозрение, что до 80 % иммигрантов из степи были мужчинами.

Как подсказывает общечеловеческий опыт, господства старожилы мало обрадовались конкуренции со стороны многочисленных взрослых всадников. Дело доходило до сражений и насилия. Один из самых ярких примеров — случай, имевший место 4500 лет назад на территории нынешней Саксонии-Анхальта, описанный в книге «Место преступления — Эйлау». Это событие произошло, как раз когда новоприбывшие уже укрепились в Центральной Европе и переманили у других мужчин всех женщин. Тогда восемь детей, три женщины и двое мужчин в Эйлау были убиты с помощью стрел прямым попаданием в сердце. Целью нападавших, людей со степным миграционным бэкграундом, было поселение представителей культуры шнуровой керамики. Наконечники стрел, которые были найдены в останках жертв, очевидно, были созданы старожилыми неолита. Для книги место преступления даже проанализировал профайлер федеральной криминальной службы. Он пришел к заключению, что для такого убийства была нужна высокая снайперская квалификация.

Что заставило нападавших убить женщин и детей? Об этом можно только догадываться. Основная версия, приведенная в книге, заставляет покрыться мурашками от страха. Она основана на анализе ДНК убитых женщин: у них не оказалось степной ДНК, хотя они жили в поселении представителей культуры шнуровой керамики и, очевидно, там же воспитывали детей. Похоже, в поселение они пришли извне. Как предполагают авторы книги, убийство могло быть актом мести, направленным либо на женщин — за то, что те покинули группу, либо на мужчин — потому что те «похитили» женщин. Однако не всё так однозначно, ведь изучить в этом случае можно только митохондриальную ДНК женщин. Только полная расшифровка генома сможет нам сказать, действительно ли женщины не несли в себе степных генов и в каком именно родстве состояли они между собой.

Пришедшие в Европу вместе с иммигрантами Y-хромосомы до сих пор доминируют на континенте, значительная часть населения восходит прямоком к предкам из степи. Между Восточной и Западной Европой при этом пролегает генетическая граница. Действительно, повсюду большинство мужчин несет в себе степную Y-хромосому, при этом на востоке и западе

превалируют ее разные подвиды. Так, 70 % мужского населения Западной Европы несет в себе Y-хромосому гаплогруппы R1b, а около половины восточных европейцев — хромосому типа R1a. Конечно, значение гаплогрупп, в которых родословные митохондриальной ДНК и Y-хромосом объединены, не следует переоценивать. Тем не менее это указывает на примечательную параллель с результатами археологических изысканий: R1a доминирует там, где превалировала культура шнуровой керамики, а R1b — там, где была распространена культура колоколовидных кубков. Стоит упомянуть и еще один факт, хотя он может быть обычной случайностью: соотношение количества мужчин с R1a и R1b меняется в Германии именно в тех местах, где проходила внутренняя граница страны.

Молоко решает

Если степная иммиграция и привела к величайшему генетическому перелому, который когда-либо происходил в Европе, культурная перемена была при этом не настолько яркой, как за 3000 лет до того, когда в Европу пришли крестьяне из Анатолии. Тогда земледельцы встретились с охотниками и собирателями, а теперь — крестьяне с крестьянами. Увы, перед этапом в пять тысячелетий во многих европейских регионах зияет археологическая дыра длиной в 150 лет. Однако в последующий временной отрезок сохраняются те же структуры расселения, как и в более ранние эпохи. Новые поселенцы, подобно своим предшественникам, жили в деревнях и обрабатывали окрестные поля. Но по крайней мере в одном главном пункте, наряду с умением обрабатывать бронзу, кочевники с востока явно отличались от крестьян с запада: они были страстными скотоводами. Если крестьяне-старожилы, как правило, не держали более двух коров, новоприбывшие держали целые стада. Европа со своими плодородными почвами предлагала им совершенно новые возможности. Им со своим скотом больше не приходилось перебираться дальше после того, как на одном участке трава заканчивалась. Они могли остаться в одном месте и перейти к оседлому и массовому разведению животных. Сельское хозяйство в Европе изменилось самым драматичным образом. Изменилось и питание. Это развитие отразилось и на генах европейцев.

У коров, живших 8000 лет назад, нет ничего общего с ныне живущими высокопроизводительными домашними животными, которые в среднем дают 50 литров молока в день. Максимум, на что была способна корова в

эпоху неолита, — два литра. Люди очень рано стали поднимать эту планку с помощью генетической оптимизации — читай, селекции: уже в Средневековье корова производила ежедневно от 15 до 20 литров молока. Те два литра, которые корова давала 5000 лет назад, наполняли лишь малую часть желудка ее владельцев — остальное выпивали телята, благодаря которым молоко вообще текло. Когда остальное распределяли между членами крестьянской семьи, выходило не больше, чем стакан на человека. И это было хорошо, ведь к потреблению больших порций молока европейцы тогда были попросту не приспособлены.

Многие не приспособлены к этому и сегодня — такие люди имеют непереносимость лактозы. Вопреки тому, как это зачастую воспринимается, речь идет не об аллергии и тем более не о болезни, а просто о генетическом первобытном состоянии всех взрослых млекопитающих: по умолчанию переваривать молоко могут только дети. Их тонкий кишечник поглощает молочный сахар (лактозу), после того как он расщепляется при помощи энзима лактазы. Во взрослом возрасте энзим перестает вырабатываться, и молоко утрачивает свою питательность, поскольку сахар больше не может превращаться в энергию. Вместо этого молочный сахар расщепляют бактерии в прямой кишке и производят газы. Последствия — диарея и метеоризм. Это не опасно, но в высшей степени неудобно, а иногда и немного больно. С эволюционной точки зрения такая генетическая запрограммированность имеет смысл, в противном случае во времена продовольственного дефицита, когда люди были вынуждены искать альтернативные источники питания, младенцам пришлось бы конкурировать за материнское молоко с другими членами семьи, например со своими отцами. Теперь причин для такой биологической предосторожности, конечно, больше нет.

Сегодня даже люди, которые не переносят лактозу, могут спокойно пить молоко — энзим лактазы продается большими упаковками в аптеке. То, что в первую очередь в Северной и Центральной Европе большинству взрослых такие таблетки не нужны, обусловлено особенно широко распространенной в этих областях мутацией гена, который выключает производство энзима. Люди с таким генетическим изменением переваривают лактазу, даже выйдя из детского возраста. Мутация распространилась вместе с ростом доступности молока в Европе. До того она была попросту не нужна. Люди, не толерантные к лактозе, тоже могут без особых сложностей выпивать стакан молока в день, однако они спокойно усваивают только молочный жир и белок, но не ценную лактозу. Когда в распоряжении людей оказалось больше молока, переносимость лактозы (толерантность к лактозе) стала настоящим эволюционным преимуществом — так, похоже, произошло в

Центральной Европе после иммиграции степных скотоводов. Толерантность к лактозе при этом, вероятно, не была привнесена иммигрантами, но они ей поспособствовали: их познания в скотоводстве вкупе с сочными пастбищами привели к явному росту потребления молока в Европе. Как бы то ни было, мы не знаем ни одного представителя ямной культуры, который переносил бы лактозу во взрослом возрасте. Мутация распространилась по Центральной Европе вместе со скотоводством, причем так быстро, как ни одна другая доселе известная мутация, включая цвет кожи. Шире всего эта мутация по сей день распространена на севере Европы — здесь максимум 20 % людей нетолерантны к лактозе. Чем дальше на юг, тем больше толерантность сдает позиции. На Балканах и Иберийском полуострове она слабее всего. Если говорить обо всем мире, то самую ограниченную переносимость демонстрируют люди в отдаленных частях Субсахары (Субсахара — Центральная и Южная Африка — в нее входят все африканские страны, которые полностью или частично расположены к югу от Сахары. — *Примеч. пер.*), в Южной Азии и Южной Америке. Но и в Африке, и в Южной Азии есть популяции, в которых мутации гена лактазы накапливаются. Как бы то ни было, они возникли независимо от европейского варианта. Похоже, адаптация к молочному хозяйству происходила по всему миру многократно.

Особенно удивляет ограниченная численность людей, толерантных к лактозе, на Балканах. В конце концов, именно там 8000 лет назад осели первые европейские крестьяне со своими коровами, а это были хорошие предпосылки для выработки толерантности. Да и пищевые предпочтения в Балканском регионе должны были ей способствовать. Айран, молочный напиток из йогурта, воды и соли, здесь широко распространен, йогурт очень любим, а брынза стала экспортным хитом. Все эти молочные продукты определяют рацион тысячелетиями, так же как и в Италии, где люди, нетолерантные к лактозе, тоже составляют большинство населения. Этому есть простое объяснение: йогурт и многие сорта сыра ферментированы, лактоза в процессе их приготовления расщепляется бактериями. На юге высокие температуры могли приводить к тому, что молоко почти всегда употреблялось людьми, будучи уже предварительно переварено бактериями. Совсем иначе дела обстоят на севере: здесь молоко дольше оставалось свежим, и расщеплять лактозу должен был организм человека.

Переход к массовому содержанию животных

Выработка толерантности к лактозе была не просто интересным побочным эффектом от развития сельского хозяйства. Генетические данные показывают, что люди с такой мутацией в среднем имели больше детей, чем те, у кого ее не было. Семьи, в которых один или несколько их членов были толерантны к лактозе, получали в свое распоряжение дополнительный источник питания, что улучшало их здоровье и увеличивало количество детей. На севере толерантность к лактозе оказалась особенно выгодной. Почвы там были менее плодородны, чем на юге, однако хорошо подходили для пастбищ. Когда люди открыли для себя питательное молоко в качестве источника энергии, они, вероятно, смогли компенсировать нехватку других продуктов. Недаром кельты и германцы называли римлян выдающимися потребителями молока.

Пастбищное хозяйство в течение столетий, прошедших со степной иммиграции, должно было становиться все важнее. Крестьяне улучшали свою аграрную технику и могли накормить все больше людей. Европа развивалась. Культуры колоколовидных кубков и шнуровой керамики расцвели. Они сильно различались похоронными ритуалами, оружием и, конечно, стилями керамики, но все больше сближались. Ограниченные ресурсы не только способствовали конкуренции, но и фактически заставляли представителей разных культур вступать друг с другом в контакт и торговать.

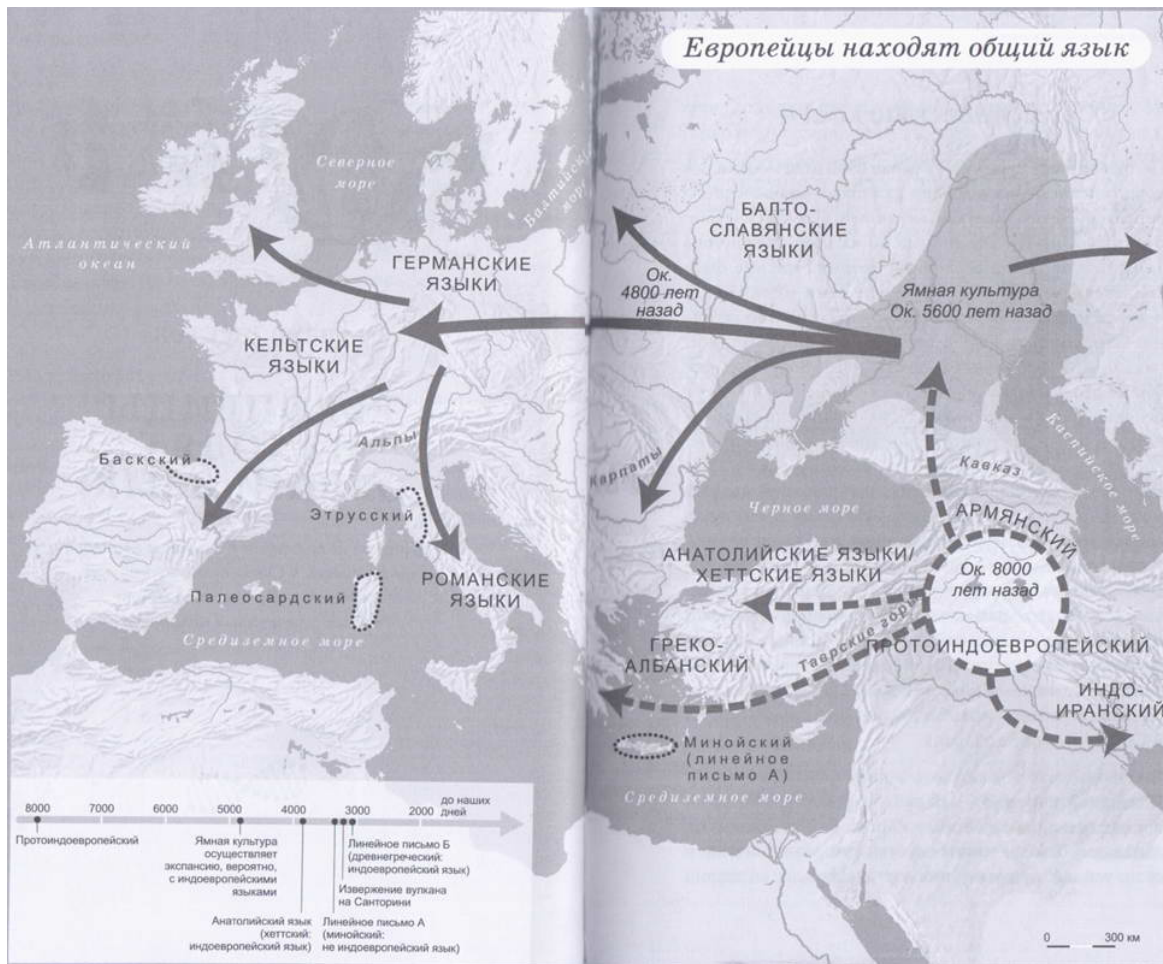
Благодаря лошади, колесу и повозке товары можно было перевозить на гораздо большие расстояния, чем прежде. Новая эпоха стояла у дверей. Она начала свой путь с началом бронзового века, 4200 лет назад. Этому, очевидно, способствовало то, что люди из разных регионов могли довольно легко общаться друг с другом. Похоже, со степными иммигрантами на континент пришел новый язык. У Европы наконец-то появился общий голос.



Глава шестая Европейцы находят общий язык

*• Мертвые не болтают • Бритты не говорят по-славянски • Слова тоже мутируют • Ответ
надо искать в Иране • Язык становится политикой*





Бессловесные кости

Сегодня в мире существует около 6500 отдельных языков. Лингвисты исследовали их вплоть до последнего синтаксического закоулка, изучили всё их лексическое богатство. Почти все знания об их происхождении зиждятся на целой вселенной древних письменных свидетельств и на том, как более семи миллиардов человек используют это культурное богатство сегодня. Способность людей коммуницировать в такой уникальной для живых существ, населяющих землю, форме объясняется генами. Кости, конечно, не могут поведать нам ничего о том, как их обладатели когда-то разговаривали. Но генетические анализы, сделанные за последние годы, позволяют нам продвинуться и в этом вопросе. С помощью языковой родословной мы уже можем практически наверняка объяснить, когда и как современные языки распространились в Европе и Азии. Результаты анализов наводят на

предположение, что со степной иммиграцией в Европу пришла новая языковая семья, давшая начало практически всему, что сегодня говорится на континенте. Но степь была при этом лишь промежуточным пунктом. Родоначалник наших современных языков, похоже, находился на территории Армении, Азербайджана, Восточной Турции и Северо-Западного Ирана.

Почти всё, что мы сегодня можем услышать между Исландией и Грецией, между Португалией и Россией, восходит к одному общему корню. Это, в общем-то, школьное, базовое знание, но каждый раз принять его стоит усилий. Существуют области, например в Баварии или Саксонии, где жители одной деревни не понимают, что говорят люди, живущие через семь деревень от них; о вариациях в общем немецком языковом пространстве я и вовсе умолчу. А ведь не только пфальцский и нижненемецкий принадлежат к одной — индоевропейской — языковой семье, но и исландский язык, и хинди тоже. От Индии и Ирана, через европейский материк вплоть до Исландии находятся грамматические структуры и многочисленные слова, которые восходят к одному источнику. Исключение составляют баскский, венгерский, финский, эстонский и еще несколько маленьких языков на северо-востоке Европы. А если пойти еще дальше, где-нибудь наткнешься на прошлое, на корень всех индоевропейских языков, на один общий праязык, который называется протоиндоевропейским.

Конечно, это теоретический конструкт. Мы никогда не узнаем, как именно звучал индоевропейский праязык. Мертвые не говорят, исследователи языка полагаются только на письменные источники. Но они возникли, лишь когда индоевропейские языки уже существенно дифференцировались. При этом они только наводили на след, не более того. Дальше относительно источника и распространения индоевропейских языков существуют лишь теории. Археогенетика картину не меняет, но определенные лингвистические теории все же в какой-то мере подкрепляет.

На протяжении десятилетий друг другу противостоят две главные теории о том, как индоевропейские языки пришли в Европу. Согласно одной, произошло это вместе с неолитической революцией 8000 лет назад. Согласно другой, они появились только после степной иммиграции, то есть около 5000 лет назад. Стоит отметить, что эти теории существовали еще до того, как обе эпохальные иммиграции были генетически доказаны. Степная гипотеза выводит на первый план иммиграцию, которую некоторые археологи, в первую очередь немецкоязычные, ставили под сомнение. Поэтому и языковая степная гипотеза вызывала сомнения. В немецкоязычном пространстве любили неолитический вариант: вместе с сельскохозяйственной культурной революцией до Евразии добралась и

индоевропейская культура. Эта теория не предполагает иммиграцию, но работает исходя из предпосылки, что язык, как и другие культурные техники, передается от человека к человеку.

Знания последних лет добавили к дискуссии новые факты, но их не хватило, чтобы разрешить этот спор. Мы можем быть уверены только в том, что от 8000 до 5000 лет назад происходили большие миграции, и в любом случае коренное население было оттеснено. Но какая из этих миграционных волн принесла с собой индоевропейский язык? Этот вопрос остается открытым. Мне самому очевидной кажется модель, согласно которой мы стали членами индоевропейской языковой семьи благодаря степной иммиграции.

Извержение вулкана на Санторини

Чтобы понять, как возникли индоевропейцы, полезно взглянуть на древних греков. Вернее, на совсем древних. Прилежные лингвисты за последние столетия не только открыли родство индоевропейских языков, но и расшифровали самые ранние из известных письменных источников в мире. Они показали, что древнейшим письменно зафиксированным индоевропейским языком был язык хеттов, живших в Анатолии до 3200 лет назад. Уже сто лет как известен и древнейший письменный индоевропейский язык европейского континента, предшественник античного (а значит, и сегодняшнего греческого) — микенский. На нем писали так называемым линейным письмом Б, и говорили на нем люди микенской культуры ^[23].

Около 3600 лет назад микенцы основали одну из первых высоких европейских культур. Они жили на греческом материке и были предками греков, возможно, даже единственными. Еще раньше на Крите развилась минойская высокая культура. Минойцы использовали другую письменность — лингвисты называют ее линейным письмом А. Линейное письмо А и линейное письмо Б, благодаря региональной и культурной близости минойцев и микенцев, имеют одинаковое обозначение, и их письменные знаки похожи. Но пока удалось прочитать только линейное письмо Б: с линейным письмом А ученые все еще терпят неудачи. Линейное письмо Б, как мы знаем, передало эстафету предшественнику греческого, а значит, и индоевропейского языка. Но линейное письмо А, вероятно, к

индоевропейскому языку не относится — иначе его удалось бы реконструировать.

Что означают эти элементарные различия в письменном языке между соседними, состоящими в тесном контакте культурами? Чтобы и в этом вопросе докопаться до сути, за последние годы мы исследовали ДНК людей, принадлежавших к обеим высоким культурам и жившим на греческих островах и вокруг Эгейского моря. Сразу выяснилось, что минойцы, равно как и микенцы, произошли от иммигрантов из Анатолии эпохи неолита, так что две эти популяции находятся в близком родстве. Но имеются между ними и значительные генетические различия. Микенцы, жившие в континентальной части, несли в своей ДНК степной компонент, а минойцы, напротив, нет. Таким образом, степной компонент протянулся к микенцам, в континентальную Грецию, но до Крита и минойцев не добрался. То, что у соседних культур были разные языки, объясняется миграцией: из степи в Грецию пришел микенский, то есть индоевропейский, язык. А вот то, что сегодня на Крите говорят по-гречески и язык линейного письма А вымер, связано с извержением вулкана на Санторини: 3600 лет назад это событие, вероятно, спровоцировало закат минойцев и, позднее, переход власти над островом к микенцам.

Минойский оказался далеко не единственным языком, который был вытеснен индоевропейским. Так исчез еще один язык, имевший письменную традицию, — этрусский. Произошло это с победным шествием Римской империи, начавшимся с нынешней Северной Италии. Два других неиндоевропейских языка из того же времени, напротив, продержались вплоть до сегодняшнего дня. Один из них — протосардский, из Сардинии, где названия некоторых деревень, рек и гор определенно имеют неиндоевропейское происхождение. Другой — баскский, на котором до сих пор говорят в некоторых частях Северной Испании и Южной Франции. Другие неиндоевропейские языки в ходу в Скандинавии, странах Балтики, на севере России и в Венгрии. Эти финно-угорские языки предположительно пришли только после установления на континенте индоевропейского языка из Северной Азии. Вероятно, во II тысячелетии до нашей эры они пришли в Скандинавию, а в I тысячелетии нашей эры — на территорию современной Венгрии. По крайней мере такую информацию дают исторические документы.

Никакого славянского языка в Великобритании

Чтобы ответить на вопрос, на каком языке говорили в Европе до того, как появился индоевропейский язык, стоит взглянуть на протосардский язык и сардов — единственную в Европе популяцию, которая почти на 100 % состоит из генетических потомков анатолийских земледельцев. В их генах почти нет компонента, присущего охотникам и собирателям, а значит, на этом средиземноморском острове до анатолийской иммиграции никто или почти никто не жил. Выходит, что предшественник протосардского языка, на котором говорили на Сардинии еще две тысячи лет тому назад, должен был прийти в Европу из Анатолии 8000 лет назад. Это, впрочем, не проясняет вопрос о том, все ли языки, на которых говорили в Европе во времена неолита, пришли туда 8000 лет назад или там сохранялись также языки, на которых общались охотники и собиратели. Трудно предположить, что анатолийцы в коммуникативном плане равнялись на охотников и собирателей и переняли язык культуры, которую считали ниже своей собственной. Весь исторический и современный опыт тоже говорит против этого сценария. Охотники и собиратели могли поддерживать в своих сообществах собственный язык. Так и в баскском языке иногда видят пережиток эпохи европейских охотников и собирателей. Однако генетические данные эту гипотезу не поддерживают. Хотя у басков больше ДНК охотников и собирателей, чем у жителей Центральной Европы, отчетливо доминируют у них компоненты земледельцев и степных кочевников. Генетические анализы останков древних баскских крестьян тоже показывают очень высокое содержание анатолийского гена — выше, чем у нынешних жителей региона. Все указывает на то, что баскский, протосардский, минойский и этрусский языки пришли в Европу в ходе неолитической революции. На скольких языках говорили европейцы в прошлом, для потомков навсегда останется тайной.

Каков же аргумент против того, что анатолийские земледельцы принесли с собой индоевропейский язык? Это было бы просто нелогично. Если 5000 лет назад имела место новая иммиграция, тогда можно было бы ответить на вопрос, какой язык пришел на запад с новой миграционной волной. Некоторые защитники теории об анатолийском первоисточнике индоевропейского языка говорят, что это мог быть славянский, ответвление индоевропейского. По такому сценарию получается, что 8000 лет назад индоевропейский язык из Анатолии распространился в западном направлении в Европу, а в северном — в Понтийскую степь. Согласно этой гипотезе, когда в Европе эпохи неолита выстраивались индоевропейские языковые ветви, в степи параллельно возник славянский язык, а 5000 лет тому назад он пришел в Европу. Это в любом случае не соответствует

данным о том, что степные иммигранты вытеснили 90 % коренного населения нынешней Великобритании: о славянском влиянии на языки, распространенные на острове, до сих пор ничего не известно.

Чтобы внести ясность: в целом подобные обходные пути, взаимные влияния и отложенное во времени развитие для языков вполне возможны. Языки редко просто движутся из пункта А в пункт Б. Как и гены людей, которые их передают, они формируются под воздействием самых разных влияний. Вот и мы следуем за этим базовым предположением, и в нашей теории степь всплывает как промежуточный пункт на пути распространения индоевропейского языка — но иначе, чем в только что описанной модели.

Язык — это математика

Многие годы работы и бесчисленные дискуссии вокруг различных объяснений привели к гибридной теории, которую я развивал совместно с коллегами в Йенском институте. Для своей модели мы связали генетические данные по миграционным волнам каменного и бронзового веков, которые собрали за последние годы, с методом, позволяющим бросить взгляд в языковое прошлое. При этом использовались приемы, опробованные в генетике: ведь для языков верно то же, что и для ДНК, — они мутируют с относительно постоянной частотой. По ДНК двух индивидуумов генетик может вычислить, когда жил их последний общий предок. В лингвистике повсеместно встречаются слова, состоящие между собой в тесном родстве, например немецкое *Leiter* и английское *ladder*, по которым можно заключить, сколько изменений потребовалось, чтобы прийти от общего словесного первоисточника к обоим вариантам. Была вычислена частота мутаций для тысячи слов богатых индоевропейских языков, и на основе этих расчетов выстроена родословная, которая показывает, когда какие языки друг от друга отделились. Эта родословная выглядит почти так же, как если бы она была составлена для человеческих популяций: немецкий, датский и английский языки имеют более поздних общих предков, чем, например, немецкий и итальянский.

Этот метод усовершенствовал мой коллега из Йенского института Рассел Грей. Ему удалось продлить в прошлое языковую родословную, которая до сих пор начиналась вместе с первыми индоевропейскими письменными источниками. Для этого он проанализировал разницу между древнейшими из известных индоевропейских языков — микенским,

хеттским, древнегреческим и древней латынью. На основе этих данных он смог вычислить, как часто они должны были мутировать после того, как разделились. Согласно расчетам, на последнем общем предке всех индоевропейских языков говорили около 8000 лет назад.

Эта датировка возникла в 2003 году и совершенно отчетливо говорила в пользу западного развития индоевропейского языка при посредничестве анатолийских земледельцев. Но с учетом генетических данных последних лет этот тезис больше не мог считаться надежным, поскольку, как известно, на индоевропейских языках говорили не только в Европе, но и в Индии, Афганистане и Пакистане. При этом сельское хозяйство Плодородного полумесяца примерно 8000 лет назад расширялось как на запад, так и на восток. Если бы корни индоевропейского языка лежали в этом времени, люди на востоке и на западе Плодородного полумесяца должны были бы говорить на одном или на двух очень тесно связанных языках, которые потом экспортировались параллельно в двух направлениях. До недавних пор не было никаких оснований сомневаться в этом, ведь Полумесяц в ту пору образовывал единую культурную среду, включавшую сегодняшние Израиль и Иран. Но генетические данные определенно указывают на то, что восточные и западные жители Полумесяца принадлежали к двум принципиально разным популяциям, которые, как мы помним, различались практически так же разительно, как нынешние европейцы и китайцы. Значит, две эти популяции должны были разделиться гораздо раньше, а вместе с ними разделились и их языки. Первоисточник индоевропейского языка, таким образом, должен был появиться около 11 000 лет назад, а не 8000 лет назад. Анатолийский вариант больше не работал. С аналогичной проблемой столкнулись поборники степной теории — тот факт, что общий предок индоевропейских языков существовал 8000 лет назад, с их моделью тоже не соотносится. Они исходили из того, что носителями праиндоевропейского языка были представители так называемой майкопской культуры, существовавшей между Черным и Каспийским морями. Но эта культура не старше 6000 лет.

Корни в Иране

Тем не менее с высокой вероятностью индоевропейские языки пришли в Европу 5000 лет назад из степей, поскольку везде, где сегодня говорят на индоевропейских языках, есть существенная доля степной ДНК, точнее

сказать, ее компонент, который пришел во времена неолита из сегодняшнего Ирана в Понтийскую степь. Это касается нынешних Ирана, Афганистана, Пакистана и Европы. На индийском субконтиненте, который вмещает шестую часть населения всего мира, люди, живущие на севере, несут в себе степной компонент — он составляет около трети их ДНК. На юге степная доля в ДНК заметно меньше. Это идеально совпадает с распределением языков. На юге Индии царят дравидийские языки, которые не относятся к индоевропейской семье. На севере, напротив, распространена индоевропейская ветвь. В этом регионе также находится ключ к тому, как соотносятся первоисточник индоевропейских языков, возникший 8000 лет назад, и иммиграция в Европу, произошедшая 5000 лет назад.

Распространение сельского хозяйства с востока Плодородного полумесяца называют иранским неолитом, поскольку эта экспансия происходила параллельно с экспансией анатолийских земледельцев, но независимо от них. Тогда люди из сегодняшнего Ирана проникли на восток до Северной Индии и на север через Кавказ. Так примерно 8000 лет назад представители иранского неолита стали предками людей, населяющих сегодняшние Пакистан, Афганистан, Северную Индию, а также предками людей ямной культуры. Вероятно, так индоевропейский язык проник во все эти регионы. Пять тысяч лет назад вместе с людьми ямной культуры он пришел и в Европу. Таким образом, первоисточник индоевропейского языка находился на Плодородном полумесяце, как и постулировали приверженцы анатолийской теории, но не в Восточной и Центральной Анатолии, а в Северном Иране. Адепты степной теории тоже, вероятно, правы, утверждая, что индоевропейский язык пришел в Европу из степи. Вот только возник он не там.

Примечательную роль в индоевропейской языковой истории, согласно нашей модели, играет Анатолия. Восемь тысяч лет назад предположительно отсюда языки неолита пришли в Европу. В самой же Анатолии языки анатолийских земледельцев, вероятно, были вытеснены, когда (как показывают генетические данные) около 6000 лет назад там распространились представители иранского неолита. То есть в Европе могли господствовать только те языки, которые восходят к анатолийским иммигрантам, тогда как сама Анатолия уже переняла индоевропейский язык. Сегодня Турция снова принадлежит к числу стран, где на индоевропейских языках говорит меньшинство. Область тюркских языков, праформой которых является тюркский, простирается от Турции через Азербайджан и Узбекистан вплоть до Алтая. Для Анатолии начало конца индоевропейской языковой истории наступило, когда в XI веке тюркоязычные воины стали завоевывать землю. Как бы то ни было,

примерно 20 % населения сегодняшней Турции говорят на индоевропейских языках, среди которых курдский и зазаки.

Язык как инструмент господства

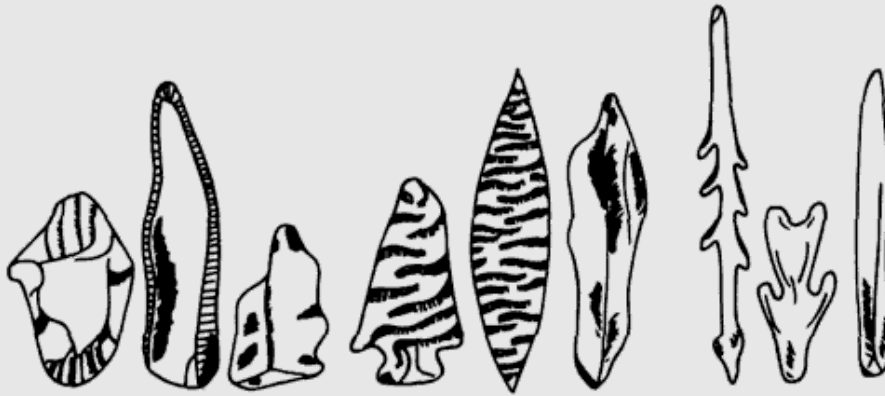
На севере и в центре Европы после степной иммиграции развивались германские языки, к которым, наряду с английским и немецким, относится, например, африкаанс — он возник на юге Африки в связи с колонизацией, и на нем говорят до сих пор. Кроме того, существуют итальянские языки, включая разговорную латынь, к которым восходят все нынешние романские языки. Есть к тому же балто-славянская и кельтская группы. Последняя сохранилась в дальних уголках Британских островов и в Бретани. Вероятно, на языках кельтской группы во времена культуры колоколовидных кубков говорили в отдаленных частях Западной Европы, пока на северо-запад не прорвалась Римская империя. Особую роль играют, помимо этого, албанский и армянский языки, поскольку они единственные представители своей формы индоевропейского языка, то есть прямые подгруппы без дальнейших разветвлений. Из эллинской языковой семьи сегодня жив только греческий. Наконец, Средний Восток — родина большой индоиранской ветви индоевропейского языка.

Индоевропейская языковая семья, на которой говорят три миллиарда человек по всему миру, на сегодняшний день самая значительная. В результате колонизации она простирается от Европы до Австралии, захватывая части Южной Азии и Африки, где европейские языки распространены минимум как вторые, и вплоть до Южной и Северной Америки. То, насколько быстро развивается язык, заметит всякий, кто попробует понять английский, на котором говорят в Индии. Еще более яркий пример — хинди, тоже относящийся к индоевропейским языкам. Французский во Франции отличается от форм французского, на которых говорят в заморских территориях или в Африке, то же самое касается испанского.

Будь язык статичным, можно было бы и сегодня устраивать железнодорожные экскурсионные туры через Южную Европу на латыни или, еще лучше, на протоиндоевропейском. Вместо этого расстроенные родители вынуждены признать, что они порой уже не могут понять диалоги своих подрастающих детей. Однако сегодня языки всё же меняются вовсе не так стремительно, как прежде, поскольку уже давно установились высокие

стандарты литературного языка. Так, например, ранняя письменная фиксация позволила испанскому языку оставаться довольно стабильным уже на протяжении 500 лет. В Германии подобное развитие началось вместе с выполненным Лютером переводом Библии, а «правописание» установилось вместе со словарем Дудена в XIX веке. Высокие языки, которые определяют сегодня Европу, далеко ушли от общих индоевропейских корней. Из-за того, что доминирует теперь английский, после долгой эпохи раскола может снова наметиться тренд на сближение языков.

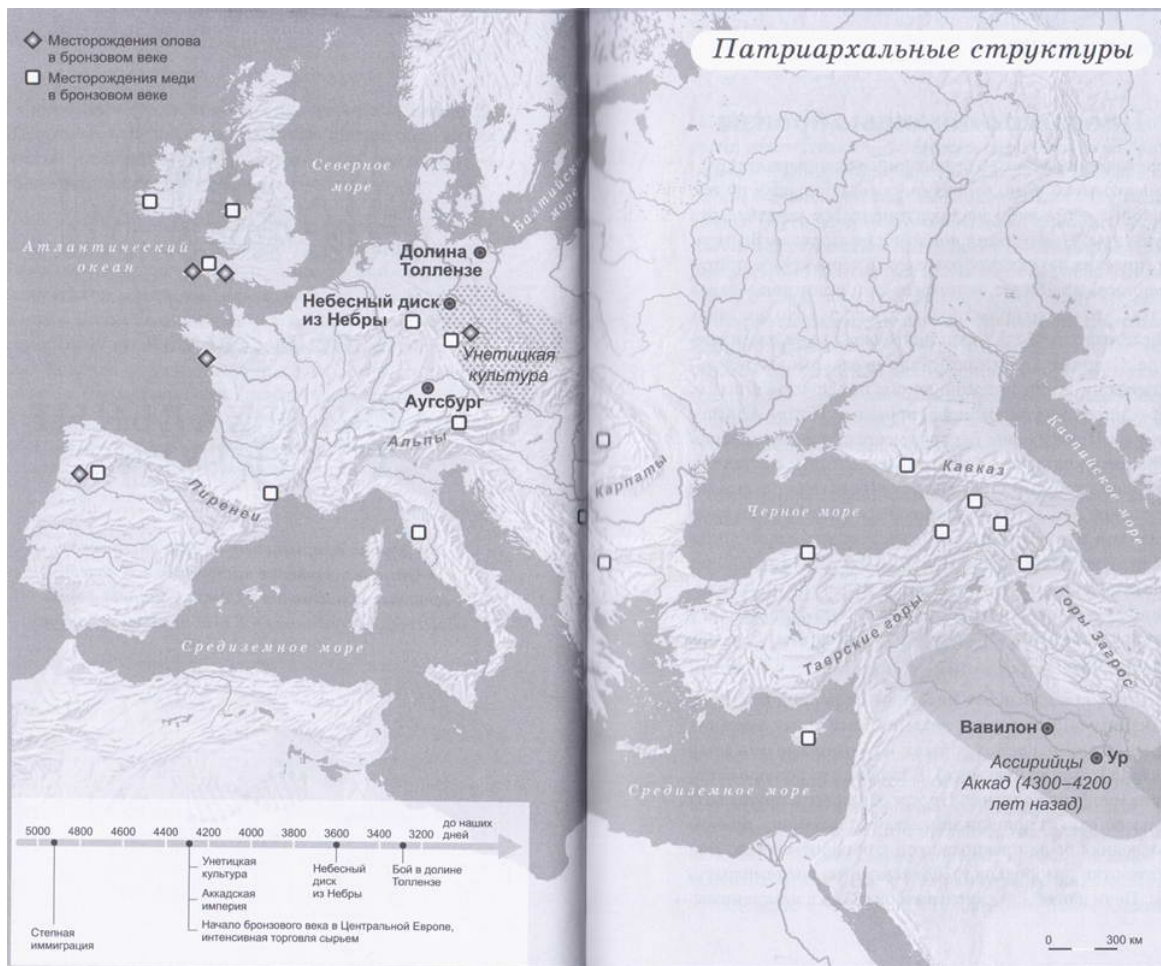
Пять тысяч лет назад из-за миграции языковой ландшафт Европы в последний раз глобально изменился. Римляне хоть и распространили романский язык между Атлантикой и Черным морем, массово туда не переселились. Большая иммиграция из степи имела для языка европейцев такое же значение, как и для их генов: тогда был заложен фундамент дома, в котором мы живем до сих пор. Но расширился он не благодаря иммиграциям, а благодаря великим империям, которые возникали с III тысячелетия до нашей эры и определили дальнейшую историю Европы. Начался бронзовый век.



Глава седьмая Патриархальные структуры

- Европа выпрыгивает из каменного века • Отец оставляет в наследство всё, дочери оставляют поселения • Самая невинная форма общества потребления • Конец правовому вакууму





Прогресс с помощью бронзы

Генетический переход, случившийся благодаря степным иммигрантам, был, вероятно, самым большим из тех, которые когда-либо знал континент. Тем заметнее, что культурная революция поначалу не задалась. В археологических находках образовалась черная дыра протяженностью в 150 лет, которая дает простор для догадок о том, что могло произойти за это время. Но поначалу после этого пробела жизнь долго шла так же, как и прежде. Степные кочевники стали оседлыми земледельцами, они жили подобно своим предшественникам, даже поселения напоминали прошлые. Потом, 4200 лет назад, в Центральной Европе вместе с бронзовым веком начались культурные изменения, которые заставили эту часть земного шара капитулировать перед новым временем. Но, в отличие от неолитической революции, никакой миграции не случилось: старт новой эпохе дали те же

люди, которые в предшествующие 600 лет создали шнуровую керамику и культуру колоколовидных кубков. Генетически все шло по-старому, но в культурном плане от прежнего мира камня на камне не осталось.

Медный век называют переходным периодом между каменным и бронзовым веками. В эту эпоху люди открыли горное дело и добыли из земли красноватый металл (самородную медь). В Европе это раньше всего произошло на Балканах. Прогресс при этом пришел оттуда же, откуда пришли земледелие и керамика, причем последняя была предпосылкой к обработке меди. Для обработки самородков требовались высокие температуры. Печи для обжига керамики оказались незаменимы. Но добыча и обработка меди оставались промежуточными технологиями. Из этого материала можно было делать украшения и легкое оружие, но послековки он оставался пластичным. Твердости удалось добиться только благодаря олову, с помощью которого люди наконец переплавили медь в бронзу — эта технология распространилась сначала на Ближнем Востоке, 5000 лет назад. Новый металл расчистил дорогу в будущее, ведь он открывал совершенно новые возможности для производства оружия, инструментов и сельскохозяйственных орудий. Бронза была для человека не просто новым материалом — она означала вхождение в доселе неизвестную сферу производства. Открытие меди и создание бронзы были мощнейшими — если не единственными — предпосылками к появлению первых высоких культур, основы которых были заложены уже в IV тысячелетии до нашей эры на Ближнем Востоке и в Средиземноморском регионе, в то время как в некоторых частях Центральной и Северной Европы по лесам еще бродили охотники и собиратели. На Тигре и Евфрате возникли такие города, как Ур и Вавилон, в Египте расцвело царство фараонов, в Анатолии — хеттская и несколько позже основанные минойская и микенская, первые высокие европейские культуры.

Север в экономическом плане отставал, но в изоляции не был. В III тысячелетии до нашей эры европейские общества усилили свои торговые взаимоотношения, и бронза играла в этом процессе ведущую роль. На юге тоже развивалась техника производства бронзы, но там не хватало олова. Сырье концентрировалось в местностях, далеких от центров ранних высоких культур, прежде всего в Корнуэлле, юго-западном уголке Англии, в Бретани, на северо-западе Иберийского полуострова и в Рудных горах. Так словно бы сам собой возник обмен: олово пошло на юг Европы, а знание об обработке бронзы — всё дальше на север и запад Европы. Сам материал и созданные из него изделия меняли жизнь общества, семей и отдельных людей всё сильнее. Переход в мир собственности, иерархии и патриархата

можно доказать даже генетически, хотя бы на примере Леха вблизи Аугсбурга.

Изобретение патриархата

Этот регион, как и территория сегодняшней Центральной Германии, был одним из немногих мест в Европе, где жили представители и культуры колоколовидных кубков, и культуры шнуровой керамики. У обеих групп были свои поселения, обычаи, погребальные обряды и, вероятно, языки. Примерно 2200 лет до нашей эры обе культуры вошли (за исключением Великобритании, где культура колоколовидных кубков сохранялась примерно до 1800 года до нашей эры) в новые общества и частично объединились, например, в так называемую унетицкую культуру, центр которой находился в Центральной Германии. Эта культура оставила потомкам широко известный бронзовый небесный диск из Небры. В регионе Леха в то время также развивалась культура раннего бронзового века.

Вероятно, образ жизни людей на южногерманской реке Лех был таким же, как и в других местах Центральной Европы в то время. Люди жили в подворьях, которые состояли из дома, хозяйственной постройки и конюшни. Своих мертвецов они хоронили на кладбищах вблизи усадеб. Спрятанная в могилах ДНК сегодня, почти 4000 лет спустя, позволяет взглянуть на тогдашние условия жизни. Мы изучили ДНК дюжин людей, захороненных в поселениях Леха, которые умерли между 2500 и 1500 годами до нашей эры — то есть в переходный период, предшествовавший бронзовому веку. Мы секвенировали их наследственный материал и проанализировали содержание стабильных изотопов стронция в их зубах. Этот метод основан на том, что тяжесть элементов стронция разнится от региона к региону. Через питание, то есть растения и мясо животных, они в разных пропорциях проникают в человеческий скелет. Поскольку в древние времена люди получали питание только из локальных источников, концентрация изотопов подсказывает, откуда родом тот или иной человек. Определенные части скелета, например эмаль коренных зубов, формируются еще в детстве и связаны со стронцием. Следовательно, можно узнать, провел ли человек всю жизнь в одной местности или вел мобильную жизнь. Для современных людей этот метод не работает, поскольку большая часть нашего питания вовсе не обязательно берется из окружающей среды.

Мы провели анализ изотопов стронция для 83 похороненных в Лехе: 26 мужчин, 28 женщин, остальные — дети. Ожидалось, что среди взрослых обоого пола будет равное количество коренных жителей и переселенцев. Но все оказалось иначе. В Лех пришли 17 женщин, то есть почти две трети от их общего числа, и всего один мужчина. Такое превосходство в численности женщин, которые пришли в Лех в позднем подростковом возрасте, нельзя объяснить случайностью — видимо, дело в целенаправленном обмене людьми между регионами. Если исследованные поселения действительно были типичными для раннего бронзового века, то это указывает на совершенно новое соотношение между полами, проявившееся в эту эпоху. Мужчины оставались в своих поселениях, а вот женщины, на которых они женились, очень часто приходили извне — очевидно, так устанавливалась иерархия, на вершине которой находились мужчины. Многие жены пришли из чужих мест; похоже, что и собственных дочерей на выданье отправляли в другие места. Однако дискриминация женщин в погребальных ритуалах не прослеживается. Как матери семейств, они по большей части получали те же погребальные атрибуты, что и их мужчины. А вот тем покойным, что не были породнены с другими умершими, напротив, предоставляли лишь скромные погребальные аксессуары. У них определенно был более низкий социальный статус, чем у других жителей поселения. Видимо, это были работницы и работники. Выходит, у домашних хозяйств была структура, похожая на ту, что позднее развили греки и римляне: она состояла из нуклеарной семьи и рабов или наемных работников. С помощью анализа ДНК в некоторых семейных захоронениях удалось обнаружить мужчин из пяти следовавших друг за другом поколений. Сыновья, очевидно, наследовали усадьбы своих отцов. Переходило ли наследство к первенцам, с помощью генетических анализов не определить. В любом случае в гробницах были вместе захоронены многочисленные братья, но младшие, конечно, могли основать собственные дворы внутри или рядом с поселениями. Генетические данные указывают на патриархальные и иерархические структуры, которые определенно установились в бронзовый век и до сих пор определяют семейные и общественные отношения.

Общество потребления и массовая продукция

Не только в Лехе, но и во всей Европе с бронзовым веком началась новая эпоха. До открытия меди люди обрабатывали (как и всегда

имевшимися под рукой материалами, такими как камень и дерево) еще и глину. Изготовление керамики было занятием нетривиальным, но и о высоких технологиях тут речи не шло. Открытие бронзы же означало мощный технический и социальный рывок. Копать землю в поисках сырья, а затем плавить олово с медью в экстремально горячей печи можно было только в условиях растущей специализации. Для этого требовались шахтеры, печники, металлурги, купцы, которые привозили бы олово из самых дальних уголков Европы. Ушедший в прошлое неолит был, напротив, временем людей разносторонних. Знания о земледелии и скотоводстве были широко распространены; в лучшем случае существовали какие-то исключительные эксперты по изготовлению керамики, но и они не были монополистами знаний. Нехватка ресурсов при производстве была неведома людям каменного века — дерево и подходящие камни для инструментов и оружия, как правило, имелись в достатке. Выходит, что древние земледельцы жили в самой невинной форме общества потребления: почти всё, что они производили, они и использовали, а то, чем они владели, имело скромную ценность. Естественно, уже тогда встречались исключения — единичные золотые и серебряные украшения. Однако доказательств концентрации таких ценностей в руках отдельных людей или семей археологи не знают — по крайней мере, подобных находок в Центральной Европе сделано не было.

В отличие от камня и дерева, бронза не была просто так представлена в природе — ее нужно было кропотливо изготавливать, а для этого еще добраться до сырья или фактически сидеть на нем. Регионы с месторождениями меди стали богатыми, а регионы с еще гораздо более редким оловом в земле — и подавно. Оловом из Корнуэлла торговали по всей Европе, так же как медью и оловом из Рудных гор. Межрегиональная торговля существовала и раньше, но теперь она расцвела. Регионы Европы осуществляли все более активный обмен, торговля стимулировала развитие. Ограниченный доступ к сырью и экспертным знаниям обострил конкуренцию между обществами и между отдельными людьми. Те, у кого были товары, их защищали, у кого их не было — делали все, чтобы их заполучить.

Наряду с новым материалом появилась возможность производить из него массовые продукты — большая сенсация бронзового века. Из камней теперь делали формы для литья, а с их помощью — совершенно идентичные продукты. Ничего подобного до сих пор не было, об этом красноречиво говорит взгляд на керамические артефакты каменного века. Чтобы понять, как изобретение серийного производства должно было тогда воздействовать на людей, лучше всего представить, что сегодня вдруг произошло обратное:

например, что каждый молоток в соседнем строймаркете обрел собственную форму. Тогда новые товары стали не только выглядеть идентично, но еще и стали более качественными. Нетрудно догадаться, для чего люди использовали новую технику в первую очередь и наиболее активно — они начали делать эффективное оружие.

Конец воинам-одиночкам

Вообще-то орудия убийства самых разных видов существовали с древнейших времен. Для охоты люди изготавливали копья, пики, луки и стрелы, а также маленькие кинжалы из дерева и камня. Медь позволила делать более качественные ножи и алебарды, но свойства этого материала таковы, что он не позволял превышать определенную длину. Только вместе с бронзой появилось длинное, надежное колющее оружие, в первую очередь алебарды, а кроме того, копья и пики нового вида. Благодаря бронзе теперь можно было не только лучше убивать, но и эффективнее защищаться — появились шлемы, щиты, латы и поножи. Поскольку такое дорогое обмундирование было доступно не всем воинам в равной степени, тренд на неравенство усиливался. Хорошо вооруженные бойцы, конечно, имели превосходство, даже если их противники могли отправить на бой больше мужчин. Бронзовый век тем самым почти неизбежно запустил гонку вооружений.

Военные противостояния участились: в конце концов, теперь было что захватывать и что защищать. Парадоксальным образом резкое расширение производства оружия сделало жизнь безопаснее — по крайней мере для тех, кто не сражался за свою жизнь, будучи солдатом. В эпоху неолита лишь некоторые центральноевропейские деревни отличались надежными укреплениями, защищавшими от захватчиков, которые посягали на сельскохозяйственные земли и пастбища. Во многих поселениях раннего бронзового века подобная защита полностью отсутствовала — так было, например, с подворьями Леха: не разделенные даже заборами, они рядком тянулись вдоль реки. Еще тысячу лет назад подобное расположение поселений считалось крайне легкомысленным — жить так означало фактически передать себя в руки врагам. Но люди, жившие на берегах Леха и в других поселениях бронзового века, должны были чувствовать себя в безопасности.

Скорее всего, объясняется это становлением военных структур, первые свидетельства существования которых датируются началом бронзового века. Властители, часто называемые князьями, могли гарантировать безопасность разным регионам. Вероятно, взамен они требовали от жителей налогов, с помощью которых не только оплачивали свой образ жизни, но и финансировали своих воинов. Прославленных воинов-одиночек вытеснили вооруженные топорами и копьями пехотинцы, выполнявшие приказы князя. Властители могли прибегнуть к услугам наемников или, в случае войны, мобилизовать и вооружить крестьян. Защита от внешних врагов предоставлялась в обмен на повиновение правителю, который, конечно же, мог обратить оружие и на внутренних противников. Так проявлялись первая государственная монополия на насилие и конец правового вакуума. Патриархат в подворьях хорошо вписывается в эту картину, ведь там формировалась модель социального контракта. Домоправителю все подчинялись, а в ответ в случае войны он отправлялся на поле боя и, если приходилось, платил своей жизнью за безопасность своих подопечных.

Правители, вероятно, находились в постоянной конкуренции с другими княжествами, но это не было перманентной войной. В конце концов, вполне достаточно получать прибыль от торговли и поддерживать продуктивность собственного населения. Правители должны были общаться, чтобы прояснять вопросы, связанные с торговлей и политическими сферами влияния. Уже тогда войны должны были быть последним средством и начинались, лишь когда существовали хорошие шансы на победу и можно было завоевать ценные земли или природные ресурсы.

Концентрация могущества и ресурсов порождала более крупные, богатые и населенные империи, чем когда бы то ни было в прошлом. Образцом были представители унетицкой культуры, которая существовала около 700 лет. Князья, похоже, воспринимались там как богоподобные создания — по крайней мере, на это указывают их могилы и похоронная атрибутика: многочисленное оружие и большие объемы золота. Совершенно иначе выглядели захоронения обычных крестьян, где никакого оружия не было. Воинов тоже хоронили не как князей, лежащих расслабленно, а с поджатыми ногами. Простой человек в унетицкой культуре терял право на индивидуальное оружие. Зато властитель держал у себя топоры, колуны и алебарды, чтобы разделить их между воинами в случае войны. Во многих областях Европы обнаружены клады той поры. Их заметную часть составляют сотни кинжалов, копий и топоров. Похоже на тайные военные склады — властители могли вести себя так, что их подданные готовы были против них восстать. Вероятность, что крестьяне перекуют мечи на орала, тоже могла быть причиной подобного хранения оружия.

Плодородный полумесяц

Третье тысячелетие до нашей эры, не в последнюю очередь благодаря стремительному техническому прогрессу, стало эпохой мобильности и обмена, а также эпохой военных противостояний. Новые виды оружия придавали им доселе невиданную смертоносную силу. Вдобавок к этому климат сошел с ума. Первопричиной послужила засуха, наступившая 4200 лет назад, — настоящий климатический перелом. В северном Средиземноморье в то время влажность, вероятно, была повыше, а в Северной Европе стало холоднее и суше. На Ближнем Востоке изменение климата привело к политическим неурядицам и к катастрофе, постигшей разросшиеся общества, особенно в области современных Ирана и Ирака.

Располагавшаяся в этом регионе империя Аккад за десятилетия превратилась в пыль, а ее жители боролись за выживание. За 300 лет, которые длилась засуха, по оценкам археологов, свои поселения должны были покинуть около 300 000 человек. Чтобы отгородиться от климатических беженцев, во время третьей династии Ура на юге воздвигли стену длиной в сотню километров. Она не смогла предотвратить падение династии в 2000 году до нашей эры. Вместе с этим закончилась и высокая шумерская культура. Когда завершился период засухи, люди, от которых страну пытались отгородить с помощью стены, ближе к северу выстроили процветающую цивилизацию. Впоследствии она стала господствовать над всем регионом. Это был Вавилон.

Потрясения, связанные с засухой и порожденным ею кризисом беженцев 4200 лет назад, — пример того, как бронзовый век переопределил общественные структуры. Зачастую происходило это отнюдь не во благо людям. В следующие два тысячелетия до нашей эры войны стали регулярным средством утверждения власти со всеми сопутствующими явлениями, известными по сей день. Поверженных противников убивали или брали в рабство, развивались всё более смертоносные системы вооружения. Депортация, геноцид, изнасилования — все это было. Правители великих империй, которые сконцентрировались дальше в восточном Средиземноморье, отправляли на бой десятитысячные армии с колесницами, с которых можно было поражать противника на большом расстоянии. Если коротко, — мир стал более сложным, конфликты — более смертельными. Касалось это не только Средиземноморского региона, но и, к

примеру, долины Толлензе в Мекленбург — Передней Померании, где примерно в 1300 году до нашей эры, как говорят археологические находки, сошлись в бою от 2000 до 6000 человек. Сотни гниющих трупов превратили долину в совершенно кошмарное место.

Фундамент стоит

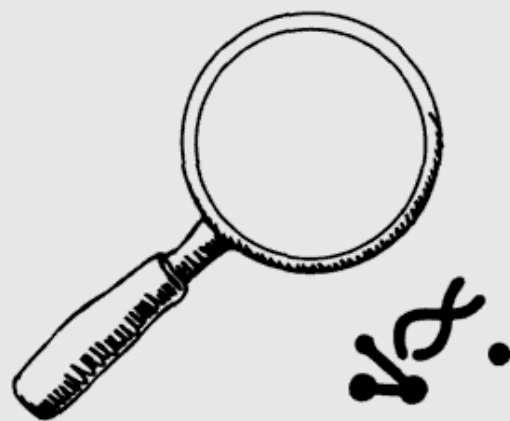
За пределы бронзового века археогенетика в Германии по состоянию на начало 2019 года почти не вышла. Но если подумать, с чего началось развитие этой дисциплины менее десятка лет назад, она уже показала заметные достижения. За это время заново были изложены происхождение европейцев и их взаимосвязь с неандертальцами, были объяснены и доказаны источники неолитической революции и то, что бронзовому веку предшествовала степная иммиграция, что раньше считалось невозможным.

Теперь мы знаем, что генетические сдвиги вроде тех, которые континент переживал 8000 и 5000 лет назад, с тех пор больше не происходили. Даже огромные империи, расцветавшие и исчезающие в Европе, ничего тут не изменили. Кельты, которые в свои лучшие времена правили почти всей Европой севернее Альп, Иберийским полуостровом, а также частями Анатолии и обеспечивали в этой области интенсивный обмен, в основном оставили генетический фундамент нетронутым. Римлянам, которые правили еще большей империей и обеспечили еще большую мобильность, точно так же не удалось значительно изменить ДНК европейцев. Зато они изменили общественные структуры.

Тем не менее посредством принципиально иной технологии можно доказать даже более молодые иммиграционные движения. Эта технология была разработана учеными нашего института и с недавних пор помогает нам лучше реконструировать внутренние движения, происходившие в Европе за два последних тысячелетия. Наш метод подразумевает концентрацию уже не на основополагающих общностях геномов, которые подтверждают родство популяций, а на очень ограниченных генетических вариациях, с помощью которых группы отличаются друг от друга. Таким образом удалось, к примеру, соотнести с генетическими данными одну из самых известных народных миграций — миграцию англов и саксов на территорию сегодняшней Англии. Оказалось, что вплоть до 30 % сегодняшних бриттов восходят к иммигрантам, пришедшим из Нидерландов, Дании и Нижней Саксонии и достигшим острова в V веке.

Несомненно, археогенетические исследования вроде этого определяют историографию Европы на ближайшие годы. На основании явно более точных методов анализа ДНК мы сможем описать также иммиграционные движения, которые происходили уже после бронзового века. Особенно вероятно получить многочисленные новые и детализированные знания о времени великого переселения народов и раннего Средневековья.

Естественно, описание генетического путешествия европейцев на этом не заканчивается. Многое говорит о том, что многочисленные миграционные волны внутри Европы и в направлении континента, прежде всего та значительная степная волна, теснейшим образом связаны с европейской историей болезней. Путешествие человеческого генома очень рано стало определяться потоком вирусов и бактерий. Они определяли историю континента — наверное, в большей степени, чем это когда-либо удавалось какому-либо правителю. До недавних пор для людей эти противники были невидимыми, и только теперь, благодаря генетическим анализам, мы медленно приближаемся к основательному пониманию этих маленьких бестий.

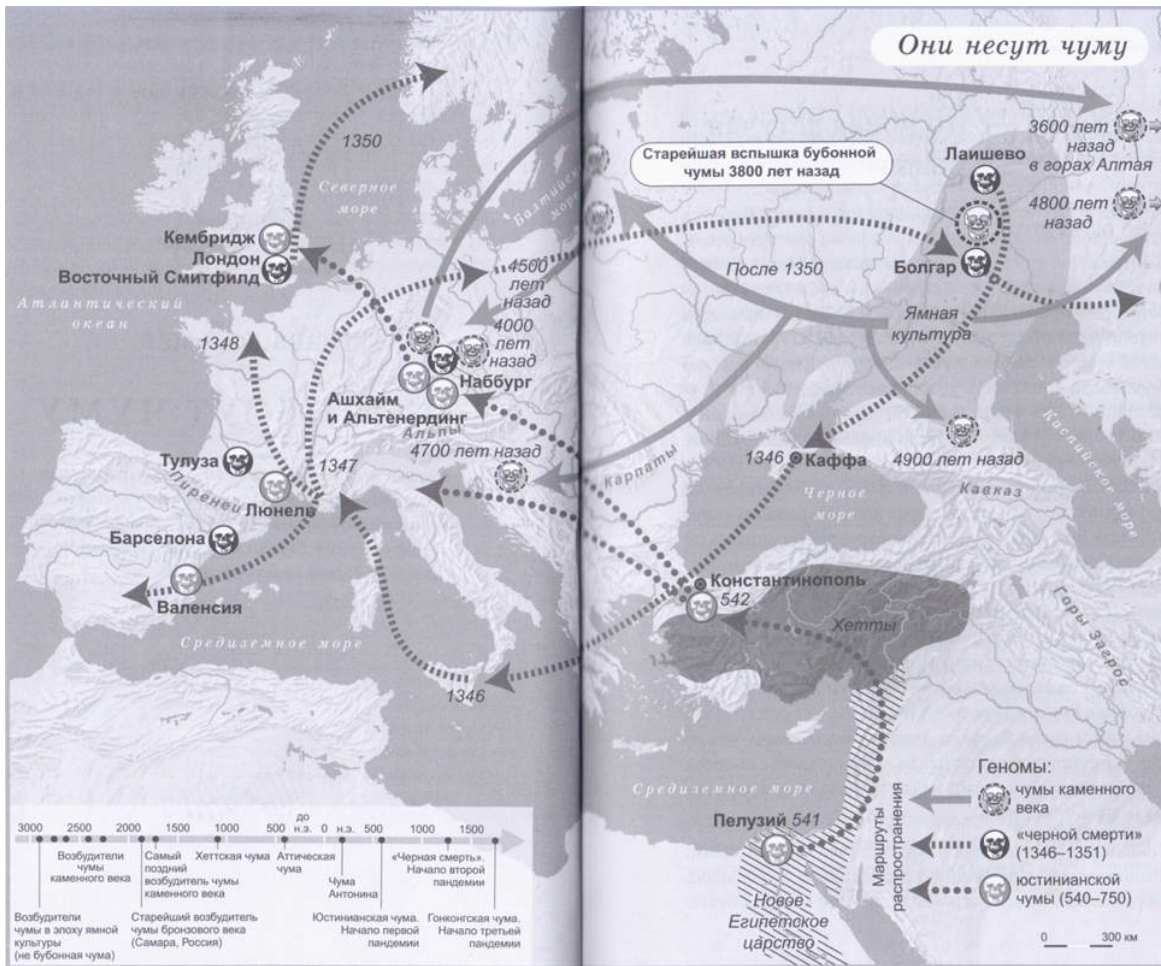


Глава восьмая

Они несут чуму

- *Блоха извергает кровь* • *Пентагон оказывает первую помощь* • *Чума приходит с востока*
- *Лошадь под подозрением* • *Части тел летят по воздуху* • *Европа закрывает границы* • *Чужие крысы несут спасение*





Человек — это новая летучая мышь

Вряд ли в коллективной европейской памяти сыщется вторая болезнь, вызывающая такой же страх и трепет, как чума. Для этого есть много веских причин. И сегодня по всему миру в год чумой заболевают от 2000 до 3000 человек, что только нагнетает ужас. Своей демонической славой чума обязана в первую очередь XIV столетию, когда «черная смерть» мучительно убивала, по разным оценкам, каждого третьего или даже каждого второго европейца. Исторические свидетельства говорят о больных, харкающих кровью, и переулках, заваленных трупами. Многие современники тех событий предполагали, что эта болезнь уничтожит человечество. Подобное говорили и о юстинианской чуме, которая впервые была замечена в Египте в VI веке и стремительно распространилась по всему Средиземноморью. Через столетия болезнь настигала Европу снова и снова, задокументированы

тысячи вспышек чумы. Она была бичом человечества, и лишь чуть более 50 лет назад, с широким распространением антибиотиков, потеряла свой ужасный флёр. Только недавно благодаря генетическим анализам мы узнали, откуда чума пришла в Европу. Помимо прочего, мы обнаружили, что она начала свирепствовать здесь гораздо раньше, чем до сих пор считалось: ее вспышка в каменном веке с высокой долей вероятности проложила путь большой иммиграции из Понтийской степи.

Долгое время чума для науки оставалась фантомом. Было известно о пандемии, то есть о какой-то большой, поражавшей многие страны эпидемии, которая бушевала между 1347 и 1353 годами. Однако была ли за это ответственна бактерия *Yersinia pestis* или какой-то иной возбудитель, например оспа, мы не знали. В 2011 году в Тюбингенском институте мы расшифровали геном исторического возбудителя чумы, который нашли в средневековом массовом захоронении в Лондоне. Этот город особенно пострадал от «черной смерти». Жертв мора, согласно письменным источникам, захоранивали на кладбище Восточного Смитфилда. Секвенировать возбудителя чумы удалось потому, что бактерии в организме хозяина размножаются массово и их концентрация в крови весьма высока. Мы взяли за те части скелета, что особенно хорошо контактируют с кровью, то есть за зубы. Опыт, приобретенный и отточенный на костях неандертальцев и других первобытных людей, помог нам выудить и расшифровать геном *Yersinia pestis*.

Чтобы понять поведение бактерии чумы, полезно для начала закрыть глаза на ее смертельное воздействие на человека. Как и все формы жизни, *Yersinia pestis*, по большому счету, заинтересована лишь в одном: она хочет сохранить свой вид и распространить его как можно дальше. Бактерия живет в чужих организмах и размножается в них, чтобы захватывать новых и новых хозяев. Смерть хозяина для возбудителя болезни в принципе целью не является — ведь он тоже может пострадать. Это видно на примере вируса Эбола, одного из самых смертоносных возбудителей, которых мы знаем. Известно, что Эбола убивает чрезвычайно быстро и при этом у вируса остается очень мало времени, чтобы перепрыгнуть с одного инфицированного человека на другого. Поскольку вспышки лихорадки Эболы гаснут быстро, у вируса нет времени перейти на более отдаленные популяции, поэтому ему обычно не удается широко распространиться. Совсем иначе обстоит дело с гриппом — каждый год все новые его формы переходят из Южной Азии на весь мир. Этот вирус убивает редко, но распространяется очень широко — об этом свидетельствуют ежегодные волны заболеваемости. Эбола эволюционно отстает от гриппа, поскольку более смертельна. Но быстрое угасание вспышки, как показали события

конца 2013 года, при этом не гарантировано. Тогда вирус впервые перешел через многочисленные границы, возможно, в связи с высокой плотностью населения, а возможно, из-за особенностей штамма. Но человек все равно не был главной целью вируса. Скорее, это был сопутствующий ущерб. То же самое долгое время относилось и к чуме.

Около 30 000 лет назад *Yersinia pestis* откололась от своего ближайшего родственника, бактерии *Yersinia pseudotuberculosis*, жившей в почве. Все бактерии берут свое начало в почве или в воде; некоторые из них когда-то перебрались на живых существ, скорее всего, во время приема пищи. Не только для чумы, но и для всех возбудителей болезней скупо распределенный по миру человек на протяжении десятков тысяч лет был не слишком многообещающим потенциальным хозяином. Если он заразился вирусами или бактериями, вероятно, в их тиски попадала маленькая группа охотников и собирателей, с которой он был в пути, но на этом распространение должно было закончиться. Чтобы размножиться к началу истории человечества, возбудители болезней должны были заполучить других хозяев — как правило, это были животные. К примеру, летучие мыши: их колонии насчитывают десятки тысяч особей; они живут в тесном контакте и обмениваются жидкостями всех видов. До сих пор это самый распространенный источник новых возбудителей болезней. Если возбудитель перескакивает с животного на человека — например, если частичка помета попала в пищу или мясо оказалось инфицированным, — мы говорим уже о зоонозе. К таким зоонозам, вероятно, восходят большинство возбудителей, которых мы и сегодня находим у людей. В ходе эволюции возбудители болезней начали делать ставку на нас, только когда люди сделались многочисленнее, начали спокойно жить вместе в узком пространстве. Сегодня человек практически такой же хороший хозяин, как и летучая мышь, поскольку он тщательно заботится о распространении вирусов и бактерий в своей пока что гигантской популяции.

Вирусы и бактерии

Вирусы и бактерии делают людей и животных больными. На этом общие черты этих столь разных возбудителей болезней заканчиваются. Бактерии — это живые создания, которые кишат там, где находят наиболее питательную среду и предпосылки для размножения. А вирусы — это просто пачки молекул без собственного метаболизма. Вирусы можно назвать зомби среди

возбудителей: они не живые, но при контакте с организмом наносят ему страшный вред, заставляя тело работать на себя. Вирусы могут поразить не только людей, но и, к примеру, бактерии. А в обратном порядке это не работает.

Вирусы, как правило, представляют собой небольшой свернутый участок генетического материала в виде ДНК или РНК, который при первой же возможности связывается с человеческими клетками. Даже если его просто вдохнуть, он прикрепляется к клеткам слизистых оболочек, проникает внутрь и привносит в клетки свой генетический материал, изменяя наследственную информацию. Клетки теперь продуцируют вирусные частицы. Вирусы распространяются по всему телу и, если их распознает иммунная система, уничтожаются вместе с пораженными клетками. Если антибиотики — это в первую очередь оружие против бактерий, то прививки защищают от вирусов. Иммунная система тренируется, когда ей дают ослабленные вирусы или субъединицы вирусов (характерные для вируса белки), и потом может их мгновенно распознавать и побеждать. Без прививки телу требуется больше времени, чтобы дать ответ, — иногда настолько больше, что уже все тело поражено вирусами и вынуждено вступать с ними в коллаборацию.

Бедная блоха

Чтобы устроить людям катастрофы вроде юстинианской чумы или «черной смерти», чумная бактерия сначала должна была использовать в качестве инструмента другой организм, который при передаче болезни мучительно умирает. Этот организм — блоха. Ко времени больших чумных эпидемий люди в Европе жили в весьма негигиеничных условиях. Канализация по большей части отсутствовала, поселения были густо населены, концепция гигиены как профилактики болезней была еще не известна. В деревнях и городах зерно зачастую хранилось на чердаках, по улицам плавали фекалии, и все кишмя кишело крысами. Они и были животными-хозяевами возбудителя чумы — он уже с успехом атаковал грызунов. С грызунов чума могла перейти на людей, когда они ели животных, получали от них укус или вступали в контакт с их выделениями.

Фатальными стали только первые мутации возбудителя чумы, которые позволили ему гораздо эффективнее перебираться с крысы на человека — через крысиную блоху. Последняя, когда у нее не было выбора, кусала и людей тоже.

Для распространения бубонной чумы блоха была просто необходима. Чтобы перейти с одного млекопитающего на другое, например с крысы на человека или с человека на человека, бактерия должна была сперва попасть в блоху, а уже с ее помощью — в другой организм, через его систему кровообращения. И вот тут возникала проблема: по своей природе блоха кровь не выделяет, а только всасывает. Но бактерия бубонной чумы смогла преодолеть это препятствие. Помогли ей мутации в так называемых генах вирулентности, которые, помимо прочего, обеспечивают выживание бактерии в желудке блохи. Бактерии, возбужденные генами вирулентности, начинают активно делиться и образуют в зобе (утолщение пищевода перед самым желудком) животного биопленку. Эта биопленка — своего рода сгусток чумных бактерий, который забивает зоб блохи, не давая крови попасть в желудок, и одновременно инфицирует бактериями любую жидкость вокруг него. Мучение для блохи начинается, когда, будучи инфицированной, она кусает снова и снова. Кровь, которую она при этом всасывает, не находит пути в желудок и снова выплескивается. Тот, кого укусили, при этом инфицируется.

Если здоровая блоха ежедневно кусает считанные разы, блоха с чумной бактерией делает это сотни раз. Медленно умирая от голода, а потому кусая все более агрессивно, насекомое теряет над собой всякий контроль и обеспечивает при этом массовое заражение людей и животных. В организмах зараженных бактерии размножаются, чтобы в конце концов распространиться с помощью новой блохи или легочной чумы. Умиравшие люди для бактерий — средство достичь своей цели: принятая от блохи кровь должна содержать в себе много бактерий, чтобы передача состоялась, а это возможно только в случае смертельного отравления крови. Бактерии извлекают выгоду даже из того, что им приходится умирать вместе со своим хозяином: сепсис, который у него развивается, позволяет паразитить новых хозяев.

Только с помощью такого способа передачи обычная чума стала пресловутой бубонной чумой, при которой после укуса блохи чумные бактерии размножаются в лимфатических узлах, а те набухают до хорошо заметных шишек. В течение десяти дней бактерии распространяются по телу, что приводит к отказу органов и смертельному отравлению крови. Конечности, как правило, окрашиваются при этом в черный цвет — отсюда и «черная смерть». Легочная чума, другая форма чумы, — это побочный

эффект, она передается напрямую от человека к человеку. При этом легкие инфицированного разлагаются, а мелкие частички органа выпускаются в воздух вместе с дыханием. Если эти капельки находят путь в другое легкое, его обладатель или обладательница через один или два дня уже мертвы.

Помощь от Пентагона

Мутации, которые были важны для отвратительного повсеместного распространения и течения чумы, использовали как возбудители «черной смерти», так и возбудители первой исторически задокументированной чумной пандемии. Юстинианская чума бушевала в Европе с VI века, спровоцировала десятки миллионов жертв и считается одной из возможных первопричин длительного заката Западной Римской империи. В 2016 году мы смогли реконструировать возбудителя бубонной чумы из этого времени. Он нашелся на кладбище вблизи Мюнхена, где в VI столетии обрела покой умершая примерно в то же время молодая пара. Это добавило к нашим представлениям о юстинианской чуме важное знание: вопреки устоявшимся историческим представлениям, заразная болезнь встречалась не только на Средиземноморских землях, но и в регионах к северу от Альп. Искать геном чумы на лондонском кладбище было естественно, ведь черная смерть, как широко известно, бушевала в этом регионе, здесь в массовых захоронениях лежали ее многочисленные жертвы. Чтобы отследить юстинианскую чуму под Мюнхеном, требовалось уже побольше исследовательской удачи. Полностью открытым долго оставался вопрос о том, где в доисторическое время, о котором не осталось письменных свидетельств, люди умирали от болезни. Это хуже, чем искать иголку в стоге сена — тут даже не знаешь, в каком стоге рыться. Понятно, где находится ДНК умерших людей — в их костях, но в случае со старыми возбудителями болезни нужно еще знать, в каких скелетах искать, то есть какие мертвецы страдали от определенных болезней. Установить нахождение чумного генома в человеческих останках из времени, о котором не знаешь, была ли уже тогда чума, — предприятие с неизвестным исходом. К тому же невероятно дорогое. Искать возбудителя чумы в каждом секвенированном скелете, полагаясь на удачу, было бы слишком дорого. Во всяком случае, так оно было до недавних пор. За то, что сегодня столь широкий поиск возможен, мы благодарны американскому министерству обороны.

В 2012 году Пентагон учредил премию в миллион долларов ученым, которые смогут разработать компьютерную программу для быстрого обнаружения и упорядочивания наследственного материала бактерий и вирусов — чтобы лучше подготовиться к использованию биологического оружия. Больше сотни объединений ученых участвовали в конкурсе, и только три дошли до финала. Состязание называлось Defense Threat Reduction Agency's Algorithm Challenge. Осенью 2013 года была определена команда победителей, в составе которой оказался мой коллега из Тюбингена, биоинформатик Даниэль Хусон. Чтобы алгоритм можно было использовать и в археогенетике, Хусон вместе с нашим Йенским институтом позднее разработал встраиваемый алгоритм, который позволяет за 24 часа соотнести миллиарды секвенций ДНК с их источником. Программа показывает, какая часть ДНК из скелета человеческая, а какая принадлежит микробам, бактериям или вирусам, и каким именно. Этот новый алгоритм в 200 раз быстрее старых методов. Вместо почти года, как прежде, теперь результатов приходится ждать всего один день. Алгоритм распознает, содержит ли исследуемая ДНК также ДНК бактерий и вирусов, известных как возбудители человеческих болезней. Естественно, срабатывает это только тогда, когда они похожи на широко известных возбудителей и их последовательности хранятся в базе данных. Неизвестные, вымершие болезни так и остаются необнаруженными. До сих пор микробы были продуктом жизнедеятельности, обнаруживаемым при секвенировании человеческой ДНК, а теперь, благодаря новой технологии, стали самоцелью. Многие тысячи скелетов были таким образом исследованы в нашем институте, при этом обнаружили мы не только чуму, но и возбудителей целого ряда других болезней.

Чума следует за иммиграцией

В 2017 году только благодаря этому алгоритму мы открыли старейший из известных на сегодняшний день возбудителей чумы. Мы искали чумную бактерию более чем в 500 пробах зубов и костей из Германии, России, Венгрии, Хорватии и Прибалтики, относящихся к каменному веку. И находки не заставили себя ждать. Самым большим сюрпризом стало обнаружение возбудителя чумы из Понтийской степи: ему около 4900 лет, и, по примерным оценкам, его корни еще древнее — они берут начало 5500 лет назад. То есть чума начала поражать людей гораздо раньше, чем было

принято считать. Следовательно, возбудитель чумы еще в каменном веке стоял на пороге Европы и ворвался в нее примерно в то же время, когда туда иммигрировали жители степей. Болезнь, проявившаяся 4800–3800 лет назад, обнаружилась в скелетах людей со всей Европы — в Прибалтике, Хорватии, Аугсбурге, а также в отдаленных Алтайских горах, — где она всплыла примерно 3600 лет назад, после отступления степного гена. Дорога, которая была при этом проложена и на которой постоянно развивалась бактерия, в точности совпадает с тем путем, которым следовали степные иммигранты. То есть дорогу на запад, а позднее и на восток одновременно прокладывали чума и степные жители. Возбудитель, относящийся к каменному веку, мог не вызывать бубонную чуму, поскольку у него не было вирулентных генов, которые мы обнаружили у штаммов бактерий юстинианской чумы и «черной смерти».

Однако связано ли распространение чумы с миграцией людей? Некоторые факты говорят о том, что возбудитель чумы совершил экспансию в Западную Европу как раз перед большим миграционным передвижением. В конце концов, контакты между людьми из этих регионов существовали и раньше — на это указывает найденная в Варне степная ДНК возрастом 6200 лет. Бактерия могла быть занесена в неподготовленную популяцию уже тогда, и занести ее могли носители, передвигавшиеся верхом. Какое воздействие могут оказывать неизвестные бактерии и вирусы на людей, мы знаем, к примеру, по колонизации Америки европейцами — тогда коренные жители континента массово гибли от привнесенных болезней. То же могло происходить и с людьми в Западной Европе. Генетически это подтвердить нельзя, ведь за период, начавшийся 5500 и завершившийся 4800 лет назад, у нас нет скелетов, найденных в Центральной Европе. Но это как раз и может указывать на то, что там свирепствовала чума. Возможно, люди тогда додумались сжигать своих мертвецов, чтобы противостоять смертельной опасности, исходившей от трупов. Вероятно также, что они просто не прикасались к смертоносным телам, оставляя их разлагаться незахороненными, и потому до потомков кости просто не дошли.

Конечно, есть много других возможных причин, по которым население в то время поредело (сомневаться в том, что это произошло, не приходится). Возможно, климатические изменения привели к плохим урожаям и голоду. Военные противостояния между земледельцами, ресурсы которых истощились, могли привести к массовым жертвам, которые не были захоронены. Мог привести к потерям и другой возбудитель болезни — возможно, сегодня уже не существующий, из-за чего мы не можем идентифицировать его даже с помощью самых современных методов секвенирования. «Чумной сценарий» — лишь один из многих. А может, и

вовсе ничего не случилось, просто археологам еще не встретилось достаточное количество человеческих останков того времени. Но это наименее вероятно.

Если чума ответственна за сокращение численности населения при степной иммиграции, возникает вопрос: как она распространялась? Чума каменного века еще не прибегала к жуткому и действенному методу, используя блох в качестве новых хозяев. При любой возможности возбудители болезней стараются задержаться в дыхательных путях, как это происходит при гриппе, туберкулезе или даже легочной чуме. Но если бы чума проложила себе путь в Европу таким образом, эпидемия на заселенном континенте имела бы высокую динамику. Такой картине должны соответствовать археологические находки, согласно которым в это время не просто становилось все меньше людей, но и целые поселения, например на Черном море, разом опустошались, как если бы их жители бежали от некоей мистической болезни. На это указывает обнаруженный в конце 2018 года старейший чумной геном жителя Северной Европы, возраст которого составляет 4900 лет. Его предки генетически еще не смешались с популяцией ямной культуры. Вероятно, многих его соседей постигла та же судьба — болезнь могла обогнать большую иммиграцию и оставить за собой почти пустую землю.

Верхом на лошади

Существует гораздо больше генетических данных о европейской волне чумы после большой иммиграции. Но и их для полной картины недостаточно. Они оставляют пространство как минимум для двух взаимоисключающих интерпретаций. Так, например, чума могла, как уже было описано, бушевать в Европе еще до большой иммиграции и передаваться при этом от человека к человеку. Но другая теория гласит, что большинство возбудителей пришли в Европу только вместе с миграционной волной, причем болезнь не передавалась от человека к человеку, а прибыла на спинах лошадей. Этой теории отдаю предпочтение и я сам, хотя в ней еще много пробелов.

Против передачи от человека к человеку говорит то, что известная сегодня легочная чума выступает только как сопутствующее явление при бубонной чуме. Поскольку эта форма чумы во времена степной иммиграции определенно еще не развилась, вероятнее всего, бактерии тогда переходили

на людей с животных. Блоха отпадает, поскольку может переносить болезнь только за счет мутировавшего гена вирулентности возбудителя бубонной чумы. Это должны были быть другие животные, жившие с людьми в тесном контакте, например крысы или даже сурки. Но и они маловероятные кандидаты на роль переносчиков болезни, ведь иммигрировавшие скотоводы не брали с собой в дорогу ни крыс, ни сурков. Два вида животных наверняка сопровождали их в пути на запад: это, скорее всего, крупный рогатый скот и абсолютно точно — лошади. Как мы помним, степные лошади были позднее замещены домашними европейскими лошадьми и сегодня существуют лишь в облике вновь одичавших лошадей Пржевальского. Эта полная замена лошадиных популяций происходила в III тысячелетии до нашей эры, параллельно с распространением степных жителей. И чумы.

Болезнь могла бы объяснить, почему иммигранты пересели с одних лошадей на других. Это был далеко не самый очевидный шаг, ведь они пришли в Европу на уже одомашненных животных и могли бы разводить их и дальше без проблем. Вместо этого они, похоже, решили или были вынуждены обуздывать диких лошадей и отделиться от своих старых спутников. Подсказку о том, почему они могли так поступить, нам дают исторические эксперименты над животными. Проводил их первооткрыватель чумной бактерии француз Александр Йерсен. В 1894 году знаменитый бактериолог Луи Пастер отправил Йерсена в Гонконг, где в то время бушевала третья в мире, и пока последняя, большая эпидемия чумы. О том, что чума может сопровождаться жуткой эпидемией, тогда уже знали, а о том, что она может стать ее первопричиной, еще нет. Йерсен нелегально добыл из моргов несколько трупов и открыл бактерию *Yersinia pestis*, получившую впоследствии его имя. Два года пытался ученый разработать вакцину и, чтобы сделать это, заражал чумой многие виды домашних животных. Пережило эксперимент только одно живое существо — одомашненный потомок дикой европейской лошади. На таких лошадях мы скачем до сих пор, именно эта разновидность оказалась наиболее резистентна к чуме.

Вполне вероятно, что поэтому столетия после иммиграции люди продолжали ездить на диких европейских лошадях, тогда как азиатские, не резистентные к чуме животные, почти вымерли. Следовательно, именно они и были носителями чумы каменного века, они и заражали человека вновь и вновь. Всадники проводили верхом очень много времени, что приводило к тесному контакту и обмену бактериями с животными. Всадником в то время был почти каждый мужчина из степи. И, за одним исключением, всех возбудителей чумы каменного века мы до сих пор находили в останках мужчин

со степной ДНК. Только в одном случае возбудитель болезни убил маленькую девочку, но и она несла в себе степные гены. Это еще не значит, что от чумы умирали только иммигранты. Возможно, смертельно инфицированных коренных жителей просто не захоранивали.

Все эти истории о чуме каменного века основаны на допущениях и умозаключениях. Мы знаем только, что болезнь стояла на пороге Европы во времена, предшествовавшие большому перелому, и что-то тогда спровоцировало экстремальное сокращение численности населения — либо до, либо во время большой иммиграции. Азиатская лошадь — для меня это объяснение напрашивается само собой, но, конечно, оно не единственно возможное. Если бы в свое время Александр Йерсен инфицировал чумой еще и лошадь Пржевальского, мы знали бы уже чуточку больше. Но несчастное подопытное животное, вероятно, погибло бы.

Дела позднеримские

Возбудитель чумы каменного века, вероятно, вымер примерно 3500 лет назад; по крайней мере, это возраст самой молодой из найденных нами бактерий. Не позднее 3800 лет назад в районе Самары всплыла самая ранняя из ныне известных форм возбудителей бубонной чумы, которую мы можем продемонстрировать в 2018 году. Каким потенциалом обладал в то время возбудитель, неизвестно, но нельзя исключать, что с тех пор все новые волны чумы настигали Европу и Ближний Восток. В античных источниках говорится, например, о так называемой хеттской чуме, которая должна была поразить империю незадолго до ее распада. Как бы то ни было, утверждать, что за падение этой или других ближневосточных цивилизаций около 3200 лет назад ответственна чумная бактерия или какой-то другой возбудитель болезни, было бы чистой спекуляцией. Но если это и вправду была чума, то болезнь, вероятно, передавалась через блох.

Бубонная чума и блохи были эффективной командой. Чтобы стать убийственным трио, им не хватало лишь домашних крыс. Последние существенно расширили пространство, в котором жили бактерии. Все указывает на то, что домашние крысы распространились после экспансии Римской империи и благодаря ей. В Восточной Римской империи тогда разгорелась первая исторически задокументированная вспышка чумы в человеческой истории. Как в случае с «черной смертью», так и в случае с юстинианской чумой, названной в честь правившего тогда императора

Юстиниана (он заболел, но выжил), до недавних пор мы не знали, была ли то действительно чума или другая болезнь. Историограф Прокопий Кесарийский довольно подробно описывал симптомы болезни, жертвами которой с середины VI века стали миллионы людей. Помимо прочего, описывал он шишки в области паха, истерики и галлюцинации заболевших.

Шанс выжить у них появлялся, только если эти шишки лопались. Из столицы, Константинополя (сегодняшнего Стамбула), Прокопий сообщал о десятках тысячах смертей, происходивших ежедневно, — неудивительно, что многие современники считали эпидемию предвестником скорого конца света. Теперь у нас целый ряд генетических анализов, которые четко доказывают то, что раньше считалось просто вероятным: юстинианская чума была пандемией бубонной чумы, и ее смертельный путь вел далеко на север и запад континента. Мы смогли секвенировать бактерии того времени из Баварии и Южной Англии, а также из Франции и Испании.

Разгорелась эпидемия юстинианской чумы в Константинополе. Первопричиной, вероятно, стало мощное землетрясение 542 года, которое превратило некоторые части города в руины. Как гласит одно предположение, трупы и вывалившаяся из хранилищ многочисленная еда могли способствовать росту популяции крыс, что создало практически идеальные условия для распространения чумы. По морскому пути Константинополь в ту пору был крепко связан с другими портовыми городами Средиземноморского региона. Это помогло чуме в течение следующих лет распространиться по всей Европе. Вероятно, распространялась она по судоходным путям. Миграционные потоки, проходившие тогда через Европу, дополнительно ускорили распространение болезни. То есть юстинианская чума совпала с поздним этапом великого переселения народов, которое после распада Западной Римской империи к концу V века снова набрало обороты. Значит, бубонная чума могла быть занесена в Южную Англию через Ла-Манш, когда на остров пришли англ и саксы.

Вплоть до VIII столетия в Европе вновь и вновь вспыхивали эпидемии, которые, с высокой долей вероятности, провоцировал возбудитель бубонной чумы. Люди повсеместно были напуганы, причем не только постоянно возвращавшимися волнами смертей, но и сопутствующей им политической нестабильностью. Восточная Римская империя потеряла влияние. Историки объясняют это тем, что военные гарнизоны были ослаблены чумой. На севере всё расширялась и расширялась Франция, а Римская метрополия превратилась в маленький город в поселении лангобардов. Было бы недалеко отсюда объяснять все это лишь одной только чумой, но болезнь, несомненно, оказывала весьма заметное влияние как на мироощущение

людей, так и на общественные структуры. До VIII столетия в Европе было по меньшей мере 18 тяжелых эпидемий, то есть по одной вспышке в десять лет. Почему чума после этого не вспыхивала вплоть до XIV века, до сих пор остается непонятным. Есть, однако, явные археологические доказательства того, что в это время заметно снизилась популяция крыс. В темный период на исходе I тысячелетия нашей эры могло быть меньше людей, меньше поселений, а значит, и условия для крыс были хуже. Может, чумная бактерия просто выдохлась. На время.

Непроницаемые границы и недоверие к незнакомцам

Люди позднего Средневековья должны были наверняка чувствовать себя в безопасности от катастрофических эпидемий. В конце концов, с катастрофы, разгоревшейся в VI веке, прошло более половины тысячелетия. Очевидно, линия бактерий *Yersinia pestis*, ответственная за юстинианскую чуму, к этому моменту уже вымерла — на это указывают генетические анализы. О том, как в Европу пришла «черная смерть», рассказано уже не раз. И все равно трудно представить себе ужас, с которым тогда столкнулись люди. Один из самых жутких эпизодов случился на Крымском полуострове, если точнее — в портовом городе Каффа, сегодняшней Феодосии, на который тогда претендовали многие державы. Не в последнюю очередь из-за противоречивого статуса этой торговой колонии морской республики Генуя «черная смерть» начала свое шествие именно оттуда.

С 1346 года Каффу осаждали монгольские войска. Их империя — Золотая Орда — была в то время великой державой Азии и Восточной Европы. По традиции, нападавшие катапультировали разлагавшиеся трупы и части тел через стены. Как сообщают различные источники, многие осаждавшие были больны чумой: в Золотой Орде болезнь свирепствовала уже многие годы. Монголы знали о смертоносном потенциале загадочной эпидемии, сгубившей их товарищей. Предполагаемая атака биологическим оружием принесла свои плоды: чума распространилась по Каффе. В панике жители колонии бросились на корабли, чтобы уплыть от неминуемой смерти.

На кораблях чума должна была убить большинство членов экипажа. Выжившие устремились в портовые города, где вышли на берег скорее мертвыми, нежели живыми — на глазах совершенно неподготовленного местного населения.

Из средиземноморских портов чуму занесли дальше на север. Переносчиками были и те люди, которые пытались сбежать от эпидемии. Вскоре уже не только чума распространялась по Европе, как лесной пожар, но и весть о том, что это чужаки несут смерть и разруху. Современники тех событий сообщают о грубости и экстремальном недоверии ко всем, кто пришел откуда-то извне, — одного только известия о том, что на дороге появились беженцы, хватало, чтобы привести в ажиотаж целые города. Вводился контроль на границах, контактам с чужаками чинились препятствия.

Представления о происхождении чумы были тогда своеобразными. Все чужое было под подозрением, особенно жестко обходились с еврейскими общинами. Евреев обвиняли в отравлении колодцев, сотни еврейских объединений были уничтожены в ходе жестоких вспышек насилия. Досталось и прокаженным, и бедным, и состоятельным, и благородным — то есть людям, которые не принадлежали к общественному большинству. Пусть механизм передачи чумы и не был известен — наблюдателям было очевидно, что эта болезнь очень заразна и жертв своих не выбирает. Так, итальянский историограф Габриэль де Мюссе писал о неумолимости чумы, которая «в каждом городе, в каждой местности, в каждой земле поражает жителей обою пола». Многие наблюдатели предполагали, что «дыхание чумы» проносится над землями, убивая людей.

В последующие столетия некоторые города чума посещала особенно часто — например, Венецию, где собирались торговцы со всего света. Вскоре после вспышки эпидемии город объявил о запрете на въезд чужакам; капитаны, которые воспротивятся приказу, приговаривались к денежным штрафам и сожжению кораблей. Закрытие портов стало популярной, хотя и неэффективной мерой. Карантин, в ходе которого въезжающих изолировали, как правило, на сорок (*итал.* — *quaranta*) дней, изобрели тоже в это время. Многие города создали органы здравоохранения, главы которых, впрочем, не знали ничего о смертельном потенциале крыс и блох. Их главной задачей было изолировать больных, что в большинстве случаев означало сгруппировать их потеснее с другими больными и положиться на волю судьбы. Тела быстро скидывали в ямы, которые сегодня надежно обеспечивают археогенетикам пробы чумы.

Что касается оценки количества жертв: некоторые историки считают, что авторы исторических хроник перед лицом пугающих и совершенно новых обстоятельств могли переоценить число умерших. Умерло, вероятно, меньше, чем две трети норвежцев или 60 % англичан, испанцев и французов. Однако и осторожные оценки весьма далеки от того, что мы сегодня можем представить. Разве только Тридцатилетняя война (которая, к

слову, тоже сопровождалась чумой) была катастрофой сопоставимого масштаба. Даже если вести самые скромные подсчеты, выходит, что треть европейцев умерла от «черной смерти» — треть от общего населения примерно в 80 миллионов человек. Насколько сильной была эпидемия в отдельных регионах, в первую очередь, в портовых городах, можно оценивать лишь приблизительно. Иногда она убивала половину всех жителей, как это произошло в Лондоне, при этом инфицироваться бактериями должны были почти все, ну или по крайней мере гораздо больше половины горожан. Ведь мы знаем, что бубонная чума без лечения (а в Средневековье ее, как правило, и не лечили) заканчивалась смертельно «только» для каждого второго больного. А у выздоровевшей половины населения вырабатывался пожизненный иммунитет к чумному возбудителю.

Иммунитет

Без иммунной системы не было бы человека, млекопитающих и даже, возможно, примитивных многоклеточных. Мир полон бактерий, вирусов и других возбудителей болезней, которым человеческое тело должно противостоять. И оно это делает. При этом есть две инстанции, дающие им отпор. Первая — врожденная иммунная система, которой сложные живые существа обладают примерно 400 миллионов лет. Этот иммунитет позволяет организму распознавать патогены (микроорганизмы и белки) и побеждать их. Прежде чем размножиться в крови, возбудитель болезни оказывается схвачен и переварен макрофагами (их также называют фагоцитами).

Но врожденная иммунная система способна уничтожать только бактерии и вирусы, которые она может распознать. Фагоциты реагируют на специальные белки, имеющиеся у патогенных микроорганизмов. Успех чумной бактерии объясняется мутацией, которая произошла, когда чумная бактерия отделилась от своей ближайшей почти безвредной родственницы *Yersinia pseudotuberculosis*, и позаимствовала у нее белок, с помощью которого она смогла обмануть врожденную иммунную систему. Кроме того, она обрела способность поражать фагоциты в организме хозяина, чтобы размножиться внутри них. При этом бактерии еще и защищаются от переваривания белковым щитом, который сами же и вырабатывают.

От подобных хорошо вооруженных бактерий и вирусов, с которыми больше не может справиться врожденная иммунная система, защищает адаптивная. Она с эволюционной точки зрения заметно моложе и должна сначала развиться у каждого отдельно взятого человека, причем для этого нужна инфекция. Лейкоциты распознают определенные поверхностные структуры нападающих и реагируют целым рядом действий. В конце концов они затапливают кровь антителами и уничтожают агрессора. В среднем этот процесс длится от 9 до 14 дней, и все это время организм должен как-то выживать. При вирусе гриппа он делает это, как правило, хорошо, а при чуме все зависит от везения и от того, в какой форме находится зараженный человек.

Адаптивная иммунная система выдвигает против врага не только антитела, но и клетки памяти. В течение 40 лет после первого инфицирования они могут заботиться о незамедлительном иммунном ответе на инфекцию — по такому же принципу работают прививки. Если человек когда-то пережил чуму, адаптированный иммунитет будет побеждать возбудителей чумы при последующих инфекциях. Если бой выигрывает чума, бактерии распространятся по телу, человек умрет от сепсиса или от отказа органов. О том, болел ли человек чумой, можно будет сказать только по ДНК его костей и зубов после того, как его убьет болезнь. В противном случае антитела уничтожат бактерии без остатка, и в наследственном материале не останется никаких следов.

Атака клонов

Со вспышки «черной смерти» чума сопровождала европейцев на протяжении многих столетий. Если сложить вместе все исторические сообщения о маленьких и больших эпидемиях, получится 7000 вспышек, которые объединяются понятием «вторая пандемия». Последняя большая волна этой пандемии случилась, вероятно, в 1720–1722 годах в Марселе. Современники описывали болезнь как чуму, но долгое время не было известно, идет ли речь о том же возбудителе, что и в случае «черной смерти». Секвенирование многочисленных геномов чумы в конце концов

подтвердило эту версию: в Марселе люди умирали от штамма бубонной чумы, которая пришла в Европу в XIV столетии.

Так что с XIV по XVIII век снова и снова бушевал один и тот же возбудитель чумы. А о фазе «черной смерти» нам пока известно, что это был не тот же чумной штамм, а его клон. Все люди, умершие во время пандемии, получали идентичные версии одной-единственной бактерии. Ко времени, когда стало возможным секвенирование, это стало огромным сюрпризом, ведь возбудители болезней очень часто мутируют и поэтому, например, каждый год приходится готовить новую вакцину от гриппа. Но чумная бактерия, как показывают генетические анализы, за шесть ужасных лет могла и вовсе не мутировать: у нее необычайно низкая частота мутаций — одна мутация в десять лет. Кроме того, воинственный клон показал нам, что чумная бактерия пришла в Европу только один раз. До той поры выдвигалось предположение, что «черная смерть» вновь и вновь завозилась на кораблях или передавалась при торговых контактах. Но будь это так, нашлись бы разные штаммы чумы из того времени, а не различные версии, восходящие к одному штамму. Выходит, что «черная смерть» была чем-то вроде матери европейской чумы. Все более поздние штаммы на континенте восходят к ней.

Не Африка, не Азия, а именно Европа стала горячей точкой чумной войны. Здесь на протяжении следующих столетий болезнь распространялась снова и снова. Вероятно, новые волны поднимались тогда, когда после предыдущей вспышки проходила пара десятилетий и люди переставали чувствовать угрозу. Длинные паузы были следствием иммунитета, который вырабатывался у переживших чуму. Но как только люди с иммунитетом оказывались в меньшинстве и бактерия встречала все более многочисленное восприимчивое население, начиналась новая эпидемия. Выше среднего среди жертв была доля детей, у иммунной системы которых не было возможности познакомиться с бактерией. Между вспышками, видимо, чума таилась в огромных европейских популяциях крыс.

Назад к корням

Из Европы чума распространилась еще дальше — туда, откуда много лет назад начала свой путь, — в Азию. В 2016 году проведенные нами генетические анализы подтвердили, что в конце XIV столетия потомок пресловутого воинственного клона снова всплыл в Золотой Орде, войска

которой за полвека до того забросали Каффу трупами. В Центральной Азии бубонная чума вернулась к своим истокам. До сих пор популяция грызунов в этом регионе является крупнейшим в мире резервуаром бактерий. После того как Европа преодолела бубонную чуму, бактерия всплыла в XIX веке в Китае, где разгорелась третья по величине пандемия бубонной чумы в человеческой истории. И ее возбудитель тоже был потомком средневековой чумной бактерии из Восточной Европы.

Во время волны эпидемии в Китае Александр Йерсен открыл чумную бактерию. За пятьдесят лет та чумная вспышка убила примерно 12 миллионов человек. Так называемая гонконгская чума затронула наряду с Китаем Тихоокеанский регион и другие части Азии. С помощью пароходов она добралась до Америки и Африки. В этих частях света болезнь встречается до сих пор. Вспышка чумы на Мадагаскаре в декабре 2017 года тоже восходит к гонконгской чуме, как и возбудитель чумы, о котором сегодня предупреждают щиты в Гранд-Каньоне, США. Нам известно, что на исходе XIX столетия в Китае должны были существовать и другие штаммы чумы; по большей части существуют они и сегодня. Но только бактерия, восходящая к «черной смерти», смогла в XIX веке распространиться по всему земному шару.

В большинстве областей Европы сегодня возбудитель чумы считается вымершим. В других частях света он, однако, распространен еще относительно широко. В Центральной Азии есть два десятка колоний грызунов-носителей, в Америке бактерии чумы несут в себе так называемые луговые собачки. И хотя сегодня это заболевание лечится с помощью антибиотиков, а потому потеряло свой ужасающий средневековый флёр, оно все еще часто приводит к смерти, особенно когда люди заражаются легочной чумой, — зачастую она убивает раньше, чем ее удастся опознать.

То, что черные крысы в Средневековье действительно были хранилищем чумной бактерии, до сих пор считается спорным. Однако многое говорит в пользу этой гипотезы. Во-первых, чума после падения Римской империи исчезла параллельно с популяцией черных крыс и вернулась лишь в позднем Средневековье, когда в Европе росли города, росло благосостояние, и крыс снова стало больше. Во-вторых, это объясняет, почему в последний раз в Европе чума бушевала в XVIII веке. В это время черную крысу вытеснила ее ближайшая родственница — иммигрировавшая серая крыса. Эта агрессивная форма крыс, как и «черная смерть» за несколько столетий до нее, приплыла в Европу на кораблях, но только ее появление имело для людей куда более позитивные последствия. В XVIII веке серая крыса объявила европейской черной крысе войну на уничтожение, в ходе которой оспаривала права этого гораздо меньшего

животного на жизненное пространство — или попросту его поедала. Сегодня черные крысы живут Европе разве что в отдельных убежищах, в Германии они и вовсе занесены в Красную книгу. В других регионах мира они тоже, по большей части, сдают позиции, тогда как серая крыса их отвоевывает. Она тоже может переносить чуму, но живет с людьми в гораздо менее тесном контакте, чем черная. И по этой причине чума в Европе тоже могла подойти к концу.

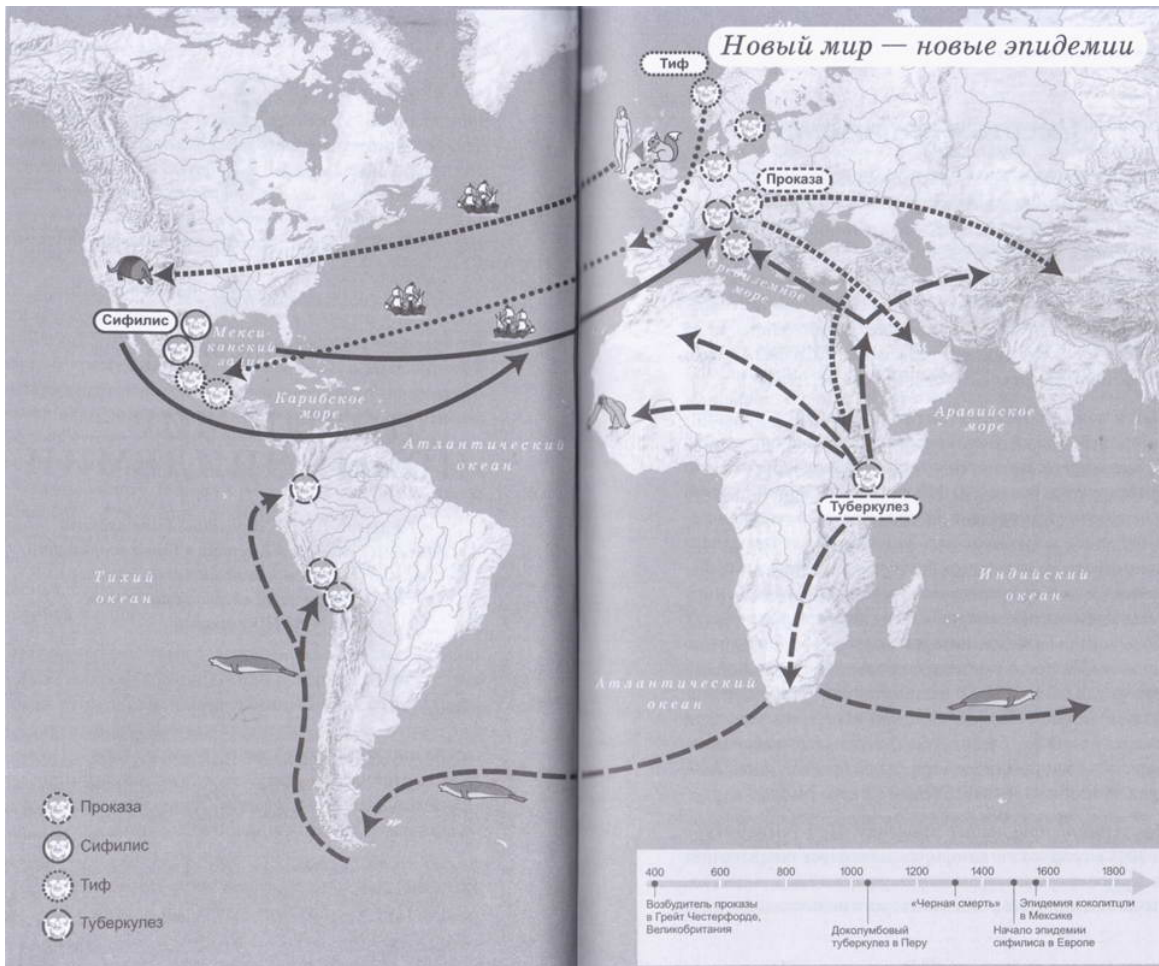
Была ли черная крыса ответственна за одну из величайших катастроф в европейской истории или нет, страх перед этим животным в любом случае отпечатался в коллективной памяти европейцев. При этом серой крысе, которая вызывает у них отвращение, они обязаны своим спасением от чумы. Впрочем, животные дали людям лишь небольшую передышку. Следующие смертельные эпидемии уже готовились принять ужасающую эстафетную палочку у чумы.



Глава девятая Новый мир — новые эпидемии

• У матери Терезы, вероятно, была проказа • Туберкулез плывет в Америку • Гонка вооружений между человеком и возбудителем болезней • Эпидемии идут впереди поселенцев • ЗППП у соседей





Смерть в лепрозории

Наряду с постоянно возвращавшейся чумой, людей в Средневековье повергала в ужас еще одна страшная болезнь — проказа (лепра). Заразиться проказой было, возможно, даже хуже, чем чумой. Хотя большинство зараженных и не умирало от прямых последствий проказы, она почти всегда означала смертный приговор. В отличие от чумы, в исполнение он приводился не за недели или даже дни, а за годы мучений, и физической смерти предшествовала смерть социальная.

Как и чума, проказа — одна из древнейших «традиционных» болезней. Вероятно, зверствовала она еще во времена древних египтян и хеттов. В наши дни ежегодно фиксируются около 200 000 новых заражений лепрой, в первую очередь в Индии. Не зря с проказой сегодня ассоциируется миссионерка мать Тереза, которая направляла свои заботы на жертв этой

бактериальной инфекции. Вероятно, и сама обладательница Нобелевской премии мира была инфицирована лепрой, но не заболела. Так бывает с большинством людей, которые носят в себе возбудитель проказы. Так было и в Средневековье. Но тем людям, чья иммунная система не проходила тест на проказу, приходилось тяжелее всего. Они почти наверняка находили смерть в одной из бесчисленных колоний прокаженных, то есть в специальных лагерях, куда бросали прокаженных, предоставляя им заботиться о себе самим.

Бактерия лепры любит прохладу. При температуре в 30–32 градуса ей комфортно, поэтому она заселяет в первую очередь открытые поверхности кожи — нос, конечности или даже рот, для которого роль кондиционера выполняет дыхание. *Mycobacterium leprae*, как правило, передается воздушно-капельным путем, для чего нужен очень тесный контакт. Здоровая иммунная система распознает возбудителя, но не может его убить — мешает необычайно толстый, похожий на воск защитный слой микробактерии. Нападающие микробы не уничтожаются — они проникают сквозь защитные оболочки организма (кожа, слизистые). Размножаться дальше они не могут, но остаются в живых. То есть человек заражен лепрой, но его иммунная система держит ее в узде. Однако если организм ослаблен, например, другой инфекцией или недостаточным питанием, бактерия лепры может высвободиться из этих тисков и распространиться по телу. Иногда до этого проходят десятилетия. Тогда иммунная система атакует не саму бактерию, а здоровую ткань, которая окружает возбудителя проказы. Сначала разрушается затронутая кожа, потом находящиеся под ней мягкие ткани, а при особенно тяжелом течении болезни бывают поражены даже кости. Вопреки широко распространенному предрассудку, у прокаженных не отваливаются конечности — их «разъедает» собственная иммунная система. Изоляция от общества при этом усиливает первопричину болезни — ослабленность защитных систем: заболевшие теряют социальные связи, хуже питаются, становятся бездомными и при этом не получают медицинского ухода. Сегодня это случается только в особенно бедных регионах, где проказа и встречается чаще всего. В Средневековье этот порочный круг был всеобщим правилом, а не исключением.

То, что проказа способна поражать кости, демонстрируют скелеты некоторых умерших с явными признаками болезни, отличной от чумы. Самые ранние данные о проказе дают нам останки человека из Индии, которым около 4000 лет. Однако следы на костях нечеткие, поэтому под вопросом иные причины смерти. Самый древний средневековый возбудитель, который нам до сих пор удалось исследовать, происходит из Грейт-Честерфорда, Англия. Там он появился в период с 415 по 545 год.

Таких исторических возбудителей лепры относительно легко выследить, поскольку их наследственный материал сохраняется лучше, чем человеческий.

Многочисленные следы проказы на скелетах средневековых европейцев позволяют заключить, что население тогда было сильно заражено. Об этом же говорят многочисленные колонии прокаженных, которые примерно с VI века были организованы в Европе. Плохие гигиенические условия в городах благоприятствовали эпидемиям. Вероятно, большинство европейцев в эпоху позднего Средневековья были инфицированы болезнью. Это был дамоклов меч для людей, на которых к тому же каждые пару десятилетий обрушивалась чума. Покорность судьбе, наверное, была характерной чертой средневекового общества, особенно в густонаселенных, грязных городах, которые не знали ни канализации, ни проточной воды. Болезнь и смерть там могли напасть на людей в любой момент, без предупреждения. А ведь были еще военные противостояния, тоже весьма характерные для того времени.

Проказа в лондонских парках

Когда и как проказа пришла в Европу? Об этом по сей день много рассуждают. Долгое время родиной болезни считалась Азия. На это могли указывать, во-первых, найденные в Индии кости возрастом 4000 лет, во-вторых, то, что и сегодня на этом субконтиненте фиксируется много случаев заражения проказой. Но сильно затронута болезнью и Африка, поэтому некоторые исследователи полагают, что источник происхождения бактерии находится там. Однако новейшие генетические анализы намекают, что не стоит искать корни проказы так далеко. В 2018 году мы секвенировали бактерии лепры из останков 17 европейцев, живших с V по XV век. И были поражены: все штаммы лепры, которые встречаются сегодня по всему миру, уже имелись в средневековой Европе. Вместо двух штаммов, на которые рассчитывали, мы нашли целый букет вариаций *Mycobacterium leprae*, относящихся к этому времени. Максимальное генетическое разнообразие в одном регионе всегда является четким указанием на географический источник происхождения организма, а значит, проказа могла распространиться из Европы в Азию, а не наоборот. Так же и большинство ее штаммов, которыми сегодня заболевают люди в Тихоокеанском регионе, Америке и на Ближнем Востоке, похоже, были импортированы из Европы.

Еще одна старая догма пошатнулась в последние годы — стало вызывать сомнения, что человек был исходным хозяином возбудителя лепры. В отличие от чумы, долгое время не находилось никаких признаков того, что носителем проказы было некое животное. Единственным видом, помимо человека, в котором нашлись бактерии лепры, был американский броненосец. Однако его определенно инфицировал человек: «родные» для броненосцев возбудители соответствуют тем, что встречались еще в средневековой Европе. Очевидно, проказа была занесена в Америку европейскими поселенцами, а там перешла на броненосцев, на коже которых бактерия до сих пор чувствует себя прекрасно — дело в температуре тела, равной примерно 32 градусам. Большинство случаев инфицирования лепрой в США сегодня связаны с несчастными случаями на природе при контакте с броненосцами, а также с вечеринками, где подается еда на гриле. Броненосцы, они же *armadillos*, считаются, особенно на юге США, самой нежной основой для стейков. Увы, за наслаждение вкусом приходится расплачиваться десертом в виде мощного коктейля из антибиотиков.

Поскольку долгое время не был известен никакой иной хозяин возбудителя лепры, а американский броненосец как инициатор европейской эпидемии справедливо не рассматривался, исходили из того, что это человек разнес проказу по всему миру. Но в 2015 году мы смогли опровергнуть это допущение. Мы сравнили геном лепры с близкородственной бактерией *Mycobacterium lepromatosis*. Обе болезни вызывают одинаковые симптомы, и с помощью клинических методов различать их стало можно лишь в последние годы. Сравнение этих двух штаммов показало, что разделились они от 10 до 15 миллионов лет назад, в то время как человек отделился от общей линии с шимпанзе только 7 миллионов лет назад. А значит, человек быть исходным хозяином лепры не может. Чтобы настичь людей, ей пришлось идти окольными путями.

В 2016 году коллеги нашли решающее доказательство. К своему удивлению, они смогли обнаружить оба возбудителя в британских белочках, причем в европейских красных экземплярах. В лондонских парках таких белок больше не найти, поскольку они были вытеснены черно-серыми пришедшими из Америки родственницами. Общий предок лепры и лепроматоза, почвенная бактерия, однажды, при приеме пищи, могла перейти на белочку, после чего оба возбудителя стали развиваться в грызунах. Беличьи шубки были в Средневековье любимым и довольно дорогим предметом одежды, который носили и продавали по всей Европе. Так что бактерии легко могли перейти через кожу на нового хозяина. И

сегодня любителям беличьих шубок стоит подумать, прежде чем сделать возбудителя проказы своим аксессуаром.

С XVI века заболеваемость проказой в Европе явно пошла на спад, однако вплоть до XX века болезнь на континенте держалась, а отдельные случаи заражения случаются и сейчас. Норвегия была одной из последних стран, где проказа бушевала уже в середине XIX века, что связано с низкими температурами, столь желательными для лепры.

Гонка вооружений между человеком и возбудителями болезней

То, что иммунные гены человека помогают сдерживать возбудителей болезней, до сих пор всего лишь теория. В ее пользу говорит многое, но не хватает сокрушительных доказательств. Согласно этой теории, когда смертельные бактерии или вирусы встречаются с человеком, последовательно применяются все варианты иммунных генов, которые лучше всего справляются с этими возбудителями. Гипотеза о том, что чума пришла в Европу из Понтийской степи и примерно 5000 лет назад — до или после великого переселения народов — массово убивала там людей, подтверждается, только если популяции на востоке показывают более высокую резистентность к чуме, чем популяции на западе или их стиль жизни лучше подходит для того, чтобы противостоять распространению бактерии. Доказательств генетической адаптации в пробах каменного века до сих пор найдено не было. Однако нет сомнений в том, что и помимо иммунных генов могут встречаться мутации, которые предлагают защиту от возбудителей болезни.

Более сильная резистентность к болезням может быть обусловлена и в целом вредными изменениями генов, которые при определенных обстоятельствах становятся преимуществом. Например, на Сардинии примерно у каждого девятого жителя наблюдается талассемия, генетический дефект, который нарушает производство красных кровяных телец. Страдающие от этого недуга зачастую не отличаются физической крепостью, что с эволюционной точки зрения, конечно, недостаток. Но на Сардинии его таковым долгое время не считали — из-за побочного эффекта талассемии — резистентности к малярии. Эта болезнь, которая переносится москитами, в античные времена

свирепствовала в Средиземноморье. Распространенность талассемии на острове показывает, что эволюционный недостаток генетического дефекта компенсировался преимуществом в виде резистентности к малярии. Это означает, что не очень спортивные люди с талассемией могли рожать меньше детей, но люди без дефекта чаще умирали от малярии.

В еще более выраженной форме подобная взаимосвязь наблюдается в Восточной Африке, на сегодняшний день одним из самых малярийных регионов в мире. Здесь в некоторых областях половина жителей наследует от одного родителя генетический дефект под названием «серповидноклеточная анемия», а вместе с ним — резистентность к малярии. Но те, кто унаследовал анемию от обоих родителей, имеют весьма ограниченные шансы на выживание. По статистике, в регионах, где половина населения имеет предрасположенность к серповидноклеточной анемии, от этой болезни умирает каждый четвертый ребенок. Тем не менее генетический дефект продолжает распространяться как селекционное преимущество — малярия определенно несет в себе еще более смертельный риск.

И против ВИЧ тоже работает полезный генетический дефект. У тех, кто им обладает, поврежден так называемый CCR-5-рецептор. Любой, кто унаследовал этот дефект от обоих родителей, почти полностью резистентен к ВИЧ. В Европе это примерно каждый сотый. Примерно каждый десятый европеец унаследовал этот дефектный ген от одного из родителей и поэтому имеет лучшую защиту от ВИЧ. Однако подобная мутация, вероятно, вызывает более высокую восприимчивость к вирусу Западного Нила и возбудителю гриппа.

Проказа уходит, туберкулез приходит

Когда проказа в Европе отступила — возможно, из-за улучшения гигиенических условий, — никакой передышки люди не получили: им тут же пришлось иметь дело с туберкулезом. Микробактерии, вызывающие туберкулез и проказу, — близкие родственники. Возможно, туберкулез, передающийся воздушно-капельным путем, поразил больше людей и дал им

иммунитет от проказы, так что одна болезнь была перекрыта другой. В любом случае с XVII века туберкулез в Европе убил столько людей, что и не сосчитать, и до сих пор остается одной из опаснейших и при этом одной из самых распространенных инфекционных болезней. По всему миру им болеет около 8 миллионов человек в год, миллион умирает.

Скорость инфицирования при этом очень высокая, как и у проказы. Приблизительно каждый третий человек в мире несет в себе бактерию туберкулеза. Как и возбудитель лепры, она покрыта своего рода восковым слоем. Прорвать его иммунная система не может, она способна только приспособиться. У людей со слабым иммунитетом бактерии распространяются в легких и в других органах. Пациенты с прогрессирующим туберкулезом страдают от кровохарканья и все более сильного изнеможения, пока бактерии не поглотят все тело, в первую очередь дыхательные пути. Туберкулез часто сопровождается бледностью кожных покровов, истощенностью, а в тяжелых случаях частым кровохарканьем. Вероятно, литературный миф о вампирах в XIX веке, помимо прочего, был вдохновлен туберкулезом. До открытия антибиотиков единственной возможностью помочь пациенту было усилить его иммунитет, например, отправив его в санаторий.

Ни одно инфекционное заболевание не исследовано лучше, чем туберкулез. Но лишь несколько лет назад мы начали понимать, как он добрался до человека. Вплоть до недавних пор этот недуг считался побочным эффектом неолита, тем более что, наряду с «человеческим», есть еще и туберкулез, который поражает крупный рогатый скот. Он широко распространен по сей день, потому-то молоко и пастеризуют, и пить его необработанным не стоит. Из-за этого давно известного инфекционного риска корова всегда считалась изначальной носительницей бактерии туберкулеза. Предполагалось, что от нее-то человек и заразился после того, как приручил крупный рогатый скот.

К началу нулевых эту гипотезу пришлось пересмотреть. Медики тогда начали секвенировать геном туберкулеза, который они извлекали у ныне живущих людей и животных, и создали родословную заболевания. Самое большое генетическое разнообразие показали пробы людей из Африки: все человеческие — европейские и азиатские — штаммы бактерий восходят к африканскому источнику. Туберкулез крупного рогатого скота отделился от «человеческого» штамма, и произошло это как раз в Африке. То есть это мы заразили корову, а не она нас. Выходит, туберкулез должен был иммигрировать вместе с человеком из Африки, и точка. Но и это предположение оказалось неверным.

В 2010 году в Перу археологи раскопали мумии людей, трое из которых определено болели туберкулезом. Их спинные позвонки, которым почти две тысячи лет, демонстрировали типичные деформации, которые возникают, когда поглощенные бактериями грудные позвонки ломаются во время экстремально тяжелых приступов кашля. Подозрение на туберкулез мы смогли подтвердить в 2014 году с помощью анализа генома проб из костей мумий. Тогда стало ясно, что туберкулез свирепствовал еще задолго до прибытия в Америку Колумба, что до сих пор считалось невероятным. Если же туберкулез имелся уже в так называемой доколумбовой Америке и если туда он пришел вместе с человеком из Африки, оставалась только одна возможность: примерно 15 000 лет назад вместе с иммигрантами из Азии болезнь должна была перейти Берингов пролив.

Но это не соответствовало родословной возбудителя туберкулеза из перуанских мумий. Он восходил к ответвлению, на котором находился и европейский туберкулез крупного скота. На основании сравнения современных бактерий туберкулеза со всего мира и доколумбового американского возбудителя мы смогли вычислить, когда и где жил их общий предок: примерно 5000 лет назад в Африке. Все это красноречиво говорило против предположения, что туберкулез мог попасть в Америку вместе с человеком. Пять тысяч лет назад Аляска была гораздо сильнее отделена от Азии водой, чем сейчас. Значит, по этому пути туберкулез никак не мог прийти в Америку, уж по крайней мере точно не с крупным рогатым скотом, ведь тот в доколумбовой Америке не водился. Точно так же исключалось, что туберкулез пришел вместе с людьми из Африки в Европу, ведь та иммиграция происходила 40 тысяч или даже 50 тысяч лет назад, а никак не пять тысяч. Бактерия должна была проложить себе какой-то иной путь в Америку и Европу, который раньше не принимался в расчет. В случае с Америкой мы сейчас почти уверены, что туда он из Африки приплыл. Возбудители, схожие с возбудителем туберкулеза крупного рогатого скота, можно найти и в других животных, например в овцах, козах, львах, у дикого крупного рогатого скота, а к тому же у тюленей — их штамм бактерии туберкулеза особенно близок к тому, который обнаружился в мумиях. В каждом втором (если вообще не в каждом) животном бактерия могла проделать путь из Африки через Атлантику в Южную Америку. В некоторых прибрежных регионах Америки тюлени были излюбленным источником пищи, так что бактериям было легко заразить коренное население.

В следующие тысячелетия из Южной Америки туберкулез распространился по всему двойному континенту. Там, вероятно, развился американский вариант болезни, которым, видимо, болели три

мумифицированных и захороненных в Перу человека. От него же они, наверное, и умерли. И сегодня по всему Южному полушарию мы находим возбудителей болезни в тюленях. А вот люди, живущие в Америке, напротив, больше не несут в себе этот доколумбов штамм — с тех пор как континент покорили европейцы. Пробы более позднего времени до сих пор показывали только европейский туберкулез. Он точно был занесен поселенцами после появления на континенте Колумба и мог внести свой вклад в опустошающую убыль населения, ведь европейские болезни поражали беззащитных людей повсеместно. При этом нет никаких доказательств того, что американский возбудитель передавался поселенцам и в конце концов распространился в Европе — европейский туберкулез должен был быть явно агрессивнее американского. Его превосходство дает о себе знать до сих пор, поскольку европейский штамм распространился глобально. Когда именно и каким образом возбудитель туберкулеза нашел себе путь из Африки в Европу, по-прежнему остается неизвестным. Вероятно, туберкулез появился у нас самое позднее в Средневековье, то есть задолго до того, как он показал свою смертельную мощь в Новое время.

Столетняя волна смертей

Разделение американцев и европейцев, длившееся по меньшей мере 15 000 лет — у них были общие предки в регионе, где жил Мальчик из Мальты, — могло быть первопричиной того, что после прибытия далеких родственников из Европы многие коренные жители Америки умерли. Сосчитать жертв болезней трудно, помимо прочего потому, что эпидемии зачастую были побочным эффектом жуткой политики завоевания, которая сделала своими жертвами бесчисленное количество людей и целые народы. Военственные захватчики нередко цинично рассматривают болезни как своих помощников. По одной из оценок, в первые сто лет колонизации умерли до 95 % коренных жителей Америки. Многие поселенцы сообщали о болезнях, от которых гибли жители Нового Света, но от которых сами они не страдали или, по крайней мере, не умирали.

Исторические свидетельства колонизаторов, которые осваивали Северную Америку с юга на запад, начиная с восточного побережья, помогают получить представление о том, что происходило в Европе 5000 лет назад, если из степей туда действительно прорвалась чума. Как утверждают источники, в Америке от болезни умирали не только коренные

жители, вступившие в контакт с поселенцами. Эпидемия их опережала. Добравшись до Миссисипи, они пришли в города, которые уже были спешно покинуты, — эти события напоминают сценарий, который археологи воссоздали для региона Черного моря ко времени степной иммиграции. То, что о Европе каменного века еще только предстоит узнать, уже известно об Америке Нового времени. Смертельное воздействие оспы и гриппа, двух вирусных заболеваний, описано историками четко. Загадкой же до недавних пор была причина так называемой эпидемии коколитцли, которая бушевала между 1545 и 1550 годами в области современной Мексики. От 60 до 90 % людей, живших в то время на территории современных Мексики и Гватемалы, заболели тогда этой болезнью. Благодаря секвенированию генома, теперь понятно, почему столь многие от нее погибли: это была бактериальная кишечная лихорадка, то есть одна из форм тифа.

Так называемый паратиф обусловлен бактериями *Salmonella enterica paratyphi C*, которые содержатся в первую очередь в пищеварительной системе, а оттуда могут захватить все тело. У инфицированных они вызывают высокую температуру, обезвоживание, запоры, а затем невероятно сильную диарею. Они передаются через телесный контакт, через загрязненные фекалиями продукты или питьевую воду. До сих пор тиф и паратиф представляют собой опасность, особенно в бедных странах с плохими гигиеническими условиями. Ежегодно заболевают более 10 миллионов человек, причем примерно каждый десятый заболевший умирает.

Жители Центральной Америки в середине XVI столетия определенно страдали от еще более драматичного течения этой болезни. И снова были брошены целые города, в том числе Тепосколула-Юкундаа на юге Мексики. Его жители бежали в соседнюю долину, оставив после себя огромное кладбище, где были захоронены жертвы эпидемии. С тех пор оно, по большому счету, оставалось почти нетронутым. В 2018 году мы исследовали останки 29 захороненных там людей, и у десяти нашли бактерии паратифа. Эпидемии в Центральной Америке, вероятно, относятся к числу самых убийственных в истории. В Европе тоже случались вспышки тифа, в том числе в начале XX века — в индустриальной, густонаселенной Западной Германии. Но эти волны своим масштабом даже близко не напоминали эпидемию коколитцли.

Европейско-американская история раннего Нового времени была еще и историей болезней, причем люди с той стороны Атлантики страдали от возбудителей из Европы. Обратный путь предпринял сифилис, прибывший в 1493 году в Испанию с первой экспедицией Колумба. Вместе с моряками в Старый Свет явилась страшнейшая болезнь Нового времени, передающаяся половым путем. По крайней мере, так долгое время говорили о ней в Европе. Согласно концепции американских исследователей, все было наоборот: это европейцы завезли бактерии в Новый Свет. Новейшие генетические анализы возбудителей сифилиса из Америки и Европы указывают на гораздо более сложный порядок обмена между континентами, чем считалось прежде.

В год возвращения первооткрывателей Америки в портах Средиземного моря впервые заговорили о доселе неизвестной болезни. В то же время случилась война между Францией и Неаполем, и большое, составленное из солдат разных стран войско отправилось из Франции в Италию. Когда в 1495 году солдаты возвращались на север, они распространили ЗППП (заболевания, передающиеся половым путем) по всей Европе. Многие десятилетия континент не мог избавиться от болезни. Почти целых полвека прорывалась она все дальше. Проявляя крайне мало изобретательности, люди давали ей примитивные названия, говорящие о том, как тесно связывали они новый недуг с чужаками. «Французской болезнью» называли его в большинстве соседних с Францией стран, в первую очередь в Италии. «Неаполитанская болезнь» — парировали французы. Шотландцы говорили об «английской болезни», норвежцы — о «шотландской». Поляки апеллировали, опять-таки, к Неаполю и Франции, а русские переадресовали болезнь Польше. Удивительное единство проявлялось, однако, в отношении корней сифилиса: все считали, что искать их нужно в Новом Свете и на кораблях вернувшихся завоевателей.

Уже в начале своего распространения в XVI веке сифилис показал всю свою безжалостную мощь. Бактерии сифилиса, которые прежде всего передаются при сексуальных контактах, размножаются главным образом в области гениталий. Иммунная защита организма разрушает окружающие ткани, возникают болезненные язвы, и это еще считается мягким течением болезни, которое не приводит к смерти. Во время эпидемии, длившейся пятьдесят лет, до 16 миллионов человек умерли от наиболее тяжелой формы болезни — нейросифилиса, который сегодня почти не встречается. При этом бактерии возвращаются из иммунной системы обратно в нервные клетки, поражают и пожирают мозг, зачастую вместе с черепной оболочкой. Заболевшие при этом сходят с ума и умирают мучительной смертью.

Способность бактерий сифилиса возвращаться в нервные ткани усложняет археогенетикам задачу — отследить его по скелету трудно. Даже когда на костях обнаруживаются типичные поражения, как правило, ДНК возбудителя там уже не найти. Даже из живых пациентов извлечь бактерии сложно. Чтобы гарантированно впервые получить исторические геномы возбудителя болезни, в 2018 году мы исследовали особенно необычные скелеты. Они принадлежали пяти мексиканским детям, которые умерли между 1681 и 1861 годами, большинство из них были не старше девяти месяцев. Они были захоронены в бывшем монастыре в Мехико и демонстрировали отчетливые признаки врожденного сифилиса — он передается от матери к ребенку во время беременности и может спровоцировать тяжелейшие инвалидности и пороки развития. В детских телах бактерии еще не вернулись обратно в нервные ткани, потому что незрелая иммунная система их и не атаковала. В трех из пяти скелетов мы нашли ДНК бактерий, вот только, к своему удивлению, не бактерий сифилиса. Один ребенок умер от так называемой фрамбезии. Сифилис и фрамбезия — подвиды одного штамма бактерий, то есть находятся в тесном родстве друг с другом. Обе болезни еще в материнской утробе наносят детям одинаковый вред.

Эта находка указала на то, что в прошлом изменения скелета, спровоцированные фрамбезией, могли ошибочно объяснять сифилисом. Гипотезу в последующие годы подкрепили исследования по меньшей мере пяти популяций обезьян в Восточной Африке. Обследованные экземпляры демонстрировали явные симптомы сифилиса, включая даже разрушение ткани гениталий. Но когда мы вместе с коллегами из Института Роберта Коха секвенировали возбудителя болезни, в каждом случае оказывалось, что животные страдали от фрамбезии. Секвенирование возбудителя у южноамериканских младенцев и африканских обезьян позволило взглянуть на сифилис по-новому. В прошлые столетия у этой болезни могла быть очень похожая на нее сестра, их путали, а ошибки никто не замечал. Это приводит к новой интерпретации сифилиса и его истории. Болезнь могла прийти из Америки в Европу вместе с возвращавшимися домой первооткрывателями, но могло быть и наоборот: европейцы могли занести фрамбезию в Новый Свет. Смертельные, передающиеся сексуальным путем «сувениры» в начале трансатлантических отношений перевозились туда и обратно.

В качестве изначальной популяции, в которой завелся общий предок фрамбезии и сифилиса, под подозрение попадают африканские обезьяны. Согласно этой теории, от них бактерия передалась человеку. Пятьдесят или сорок тысяч лет назад бактерии разделились. Произошло это в то же время,

когда современный человек распространился из Африки по всему миру. Коренные жители Америки, пришедшие по Берингову перешейку, могли принести болезнь с собой, и в следующие 15 000 лет она развилась в современный сифилис. А в Африке развилась фрамбезия. Когда она пришла в Европу — вопрос пока открытый. Многие говорят в пользу того, что и эта болезнь была здесь еще в Средневековье. Начиная с 1493 года многочисленные скелеты, по крайней мере из Великобритании, демонстрируют отчетливые следы сифилиса. До сих пор эти находки приводились как доказательство того, что болезнь существовала в Европе еще до открытия Америки. Я же почти уверен, что спорные смерти были вызваны фрамбезией.

Недооцененная угроза

Чума, лепра, паратиф, туберкулез и сифилис большинству людей, живущих сегодня в западном мире, больше не кажутся пугающими признаками — смертельной опасности в этих бактериальных заболеваниях больше не видят. Ужасные вирусные пандемии повсеместно вытеснили эти болезни из общественного сознания. Примером тому может служить испанский грипп, который в 1918–1919 годах унес столько же человеческих жизней, как и Первая мировая война. Или оспа, которая только в 1970-е годы, после почти трехсотлетней истории прививок, была наконец искоренена. Или ВИЧ, который, начиная с 1980-х, стоил жизни 40 миллионам человек. Но хотя бактериальные заболевания в Европе почти столетия контролируются, нет никаких причин расслабляться: мы далеки от того, чтобы стать неуязвимыми для бактерий. Скорее нам следует исходить из того, что бичи Средневековья могут в ближайшие десятилетия вернуться. Уже есть признаки того, что это произойдет.

Эпидемия туберкулеза, которая началась в XVI столетии, все еще в разгаре. При том, что миллионы людей в Европе несут в себе эту бактерию, мы вроде бы можем ее больше не бояться — благодаря прорыву, совершенному антибиотиками в середине XX века. Эти чудесные лекарства вдруг подарили нам чувство безопасности, защитив не только от туберкулеза, но и от других бактериальных заболеваний. Как знаем мы сегодня, это была иллюзия. Из-за массового использования антибиотиков в ветеринарии и медицине все больше бактерий вырабатывают резистентность. Мы знаем уже целый ряд туберкулезных штаммов, которые

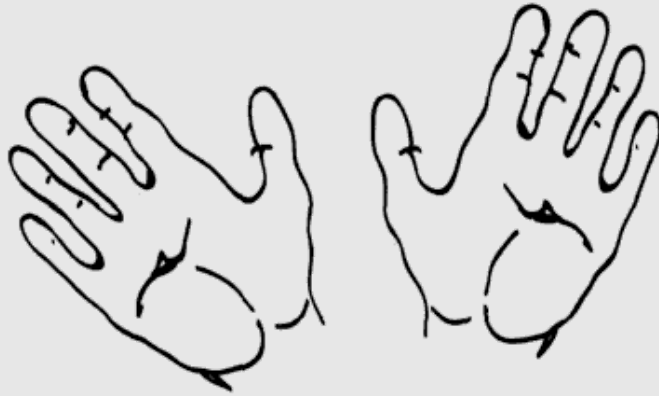
резистентны ко многим антибиотикам. Против некоторых из штаммов доступные лекарственные средства перестали действовать еще в 1970-е. Бактерии способны очень хорошо приспосабливаться, зачастую всего через год после введения нового антибиотика они уже демонстрируют резистентность. Иными словами, возбудителя туберкулеза медицина опережает всего на несколько лет. Для бактерии, которая живет в человеческой популяции около 5000 лет, стремительное развитие антибиотиков — все равно что мимолетный проигрыш на длинной дистанции, на которой она уверенно лидирует. Уже в середине XXI века многие пациенты с туберкулезом могут быть инфицированы бактериями, полностью резистентными к антибиотикам.

Мультирезистентные бактерии и набирающая обороты чрезвычайная ситуация с антибиотиками являются частью грядущего «третьего эпидемиологического перехода», который предстоит миру. Первый имел место, когда люди стали крестьянами и, живя в тесном соседстве с животными, подхватывали их возбудителей болезней и распространяли по своим поселениям. Второй переход случился недавно, с введением гигиенических предписаний в XIX веке и революционным внедрением антибиотиков в XX веке, — вследствие этого бактериальные заболевания потеряли свое значение, и, в первую очередь в западных странах, распространились болезни, свойственные более благополучному образу жизни. Заболевания сердечно-сосудистой системы и диабет сегодня опережают туберкулез, чуму или холеру в рейтинге главных смертоносных недугов. Но в третьей фазе даже в благополучные регионы мира могут вернуться старые болезни. Во многих бедных странах смерти от проказы, тифа, туберкулеза и даже чумы уже снова — или все еще — являются делом повседневным. Да и сифилис медленно, но верно прорывается в Европу. Это связано с тем, что ВИЧ поддается терапии, если вообще не излечивается. Перед лицом кажущейся безопасности все больше людей отказываются от презервативов. Эта игра опасна, ведь возбудители сифилиса и других заболеваний, передающихся половым путем, становятся все более резистентными к антибиотикам.

Сценарий, при котором бактерии нападут на еще не затронутые и потому особенно уязвимые популяции, можно полностью исключить. Такого расклада, как при степной иммиграции 5000 лет назад или при колонизации Америки в XV веке, больше нигде нет. Сегодня на земле живет в 500 раз больше людей, чем в каменном веке, и в 15 раз больше, чем во времена Колумба. Люди становятся все более мобильными, только за последние три десятилетия количество ежегодных полетов по миру удвоилось. Европейцы относятся к числу самых мобильных людей, в

качестве туристов объезжают весь мир и заботятся тем самым о постоянной глобализации вирусов и бактерий. Мобильность и инфекционные заболевания идут рука об руку с неолита, и это совершенно точно не изменится.

В такой ситуации археогенетике отводится роль, далеко выходящая за пределы научных интересов археологии. Сравнивая старые и новые возбудители, мы понимаем, как они развивались за прошедшие годы и столетия и что могла им противопоставить человеческая ДНК. Тем самым мы помогаем медицине, чтобы и дальше поддерживать эту гонку вооружений. То, что меньше чем за столетие человеку во многом удалось из верной жертвы бактерий и вирусов стать их равноправным противником, — одно из многих удивительных свершений нашей эволюции. Теперь важно не потерять свое лидерство.

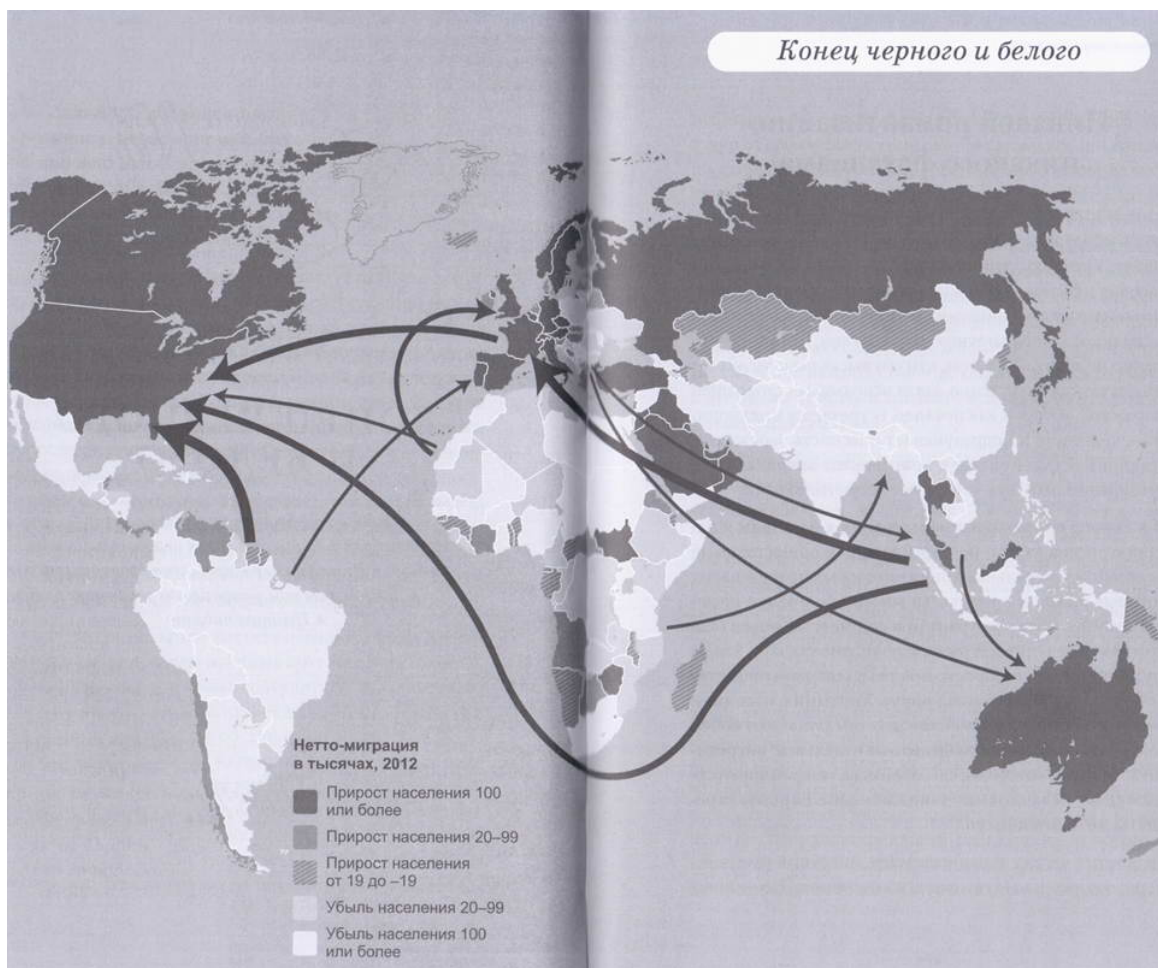


Заключение

Конец черного и белого

- *Раньше всё было хуже*
- *Мы не народ*
- *Черный блок в Африке*
- *Страх перед мобильными людьми*
- *Интеллект распределен неравномерно*
- *Человек сам себе устраивает эволюцию*
- *Границы падают*





Никакой романтизации, никакого фатализма

В июне 2018 года Дональд Трамп взял в руки свой смартфон и обратился к страху, глубоко сидящему во многих людях, — страху, что миграцию сопровождает импорт насилия и болезней. Криминальные банды, написал внук шотландских и пфальцских иммигрантов, «стекаются» в страну и «инфицируют» ее насилием. Трамп совершенно не заботился о том, что его высказывание может прозвучать двусмысленно, когда использовал слово *infest* (заражать), которое, как правило, встречается в медицинском контексте и подразумевает опасность заражения. Реакция как фанатов, так и противников американского президента показала, что послание достигло цели.

И в Европе приравнивание миграции к болезням и насилию — уже далеко не маргинальный общественный феномен, а генеральная линия

некоторых правительств, которые пришли к власти во многом благодаря враждебному настрою к мигрантам и соответствующим обещаниям. Следуя такой риторике, можно сказать, что их послание годами распространяется в западном обществе как особенно агрессивный вирус. Миграция, насилие и болезни для многих людей сегодня представляют собой коктейль, который не разделить на отдельные ингредиенты: болезни «вторгаются», общества «инфицируются» насилием, беженцы «подчиняют» себе Европу, «крепость» готовится пасть.

Во многих частях западного мира миграция имеет сегодня совершенно негативную коннотацию. Это не ново, и конечно, это не сугубо западный феномен. Предрассудки относительно иммигрантов существовали всегда, по любую сторону любой границы, и обосновывались страхом перед насилием и болезнями, а также ужасом перед тем, что собственная культура будет потеснена или даже полностью вытеснена чужой. Противостоять таким аргументам — задача нетривиальная. Новые познания археогенетики о миграционной истории Европы могли бы придать дебатам новую динамику, исторически подкрепленную, если угодно. В ней найдется что-нибудь полезное для каждой стороны. Даже для тех, кто видит в миграции не истоки возникновения Европы, а угрозу для ее существования.

Благодаря генетическим анализам у нас уже пару лет есть довольно четкая картинка того, как протекала неолитическая революция, начавшаяся в Европе 8000 лет назад. О том, что люди тогда перешли к земледелию, археологам было известно уже давно. Однако многие ученые, немецкоязычные в том числе, называли эту революцию скорее плавным переходом, чем большим прорывом. Сельское хозяйство победило, поскольку его передавали с Ближнего Востока в Европу, вплоть до самых укромных ее уголков, как факел прогресса, чтобы и там люди, умудренные новыми знаниями, засеивали землю злаковыми растениями. Эта тенденциозно-дружелюбная версия истории никогда не казалась бесспорной. Теперь же мы можем со всей уверенностью сказать, что сельское хозяйство пришло вместе с иммигрировавшими с Ближнего Востока расширенными семьями, из-за которых коренные жители должны были отступить. Поскольку на протяжении столетий старые и новые жители почти не вступали друг с другом в контакт, можно говорить о культурном вытеснении первых вторыми. Таким образом, неолит становится ярким примером падения Запада (Abendland) и триумфа Востока (Morgenland), причем Запад того времени представляется как крайне простое общество с блуждающими по лесам и полям людьми, которое иммигранты с Ближнего Востока с их абсолютно новым стилем жизни полностью превосходили.

Если неолитическую революцию еще можно воспринимать как в целом мирное, чуть ли не желательное поглощение Европы чужими популяциями, то относиться так же к большой иммиграции, случившейся 5000 лет назад, уже куда труднее. В эпоху неолита мигранты с Ближнего Востока зацепились за еще мало населенный континент. Он мог предложить им, равно как и своим старожилам, так много места и питания, что население там могло расти стремительнее, чем где бы то ни было. Когда три тысячи лет спустя из степи пришли люди, ставшие новыми европейцами, они столкнулись с очевидно ослабленным населением — в этом могла быть виновата занесенная из степи чума. История иммиграции в бронзовом веке могла бы быть примером движения, несущего смерть и болезнь. Или — альтернативный вариант — ее можно рассматривать как ранний пример деятельности иммигрантов, вершащих насилие, которые и камня на камне не оставили на земле, в которую стремились.

Ныне живущие на континенте люди, таким образом, являются продуктом мобильности, насчитывающей уже сотни тысяч лет, которая давала простор постоянному обмену, вытеснению, битвам и, конечно, множеству страданий. Однако нет никакого основания рассматривать сегодняшних европейцев как потомков жертв таких переломов. Если рассматривать заселение Европы как драму, которой она всегда и была, тогда люди, которые могут нам о ней сегодня рассказывать (благодаря генетическим анализам), по меньшей мере на 70 % являются потомками антигероев — людей, что пришли на континент 8000 или 5000 лет назад и подчинили его себе. Наследственный материал охотников и собирателей, который доминировал до тех пор, сегодня в меньшинстве, хоть и является одним из трех генетических столпов европейцев.

Хотя генетические данные обеспечивают нам куда более детализированный, чем прежде, взгляд на человеческие потоки прошлых времен, у нас все равно пока есть только неполная мозаика. Пустоты в ней дают большой простор для интерпретаций. Но кое-что уже совершенно четко определено: ранняя история миграции в Европе не годится ни для романтизации, ни для фатализма. Нет, миграция редко протекала совершенно мирно, и да, без нее континент не был бы таким, как сегодня. Древняя Европа без миграции была пустой Европой, наполненной в основном не людьми, а впечатляющими флорой и фауной.

Глубоко укорененных европейцев никогда не существовало. У того, кто приписывает эту роль охотникам и собирателям из-за их единоличного присутствия на континенте в течение десятков тысяч лет, быстро закончатся аргументы. Во-первых, даже эти дикие люди не были первыми — они тоже потеснили жившее тут коренное население. Лучшее тому доказательство —

наши два процента неандертальской ДНК. Неандертальцы, впрочем, тоже пришли, видимо, когда здесь уже жили формы *Homo erectus*, также вынужденные отступить. Во-вторых, противопоставлять жизнь охотников и собирателей миграции крайне неуместно. Им было чуждо любое ограничение пространства. Охотники и собиратели были в этом смысле инстинктивными европейцами и космополитами. Они шли туда, куда их несло, они не знали родины — им была ведома только обширная земля, полная возможностей. Идею собственной земли первыми принесли с собой анатолийские крестьяне. Они вбили в землю колышки и объявили кусочек пространства своим. Так что если противники человеческой мобильности хотят апеллировать к древней истории, им стоит обратить внимание на культурный импорт, обеспеченный одной из самых мощных миграционных волн Европы.

Тоска по лесу и лугу

Вне всякого сомнения, эпоха европейских охотников и собирателей, которая начала постепенно угасать 8000 лет назад, сегодня завораживает многих. Люди связывают с тем образом жизни свободу, которой сегодня больше нет. Путешественники, которые с рюкзаком и палаткой рвутся на природу (уже обузданную человеком), охотники и заядлые рыбаки — все они демонстрируют неумную тоску по образу жизни, который считают «исходным». В этой игре много модификаций — тогдашние люди питались не только рыбным филе, но всем, что попадало им в руки, будь то улитки, насекомые или другие твари. Конечно, их организм был идеально настроен на такое питание, и переключение на тяжелую углеводную пищу, произошедшее в эпоху неолита, человеческий организм до сих пор не полностью принял. Делать из этого заключение, что всё, что пришло в Европу вместе с неолитом или после него, заставило людей изменить образу жизни, который им изначально предназначался, было бы ошибочно и квазирелигиозно. С тех пор как человек начал практиковать прямохождение и создавать орудия для охоты, он, в отличие от всех остальных живых существ, взял судьбу в свои руки. Если бы характерным признаком людей было жить так, как они жили всегда, мы не были бы сегодня теми, кем являемся.

Однако именно эту иррациональную тоску по «истокам» разделяют многие люди в современных обществах. Они придерживаются палеодиеты,

якобы по примеру людей из каменного века. Они молятся на натуральные лекарственные средства. Они выбрасывают в атмосферу тонны аэрозольных частиц, чтобы греться у камина. Иногда все это становится опасно для жизни, особенно когда люди отказываются от современной медицины и не делают детям прививки, объясняя это тем, что раньше человечество как-то выживало без целенаправленной иммунизации. Это верно, вот только очень многие умирали от болезней, от которых сегодня очень просто вылечиться. Вот и шаманка из Бад-Дюрренберга едва вышла из подросткового возраста, прежде чем, вероятно в силу инфекции, перешла в вечность. В каменном веке у природы было наготове множество вариантов закончить человеческую жизнь раньше времени. И да, инфаркты, диабет и инсульты к числу этих вариантов не относились — для таких болезней люди питались слишком сбалансированно. А еще они просто до них не доживали. Вот и число онкологических заболеваний растет сегодня в первую очередь в благополучных странах, поскольку это типичные возрастные заболевания.

Жизнь нынешних обитателей Европы — самая комфортная за всю человеческую историю. И за это мы должны благодарить в том числе и иммиграции времен каменного и бронзового веков. Вместе с сельским хозяйством в Европе установились прообразы коммунальных структур, при которых люди больше не зависели от семей или маленьких союзов, а могли рассчитывать на сплоченность и защиту, которую дают поселения. Постепенно с помощью ресурсной экономики люди освободились от своенравия природы, хотя засухи и климатические кризисы все еще ставят перед нами экзистенциальные проблемы. Только вместе со степной иммиграцией был заложен фундамент Европы иерархий, разделения труда и инноваций, а значит, и континента, который посредством своих технологий и знаний в Новое время обогатил и определил весь мир.

Когда европейские поселенцы наконец-то открыли Америку и, после Второй мировой войны, подняли США до уровня культурного и экономического гегемона, это тоже было продолжением исключительной истории европейского прогресса. С континента, который тысячелетиями определяли переселенцы, через Атлантику в Новый Свет пришли мигранты, чтобы там эту историю повторить — со всеми ужасными последствиями для коренного населения.

Прогресс человечества и тут трудно отличить от вторжения. Справедливо замечено: древние иммиграции и миграционную волну, запущенную в 1492 году Колумбом, трудно сопоставлять по моральным характеристикам. В конце концов, колонизация Америки проходила в контексте религиозных, правовых норм и моральных границ, которые европейские завоеватели совершенно осознанно попрали. В древности же

таких норм, вероятно, не существовало, господствовало грубое «естественное состояние», которое было ограничено лишь позднее, с появлением человеческих обществ и цивилизаций.

Генетика реабилитирована?

Брутальность европейских экспансий Нового времени с исторической точки зрения традиционна, пусть зачастую и только с позиции завоевателя. О древних иммиграциях в Европу у нас долгое время были лишь размытые представления и отчасти воинственно противоречащие друг другу теории. За последние годы археогенетика пролила очень много света на тьму незнания, пусть некоторые углы еще и остаются неосвещенными. Благодаря секвенированию доисторические и сегодняшние геномы становятся своего рода судовыми журналами, которые рассказывают личные истории иммиграции и генетического смешения. Из этого следует заключение, с которым нужно научиться жить: генетика становится неотъемлемым элементом историографии.

Описывать этот феномен только как вызов, брошенный науке, было бы недостаточно, по крайней мере для немецкоязычного пространства. В конце концов, ведь это национал-социалисты варварски реализовали бредовую иллюзию, согласно которой история — не что иное, как битва между «расами». Многие генетики в то время утверждали, что доминирование культур — иначе говоря, народов, иначе говоря, популяций — идет рука об руку с генетическим превосходством. Они подпитывали это утверждение тезисом, согласно которому бронзовый век в Европе начался не с освоения новых техник, а с миграций воинов с боевыми топорами из Скандинавии. Эти «северные» народы якобы превосходили других, а потому были носителями прогресса, а вместе с ним они несли с собой германские языки. Национал-социалистическая трактовка истории плохо сочеталась со многими находками археологов, но предлагала идеологические основы, позволявшие приписывать другим «расам», например из Восточной Европы, генетически обусловленную ущербность. Неудивительно, что после Второй мировой войны многие археологи в Германии отвергли идею, согласно которой распространение культурных техник и языков тесно связано с мигрирующими народами. Теперь за правило взяли считать, что неолит и бронзовый век распространились в Европе, и жившие там люди освоили и приняли новые техники.

Но генетические данные показывают обратное. На самом деле обе великие смены эпох в древней истории неотделимы от миграционных волн, в ходе которых иммигрировавшие люди зачастую вытесняли прежних жителей. И хотя национал-социалистам было мало радости от того, что 8000 лет назад прогресс пришел из Анатолии, а 5000 лет назад из Европы, новые находки могли пониматься как частичная реабилитация археологических тезисов первой половины XX века. Но это было бы слишком просто. Основательный взгляд на генетические данные показывает сложное соотношение между миграцией и культурным обменом, которое не допускает разграничений по популяциям.

Земледелие действительно пришло в Европу из Анатолии, после того как на Плодородном полумесяце его развили охотники и собиратели. Но во многом это объясняется климатом, который становился в этом регионе все теплее, и многочисленностью диких сортов злаков, которые можно было культивировать. Степная иммиграция тоже мало подходит под утверждение о том, что прогресс возникает благодаря превосходству какой-то определенной популяции. Ведь жители степей имели такое же отношение к иммигрантам с Ближнего Востока, как и к коренным жителям — охотникам и собирателям. На запад они принесли лишь мастерство обработки бронзы, а вот переход от кочевничества к земледелию совершили только в Европе. Здесь выходцы из степи широко перенимали местный образ жизни, обогащая его новыми технологиями. Наряду с миграцией решающую роль всегда играл обмен. Мы, европейцы, — продукт этого процесса, в наших генах до сих пор читаются следы иммиграции, вытеснения и кооперации.

Национальные границы — не генетические

Никто не несет в себе гены, которые делают его или ее «чистым» представителем определенного этноса. Старые, вновь и вновь выкапываемые идеи о том, что есть специальные гены германцев, кельтов, скандинавов или даже отдельных национальностей, широко опровергнуты. Однако от Иберийского полуострова до Урала частота определенных генетических вариантов равномерно смещается, и на основании этого генетики могут сказать, откуда происходят отдельные люди. Впрочем, попытка увязать эти генетические различия с национальными границами — столь же многообещающая, как и попытка разделить цветовой круг четкими границами. Переходы в обоих случаях плавные, так что измерить

дистанцию можно лишь между двумя личностями — или двумя цветами, но никакую групповую картину, по крайней мере рационально обоснованную, на этом не выстроить. Среднестатистическая жительница Фрайбурга будет генетически более схожа с жительницей Страсбурга, чем с жителем Гейдельберга, хотя первая живет в соседнем государстве, а второй — в той же самой федеральной земле. Чтобы преодолеть генетическую разницу между жительницей Фленсбурга и жителем Пассау, пришлось бы пересечь полдюжины границ на юго-востоке Европы, а заодно и регион, который в 90-е годы раздирали кровавые войны из-за кажущихся и настоящих этнических различий. В Европе существует постоянный генетический сдвиг в одном направлении, градиент, с помощью которого можно уверенно нарисовать одну карту. Но на этой карте не удастся обозначить национальные границы. Редкими исключениями станут острова, такие как Исландия или, в еще большей степени, Сардиния. Там, где испокон веков существовал лишь весьма скудный генетический обмен, ДНК популяций гомогеннее, чем где бы то ни было.

Принцип градиентов работает по всему миру. Перелома нет даже на Урале или Босфоре — на географических границах Европы. Даже по ту сторону Средиземного моря у людей не обнаруживается вдруг совершенно иная ДНК. Генетические сдвиги почти четко проходят вдоль тех направлений, по которым архаические сапиенсы распространились из Субсахары по всему миру. Так что по своему наследственному материалу североафриканцы ближе европейцам и жителям Западной Азии, поскольку эти регионы заселялись первыми после Африки, и уже после этого начался генетический обмен; больше генетическая разница с жителями Тихоокеанского региона, еще больше — с коренными жителями Северной Америки, а совсем уж она велика — с коренными жителями Южной Америки: этот участок земли люди заселили в последнюю очередь. От Восточной Африки до Огненной Земли популяции, как правило, тем теснее породнены друг с другом, чем ближе они расположены географически. Даже этнические меньшинства в основном не представляют собой исключения. Так, например, люди, принадлежащие к лужицкой народной группе, генетически никак не отличаются от окружающих их саксонцев, бранденбуржцев или поляков, так же как баски не отличаются от испанцев и французов в близлежащем регионе.

Разграничения, которые манифестируются в первую очередь через язык, обусловлены исключительно культурными и политическими процессами дифференциации и делают общества более многогранными, однако жизнь внутри них становится более конфликтной. Генетических оснований для этнических конфликтов не может или не должно было бы

уже сегодня быть, и в этом заслуга генетики. Абсурдно, печально, но из-за совершенно ненаучных убеждений последнего столетия многие по-прежнему придают ее открытиям противоположный смысл. Генетическую аргументацию вновь пытаются перековать в инструменты народных идеологий. При этом генетика и расовое мышление сегодня сочетаются друг с другом хуже, чем когда бы то ни было.

Африка, черный блок

Хоть на Земле и живет большая генетическая семья, максимальное многообразие внутри нее наблюдается на Африканском континенте. Считается, что он сыграл роль колыбели всего человечества. Родовое древо современного человека берет свои корни именно там. Распространяясь по всему свету, люди распространялись и внутри огромной Африки, поэтому там по сей день наблюдается больше всего ответвлений внутри наследственного материала. Принцип, согласно которому географическая близость сопровождается генетической, работает и в Африке, но здесь сдвиги гораздо больше, чем во всем остальном мире. Если конкретнее, то различий между ДНК жителей Восточной и Западной Африки почти в два раза больше, чем различий между ДНК европейцев и восточных азиатов. С генетической точки зрения все люди на Земле — часть африканского многообразия. Единственное, что сильно отличает людей за пределами Африки от тех, кто живет на континенте-первоисточнике, — это их родство с неандертальцами, а в случае с жителями Австралии и Океании к тому же влияние денисовцев. Несмотря на эти основополагающие факты, многим неафриканцам Африка кажется почти гомогенной, поскольку ее жители внешне очевидно отличаются от большинства других людей своим цветом кожи. Но Субсахара — родина более 900 миллионов человек, почти восьмой части всего человечества. Генетический спектр там объективно заметно шире, чем во всем остальном мире. И тем не менее до сегодняшнего дня африканское многообразие, в противоположность европейскому, многими намеренно унифицируется. Сегодня почти не услышишь популярное в колониальные времена словосочетание «черная Африка», обозначающее область южнее Сахары, — но другие обозначения, указывающие в том же направлении, по-прежнему приняты. Жителей Субсахары и их потомков во всем мире обозначают как «черных», в том числе чтобы отличить их от «белых». В последний раз подсчитывая население, в 2000 году, Бюро

переписи населения США спрашивало граждан, к какой «расе» они относятся. И опять все люди, имеющие предков в Субсахаре, были классифицированы как «черные».

Разделение на различные типы — это, конечно, не расизм как таковой, в гораздо большей степени так проявляется стремление людей классифицировать и разграничивать самих себя. Но на примере разделения людей по цвету кожи особенно хорошо видно, насколько это бессмысленное занятие. Например, у среднестатистической ирландки кожа явно светлее, чем у жительницы юга Италии, тем не менее обеих называют «белыми». Довольно темнокожих сардинцев или аناолийцев по цвету кожи при определенных обстоятельствах тяжело отличить от представителей южноафриканских койсанских народов. Но последним показалось бы неуместным, если бы им приписали тот же цвет кожи, что и конголезским женщинам. И те и другие, однако, считаются «черными».

То, что цвет кожи не нужно категоризировать, людям должно быть совершенно ясно по визиту в отдел косметики в хорошем магазине, ведь там можно увидеть все многообразие цветовых нюансов. Тем не менее «черное» происхождение по сравнению с остальными характеристиками оказывает непропорциональное влияние на восприятие личности. Будь это иначе, об ирландско-шотландских корнях Барака Обамы говорили бы гораздо чаще. Как нам сегодня известно, на цвет кожи человека влияет множество разных генов, поэтому и переходы между оттенками плавные. Но от понимания тонких различий мы по-прежнему далеки. Цвет кожи легко переоценить, ведь нет иной такой телесной особенности, которую было бы так легко заметить.

В самом деле, на первый взгляд есть вполне понятные основания, чтобы классифицировать людей по географическому происхождению, и тут цвет кожи предлагает по крайней мере одну из возможных подсказок. Онкологу, который наблюдает пациента из Западной Африки, важно знать, что в регионе происхождения пациента чаще встречается ген, который обуславливает рак простаты. Однако это еще далеко не медицинский прогноз. Даже если болезни и воздействие медикаментов распределяются по регионам неравномерно, генетическое происхождение указывает лишь на вероятности. Например, генетические дефекты, которые делают людей резистентными к малярии, способны привести и к непереносимости некоторых препаратов. Они могут чаще встречаться в Африке, но при этом лишь в определенных регионах, а там только у некоторых людей. В прошлые годы происхождение человека могло быть важным указанием на его медицинские риски и шансы, которые нужно было принимать всерьез. Сегодня такой подход уже устарел. Благодаря научному прогрессу, можно

без особых проблем исследовать геномы отдельных пациентов и на этом основании составлять гораздо более надежные медицинские профили. При этом специалисты не занимаются больше «расами», этносами или генетическим происхождением, а воспринимают человека как то, чем он является: как уникальную и неповторимую смесь ДНК. По крайней мере в медицине такой эгалитарный подход в ближайшие десять лет, вероятно, может стать стандартом, и тогда анализы генома будут все дешевле и дешевле. А вот в широком обществе, как показывает исторический опыт, потребность разграничивать людей на основании внешних характеристик, вероятно, сохранится еще надолго.

Народ и раса были когда-то

Между тем генетическая эволюция людей идет в совершенно ином направлении: по своим ДНК мы с незапамятных времен становимся всё более похожи. Многие тысячелетия было наоборот. Человечество осваивало мир, число разделений и дифференциаций между популяциями росло, равно как и число генетических различий. Но в последние тысячелетия ответвления человеческого древа стали снова срастаться. Причина в явно возросшей мобильности человека. Сегодня на Земле не найдешь пятнышка, на котором не побывали бы люди со всего света и где они не завели бы общих потомков с местными старожилками. Генетические различия между людьми из Европы и Западной Азии за последние 10 000 лет сократились больше чем в половину, да и по всему миру различий становится все меньше. Этот тренд поддерживается за счет очевидно растущей мобильности.

Это плохая новость для тех, кто хочет сортировать людей отдельных национальностей по генетическим принципам. Когда ДНК людей по всей земле сближаются все сильнее, поддерживать конструкты народов и «рас» становится еще сложнее, чем прежде. Именно поэтому адепты защищают их все агрессивнее, и вот старые концепции, давно уже исключенные из публичного дискурса, вновь восстают из мертвых. Воинственные слова вроде «этноморфоз» или «чрезмерная иностраннизация» обращают на себя внимание и создают представление, будто любая миграция изменяет ДНК населения, а заодно и его культуру. Так эхом отзывается теория культуры, языка и народа начала XX века, согласно которой культура и общество сообщают в первую очередь о генетической общности людей. Роль

собственной культуры последователями этой позиции одновременно переоценивается и занижается: они приписывают ей выдающуюся ценность, но не задумываются о том, что ее харизма распространяется и на чужаков. Такое отношение полностью игнорирует интеграционную силу, с которой успешные общества воздействуют на иммигрантов. То, что это происходит, доказывают США, многие европейские страны и, конечно, сама Германия, где сегодня почти каждый четвертый житель имеет недавний миграционный бэкграунд, но страна с ног на голову от этого не перевернулась. Многие из тех, кто сегодня хочет защитить немецкое или даже все западное общество от перемен, по крайней мере связанных с иммиграцией, пытаются противопоставить этим переменам кажущуюся статичной успешную модель, которая не была бы возможной без миграции последних десятилетий.

Стремление к национальной изоляции за последние годы снова получило свою конъюнктуру, и произошло это независимо или даже в противовес миграционному потоку и растущей доле иностранцев в населении европейских стран. Все больше в правительствах представителей националистических и право-популистских партий, а в Европейском парламенте они создают собственную фракцию. Они солидарны в основном только в неприятии миграции и оголтелой приверженности «Европе наций», которой навязывают роль установителя четко ограниченного «этноплюрализма». При этом они зачастую не признают не только миграцию в Европу, но и саму по себе идею мобильности — конструкт отгороженных друг от друга народов работает, только если каждый народ признает границы. В таком контексте понятно отвращение к «гражданам мира», которым приписывают отсутствие верности родине. Так, лидер одной из фракций представленной в Бундестаге партии в 2018 году вменил «глобализированному классу», что тот якобы контролирует информацию и тем самым «задает культурный и политический ритм». При этом он, вероятно непреднамеренно, привязал сюда генетику, обозначив мобильный класс «цифровых информационных работников» как отдельный «вид человека».

Если речь заходит об отказе человеку в мобильности и интернациональности, зачастую становятся слышны и антисемитские интонации. Еще Ханна Арендт видела в этом, помимо прочего, первопричину неохладевающей ненависти к евреям со стороны национал-социалистов. Евреи, по мнению Арендт, казались нацистам воплощением наднациональной сети, которая связана внутри себя общей генетикой и статусом «избранного народа» и добилась власти в отдельных странах, не испытывая при этом чувств к родине.

Идея «еврейских генов» давно опровергнута, но по-прежнему широко распространена. Так, писатель Тило Саррацин в интервью одной газете в 2010 году сказал: «Все евреи разделяют определенный ген». Саррацин при этом не понял кое-что очень важное. Очень многие евреи-ашкенази — последователи веры, чьи предки столетиями жили в Средней и Восточной Европе, — действительно имеют близкие генетические компоненты, которые обусловлены их ближневосточным происхождением и смешением между центральными и восточными европейцами. Сильные брачные традиции способствовали тому, что евреи столетиями рожали детей от людей одного с собой вероисповедания и таким образом сохранили генетический почерк, отличный от нееврейского населения. Но это не дает какого-то одного гена, который несли бы в себе все евреи-ашкенази, а только генетический микс, который встречается у них чаще; причем его отдельные компоненты происходят из Восточной Европы и Ближнего Востока — восточноевропейские компоненты ДНК многих ашкенази мы находим также в геноме жителей Тюрингии, Саксонии или Бранденбурга. И другое заявление Саррацина, о том, что не только евреи, но и баски разделяют некий определенный ген, точно так же абсурдно.

Ограниченная сила «генов интеллекта»

Сегодня уже ни один ученый, которого стоит принимать всерьез, не станет утверждать, что национальные, религиозные или культурные границы генетически обусловлены. Однако по другим вопросам подобного единства не наблюдается. Одна из спорных тем — существуют ли между различными регионами мира генетически обусловленные интеллектуальные различия. Так, несколько лет назад много шума наделало утверждение одного генетика, который полагал, что да, они существуют. Это был один из ученых, открывших структуру ДНК, Джеймс Уотсон. В 2007 году этот нобелевский лауреат в одном интервью сказал, что африканцы менее интеллектуальны, чем европейцы, а все проведенные ранее тесты доказывают, что это «на самом деле» не так. Стоит отметить, что при этом он мог сослаться на еще не доказанные генетические различия, однако продемонстрировал уверенность в том, что в последующие годы таковые найдутся. После скандала, который произвели утверждения Уотсона в интервью, он объяснил, что имело место недопонимание. Он лишь хотел дать понять, что существуют генетические различия между популяциями и

что скоро в отдельных популяциях (по его предположению, скорее всего, не в темнокожих) будут обнаружены компоненты, которые обуславливают более высокий уровень интеллекта. Прогноз Уотсона до сих пор не сбывся, да и не сбудется. Действительно, в прошедшие годы были идентифицированы крошечные составные части геномов, наличие которых совпадает с высоким уровнем интеллекта. Но эти генетические компоненты объясняют лишь часть интеллектуальных различий. Никаких географических опорных точек при этом обнаружено не было: варианты генов, которые повышают шансы на более высокий интеллект, равномерно встречаются по всему миру, само собой, и в Африке тоже. Это не исключает того, что когда-то будет найден участок гена, делающий значительное число людей из определенных регионов или определенного происхождения умнее. Но это крайне маловероятно. Уже исследованы миллионы геномов и проведены бесчисленные тесты на интеллект. Генетически обусловленное повышение интеллектуального уровня у определенных групп уже давно бы нашли.

В целом генетические диспозиции не нужно переоценивать. Это показывают знания, полученные в последние годы о генетическом влиянии на размеры тела. Были идентифицированы около ста участков генов, которые влияют на величину тела, включая различия, зависящие от регионов. Однако гораздо важнее условия окружающей среды. То, что сегодня у людей во многих частях света голова больше, чем у их бабушек и дедушек, обусловлено лишь заметно улучшившейся ситуацией с питанием. Никому не пришло бы в голову объяснять разницу в размерах, встречающуюся у трех поколений, генетическим сдвигом. Точно так же то, что в тесте на интеллект 1950 года сегодня больше людей показывают результаты выше среднего, не значит, что у них есть «гены интеллекта». Скорее это связано с тем, что улучшились условия для развития интеллекта, например, за счет возросшего количества высших учебных заведений.

Естественно, нельзя сказать, что участки генов, которые соответствуют интеллекту, не связаны с развитием личности. Человеку с неблагоприятными в этом плане предпосылками, вероятно, сложнее хорошо окончить школу или университет, чем другим, но этот недостаток будет уравновешиваться другими факторами, в первую очередь социальным статусом. Культурные и прочие внешние обстоятельства гораздо важнее, чем генетические, иначе исследования в области образования не доказали бы десятки раз взаимосвязь между доходами родителей и успехом в учебе.

В целом проблематично делать заключения о «генах интеллекта», противопоставляя генетические особенности и результаты тестов на интеллект. Интеллект — это то, что упускают тесты. А нынешние методы

отражают в первую очередь то, что считается важным в соответствующих обществах. Поэтому корреляция более высокого уровня IQ с определенными генетическими компонентами в определенных популяциях докажет только, что эта популяция в среднем выдерживает один конкретный тест лучше, чем другая. Если за меру принять другой тест, который адаптирован к требованиям других обществ, та же самая популяция могла бы показать гораздо худшие результаты, а другая — лучшие.

Можно, конечно, заставить бежать спринт спортсменку, которая прыгает в высоту, и спортсменку, которая бежит стометровки, но кто из них спортивнее, сказать по результатам будет трудно. Познания о генетической обусловленности интеллекта опровергают гипотезы о региональных или даже национальных различиях, но этические дебаты это только подхлестывает. Если высокопроизводительное генетическое исследование уже относительно скоро сможет идентифицировать участки ДНК, влияющие на интеллект, в следующие годы и десятилетия понимание этих диспозиций будет заметно расширяться и углубляться. Так, сегодня по ДНК уже частично считается выраженность аутистических или шизофренических особенностей личности.

Никто пока не может оценить, какие личные профили в ближайшие годы можно будет создавать посредством анализов генома. Как быть, если не только медицинские риски, но и особенности характера с высокой долей вероятности можно будет узнать, заплатив небольшое количество евро или долларов? Перед человечеством стоит трудная задача — ответить на этот и другие сложнейшие этические вопросы, пока в геномные исследования вливаются огромные суммы, пока весь мир стоит на пороге новых генетических открытий. Так, в 2012 году был основан Китайский национальный генетический банк, который хочет расшифровать не только «строительный чертеж» человека, но и всю биосферу. А одним из самых значимых акционеров крупнейшей частной компании, выполняющей анализы генома, — калифорнийского предприятия 23andMe — является информационный концерн Google.

Соблазны человеческого дизайна

Развитие генетических исследований сродни развитию сверхзвуковых самолетов: их многообещающие возможности завораживают, хотя мы способны лишь предполагать, какие риски может таить в себе эта техника.

Мы близки к тому, чтобы преодолеть звуковой барьер, но не знаем, что тогда услышим. Впрочем, есть хорошие основания для оптимизма. За нами — фантастическая история эволюции, благодаря удачному стечению обстоятельств мы развили сравнительно мощный мозг. С тех пор как человек развил земледелие и стал оседлым, в масштабах эволюции не прошло и одного мгновения. Но все это время мы меняли мир согласно нашим требованиям, подчиняли себе природу, понимали ее законы — и крошечную роль людей в этой большой игре. Сегодня мы стоим непосредственно перед большой, вероятно, самой грандиозной революцией в истории человечества. Расшифровка нашего генома — лишь начало пути, в конце которого человек первым из живых существ на этой планете сможет взять свою эволюцию в собственные руки. Только в 2015 году был разработан так называемый метод CRISPR/Cas^[24].

Сегодня эти «генетические ножницы» — стандартный механизм генной инженерии, с помощью которого геномы живых существ можно целенаправленно и точно менять. Возможности этой техники, в первую очередь медицинские, очевидны. Генетическую предрасположенность к раку или другим заболеваниям можно идентифицировать, вырезать с помощью «генных ножниц», исправив тем самым геном. Штаммы бактерий и вирусов в ближайшем будущем, возможно, будут так изменены, что их фактически заменят другие штаммы, но человеку они уже не причинят вреда. Люди смогут получить иммунитет против опасных заболеваний. При удачном развитии событий «генетические ножницы» и другие методы генной инженерии смогут дать отпор надвигающейся катастрофе резистентности к антибиотикам.

Медицинские возможности многочисленны, но тут много неизвестных. Сегодня никто не может с полной ответственностью утверждать, что изменение генов, выключив одну болезнь, не сделает возможной другую. «Генетические ножницы» как терапевтическое средство еще далеки от того, чтобы их использовали регулярно, но первые попытки применять их на человеческих стволовых клетках уже идут. В конце 2018 года китайский исследователь Хе Янкуи провозгласил рождение первых детей с отредактированным геномом. По его собственному утверждению, еще до эмбриональной стадии он «выключил» у близнецов Лулу и Нана рецептор CCR-5, чтобы защитить детей от ВИЧ. Для этого потребовалось относительно простое вмешательство, поскольку ген CCR-5 хорошо изучен. Но причин делать это было не много, потому что ВИЧ встречается в Китае относительно редко, к тому же вирус очень хорошо контролируется медикаментами — в отличие от вируса Западного Нила, которому может способствовать мутировавший рецептор CCR-5: против этого вируса еще

нет терапии, а температура, которую он дает, может стать смертельной. Многие говорят о том, что в случае с Лулу и Нана дело было не столько в эффективной профилактике ВИЧ, как заявляет Хе Янкуи, сколько исключительно в его желании стать пионером на новой научной тропе.

Никто сегодня не может всерьез оценить, будет ли это вмешательство иметь для близнецов нежелательные последствия в долгосрочной перспективе. Медицинский потенциал метода CRISPR/Cas, бесспорно, огромен, как и вероятность того, что если использовать его без основательной оценки риска, он может оказывать медвежьи услуги.

Как бы то ни было, общественная реакция по всему миру, в том числе в самом Китае, показала, что в основном научное сообщество готово к этическим дебатам, готово и к тому, чтобы согласовывать свои действия с итогами этих дебатов. Вероятно, Лулу и Нана пробудили мир от заколдованного сна и положили начало обсуждениям, которые уже давно должны были вестись.

Темные стороны новых технологий очевидны. Когда становится возможным идентифицировать все больше генетических факторов, среди них уже оказываются не только те, что отвечают за болезни, но и те, что определяют такие характеристики, как интеллект, размеры тела или личностные особенности. Благодаря этому появление на свет «дизайнерского ребенка» может заметно ускориться. Уже сегодня успешная генная диагностика позволяет вычислить нерожденных детей с риском трисомии 21 (лишней хромосомы) и сделать аборт. Метод «генетических ножниц» может показаться в этом случае этически предпочтительным, ведь речь идет не о том, чтобы прервать жизнь еще не рожденного ребенка, а о том, чтобы вообще не позволить ей возникнуть. Желание родить здорового ребенка абсолютно понятно, и благодаря CRISPR/Cas его можно было бы осуществить. Но разве гены, которые позволяют ребенку стать более интеллектуальным, не столь же понятное родительское желание? А заполучить внешний вид, который способствует продвижению в обществе большинства, например, более светлую кожу или голубые глаза?

Переход от здорового общества к искусственно сформированному может быть плавным. Большинство западных государств выстраивают многочисленные этические и законодательные барьеры, чтобы препятствовать осуществлению подобных сценариев, по крайней мере пока. Найти способ контролировать еще не оцененные шансы и возможности человеческого самоуправления — для нас это определенно одна из самых больших задач на грядущие годы и десятилетия. Легко нам точно не будет. В конце концов, всё не может свестись к простым запретам новых методик, тем более что такие запреты, как показывает пример китайских близнецов,

неосуществимы. При этом любое бездействие должно быть обосновано, особенно в случаях, когда метод «генетических ножниц» может спасти жизнь или принести большое облегчение. Вопрос о том, можно ли с помощью методов геной инженерии защитить людей от малярии, в большинстве западных стран порождает этические дебаты, а во многих африканских — экзистенциальные.

Без границ

Кажется, в генетическом путешествии человек стал своим собственным экскурсоводом. Насколько быстрый темп взяла группа путешественников, наиболее отчетливо демонстрирует развитие, произошедшее за последние сто лет. За это время население Земли увеличилось в четыре раза — было меньше двух миллиардов, а стало семь с половиной. С 1970 года оно выросло так же, как примерно за два миллиона предыдущих лет. И хотя численность людей не может служить единственным мерилем, таким впечатляющим образом проявляется напористость нашего вида. Однако этот успех — источник почти всех экзистенциальных вызовов, которые нам сегодня брошены. Большому количеству людей требуется большее количество ресурсов, повышенная выработка парниковых газов обостряет проблему с изменением климата. Все больше регионов мира могли бы стать необитаемыми, и практически все они отличаются тем, что непропорционально много людей борются там за непропорционально малые ресурсы. Достаточно посмотреть новости, чтобы понять: опасности таких диспропорций не преувеличены. И все же, хоть некоторым сложно в это поверить, человечество по-прежнему плывет против течения: почти по всем направлениям наши дела от года к году все лучше. По всему миру растет благосостояние людей, падает доля голодающих в общей численности населения, падают уровни смертельных заболеваний, материнской и младенческой смертности, и это лишь часть показателей.

Прогресс будет идти дальше, и не в последнюю очередь этому способствует стремление к мобильности и выстраиванию связей, лежащее в природе человека. Своим распространением по всему миру он заложил фундамент глобального общества, которое за последнюю тысячу лет приобретало всё более четкий облик и формировалось с невероятной скоростью. Сегодня почти каждый второй человек в мире использует интернет, объем хранящихся данных стремительно растет, равно как и

знания, доступные с помощью любого смартфона. В ближайшие десятилетия дигитализация будет пронизывать почти все общественные сферы. И большие надежды, которые медицина возлагает на генетику, тоже основаны на дигитализации и всё ускоряющейся обработке больших объемов данных. К этим данным относится и наследственный материал человека со своими миллиардами пар оснований, и мы будем разгадывать всё больше связанных с ними тайн. Всё это с одной целью: понять самих себя и суть своей природы.

Мир будущего будет миром сетей, глобального общества. Человечество продолжает идти по пути, на который встало с самого начала. Где он заканчивается — вопрос открытый. Ясным кажется лишь то, что догма и раскладывание всего по полочкам ведут в тупик. Такого упорядоченного мира никогда не существовало. Путешествие человечества продолжится. Мы будем сталкиваться с границами. И не признавать эти границы. Смиряться мы не приспособлены.

Источники

Чтобы упростить чтение книги, мы отказались от сносок с указанием источников внизу страницы. Далее приводятся публикации, книги и другие источники, используемые для каждой главы. Некоторые данные, приведенные в книге, основаны на разговорах с учеными — коллегами, чьи оценки и интерпретации разделяются авторами. От постоянного перечисления имен мы решили отказаться.

Глава первая

1. Mullis, K., et al., *Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: the polymerase chain reaction*. Cold Spring Harb Symp Quant Biol, 1986. 51 Pt 1: p. 263–73.
2. Venter, J. C., et al., *The sequence of the human genome*. Science, 2001. 291 (5507): p. 1304–51.
3. International Human Genome Sequencing, C., *Finishing the euchromatic sequence of the human genome*. Nature, 2004. 431 (7011): p. 931–45.
4. Reich, D., *Who we are and how we got here: ancient DNA revolution and the new science of the human past*. First edition, ed. 2018, New York: Pantheon Books. XXV, 335 p.
5. Pääbo, S., *Über den Nachweis von DNA in altägyptischen Mumien*. Das Altertum, 1984. 30 (213–218).
6. Pääbo, S., *Neanderthal man: in search of lost genomes*. 2014, New York: Basic Books, a member of the Perseus Books Group. IX, 275 p.
7. Krause, J., et al., *The complete mitochondrial DNA genome of an unknown hominin from southern Siberia*. Nature, 2010. 464 (7290): p. 894–7.
8. Gregory, T. R., *The evolution of the genome*. 2005, Burlington, MA: Elsevier Academic. XXVI, 740 p.
9. Nystedt, B., et al., *The Norway spruce genome sequence and conifer genome evolution*. Nature, 2013. 497 (7451): p. 579–84.
10. Consortium, E. P., *An integrated encyclopedia of DNA elements in the human genome*. Nature, 2012. 489 (7414): p. 57–74.

11. Kimura, M., *Evolutionary rate at the molecular level*. Nature, 1968. 217 (5129): p. 624–6.
12. Posth, C., et al., *Deeply divergent archaic mitochondrial genome provides lower time boundary for African gene flow into Neanderthals*. Nat Commun, 2017. 8: p. 16046.
13. Kuhlwilm, M., et al., *Ancient gene flow from early modern humans into Eastern Neanderthals*. Nature, 2016. 530 (7591): p. 429–33.
14. Meyer, M., et al., *Nuclear DNA sequences from the Middle Pleistocene Sima de los Huesos hominins*. Nature, 2016. 531 (7595): p. 504–7.
15. Reich, D., et al., *Genetic history of an archaic hominin group from Denisova Cave in Siberia*. Nature, 2010. 468 (7327): p. 1053–60.
16. Krings, M., et al., *Neandertal DNA sequences and the origin of modern humans*. Cell, 1997. 90 (1): p. 19–30.
17. Krause, J. and S. Pääbo, *Genetic Time Travel*. Genetics, 2016. 203 (1): p. 9–12.
18. Krause, J., et al., *A complete mtDNA genome of an early modern human from Kostenki, Russia*. Curr Biol, 2010. 20 (3): p. 231–6.
19. Lazaridis, I., et al., *Ancient human genomes suggest three ancestral populations for present-day Europeans*. Nature, 2014. 513 (7518): p. 409–13.
20. Haak, W., et al., *Massive migration from the steppe was a source for Indo-European languages in Europe*. Nature, 2015. 522 (7555): p. 207–11.
21. Andrades Valtuena, A., et al., *The Stone Age Plague and Its Persistence in Eurasia*. Curr Biol, 2017. 27 (23): p. 3683–3691 e8.
22. Key, F. M., et al., *Mining Metagenomic Data Sets for Ancient DNA: Recommended Protocols for Authentication*. Trends Genet, 2017. 33 (8): p. 508–520.
23. Rasmussen, S., et al., *Early divergent strains of Yersinia pestis in Eurasia 5,000 years ago*. Cell, 2015. 163 (3): p. 571–82.

Глава вторая

1. Green, R. E., et al., *A draft sequence of the Neandertal genome*. Science, 2010. 328 (5979): p. 710–22.

2. Kuhlwilm, M., et al., *Ancient gene flow from early modern humans into Eastern Neanderthals*. *Nature*, 2016. 530 (7591): p. 429–33.
3. Meyer, M., et al., *Nuclear DNA sequences from the Middle Pleistocene Sima de los Huesos hominins*. *Nature*, 2016. 531 (7595): p. 504–7.
4. Posth, C., et al., *Deeply divergent archaic mitochondrial genome provides lower time boundary for African gene flow into Neanderthals*. *Nat Commun*, 2017. 8: p. 16 046.
5. Prufer, K., et al., *The complete genome sequence of a Neanderthal from the Altai Mountains*. *Nature*, 2014. 505 (7481): p. 43–9.
6. Stringer, C. and P. Andrews, *The complete world of human evolution*. Rev. ed. 2011, London; New York: Thames & Hudson, Inc., 240 p.
7. Meyer, M., et al., *A high-coverage genome sequence from an archaic Denisovan individual*. *Science*, 2012. 338 (6104): p. 222–6.
8. Faupl, P., W. Richter, and C. Urbanek, *Geochronology: dating of the Herto hominin fossils*. *Nature*, 2003. 426 (6967): p. 621–2; discussion 622.
9. Krause, J., et al., *Neanderthals in central Asia and Siberia*. *Nature*, 2007. 449 (7164): p. 902–4.
10. Enard, W., et al., *Intra- and interspecific variation in primate gene expression patterns*. *Science*, 2002. 296 (5566): p. 340–3.
11. Krause, J., et al., *The derived FOXP2 variant of modern humans was shared with Neandertals*. *Curr Biol*, 2007. 17 (21): p. 1908–12.
12. De Queiroz, K., *Species concepts and species delimitation*. *Syst Biol*, 2007. 56 (6): p. 879–86.
13. Dannemann, M., K. Prufer, and J. Kelso, *Functional implications of Neandertal introgression in modern humans*. *Genome Biol*, 2017. 18 (I): p. 61.
14. Fu, Q., et al., *Genome sequence of a 45,000-year-old modern human from western Siberia*. *Nature*, 2014. 514 (7523): p. 445–9.
15. Fu, Q., et al., *An early modern human from Romania with a recent Neandertal ancestor*. *Nature*, 2015. 524 (7564): p. 216–9.
16. Fu, Q., et al., *The genetic history of Ice Age Europe*. *Nature*, 2016. 534 (7606): p. 200–5.
17. Kind, N. C. K.-J., *Als der Mensch die Kunst erfand: Eiszeithöhlen der Schwäbischen Alb*. 2017: Konrad Theiss.

18. Conard, N. J., *A female figurine from the basal Aurignacian of Hohle Fels Cave in southwestern Germany*. *Nature*, 2009. 459 (7244): p. 248–52.
19. Conard, N. J., M. Malina, and S. C. Munzel, *New flutes document the earliest musical tradition in southwestern Germany*. *Nature*, 2009. 460 (7256): p. 737–40.
20. Lieberman, D., *The story of the human body: evolution, health, and disease*. First edition, ed. 2013, New York: Pantheon Books. XII, 460 p.
21. Grine, F. E., J. G. Fleagle, and R. E. Leakey, *The first humans: origin and early evolution of the genus Homo: contributions from the third Stony Brook Human Evolution Symposium and Workshop, October 3-October 7, 2006*. Vertebrate paleobiology and paleoanthropology series. 2009, Dordrecht: Springer. XI, 218 p.
22. Giaccio, B., et al., *High-precision (14)C and (40)Ar/(39)Ar dating of the Campanian Ignimbrite (Y-5) reconciles the time-scales of climatic-cultural processes at 40 ka*. *Sci Rep*, 2017. 7: p. 45940.
23. Marti, A., et al., *Reconstructing the plinian and co-ignimbrite sources of large volcanic eruptions: A novel approach for the Campanian Ignimbrite*. *Sci Rep*, 2016. 6: p. 21 220.
24. Marom, A., et al., *Single amino acid radiocarbon dating of Upper Paleolithic modern humans*. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2012. 109 (18): p. 6878–81.
25. Krause, J., et al., *A complete mtDNA genome of an early modern human from Kostenki, Russia*. *Curr Biol*, 2010. 20 (3): p. 231–6.
26. Fellows Yates, J. A., et al., *Central European Woolly Mammoth Population Dynamics: Insights from Late Pleistocene Mitochondrial Genomes*. *Sci Rep*, 2017. 7 (1): p. 17714.
27. Mittnik, A., et al., *A Molecular Approach to the Sexing of the Triple Burial at the Upper Paleolithic Site of Dolni Vestonice*. *PLoS One*, 2016. 11(10): p. e0163019.
28. Forni, F., et al., *Long-term magmatic evolution reveals the beginning of a new caldera cycle at Campi Flegrei*. *Science Advances*, 2018. Vol. 4, no. 11, eaat9401.

1. Odar, B., *A Dufour bladelet from Potočka zijalka (Slovenia)*. *Arheoloski vestnik*, 2008. 59: p. 9–16.
2. Posth, C., et al., *Pleistocene Mitochondrial Genomes Suggest a Single Major Dispersal of Non-Africans and a Late Glacial Population Turnover in Europe*. *Curr Biol*, 2016. 26: p. 1–7.
3. Tallavaara, M., et al., *Human population dynamics in Europe over the Last Glacial Maximum*. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2015. 112(27): p. 8232–7.
4. Alley, R. B., *The Younger Dryas cold interval as viewed from central Greenland*. *Quaternary Science Reviews.*, 2000. 19(1): p. 213–226.
5. Broecker, W. S., *Geology. Was the Younger Dryas triggered by a flood?* *Science*, 2006. 312(5777): p. 1146–8.
6. Walter, K. M., et al., *Methane bubbling from Siberian thaw lakes as a positive feedback to climate warming*. *Nature*, 2006. 443(7107): p. 71–5.
7. Zimov, S. A., E. A. Schuur, and F. S. Chapin, 3rd. *Climate change. Permafrost and the global carbon budget*. *Science*, 2006. 312(5780): p. 1612–3.
8. Grünberg, J. M., et al., *Mesolithic burials — Rites, symbols and social organisation of early postglacial communities*, Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle (Saale), Germany. Vol. 13. 2013, International Conference Halle.
9. Mannino, M. A., et al., *Climate-driven environmental changes around 8,200 years ago favoured increases in cetacean strandings and Mediterranean hunter-gatherers exploited them*. *Sci Rep*, 2015. 5: p. 16288.
10. Botigue, L. R., et al., *Ancient European dog genomes reveal continuity since the Early Neolithic*. *Nat Commun*, 2017. 8: p. 16082.
11. Thalmann, O., et al., *Complete mitochondrial genomes of ancient canids suggest a European origin of domestic dogs*. *Science*, 2013. 342(6160): p. 871–4.
12. Arendt, M., et al., *Diet adaptation in dog reflects spread of prehistoric agriculture*. *Heredity (Edinb)*, 2016. 117(5): p. 301–306.
13. Mascher, M., et al., *Genomic analysis of 6,000-year-old cultivated grain illuminates the domestication history of barley*. *Nat Genet*, 2016. 48(9): p. 1089–93.
14. Riehl, S., M. Zeidi, and N. J. Conard, *Emergence of agriculture in the foothills of the Zagros Mountains of Iran*. *Science*, 2013. 341(6141): p. 65–7.

15. Larson, G., *The Evolution of Animal Domestication*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 2014. 45: p. 115–36.
16. Gamba, C., et al., *Genome flux and stasis in a five millennium transect of European prehistory*. Nat Commun, 2014. 5: p. 5257.
17. Feldman, M., et al., *Late Pleistocene human genome suggests a local origin for the first farmers of central Anatolia*. bioRxiv 2018. 422295.
18. Lazaridis, I., et al., *Genomic insights into the origin of farming in the ancient Near East*. Nature, 2016. 536(7617): p. 419–24.
19. Lazaridis, I., et al., *Ancient human genomes suggest three ancestral populations for present-day Europeans*. Nature, 2014. 513(7518): p. 409–13.
20. Mathieson, I., et al., *Genome-wide patterns of selection in 230 ancient Eurasians*. Nature, 2015. 528(7583): p. 499–503.
21. Jablonski, N. G. and G. Chaplin, *Colloquium paper: human skin pigmentation as an adaptation to UV radiation*. Proc Natl Acad Sci USA, 2010. 107 Suppl 2: p. 8962–8.
22. Gamarra, B., et al., *5000 years of dietary variations of prehistoric farmers in the Great Hungarian Plain*. PLoS One, 2018. 13(5): p. e0197214.
23. Liem, E. B., et al., *Increased sensitivity to thermal pain and reduced subcutaneous lidocaine efficacy in redheads*. Anesthesiology, 2005. 102(3): p. 509–14.
24. Ryan, C., et al., *Sex at Dawn: The Prehistoric Origins of Modern Sexuality*. 2010: Harper.
25. Uthmeier, T., *Bestens angepasst — Jungpaläolithische Jäger und Sammler in Europa*. In: *Klimagewalten: Treibende Kraft der Evolution*. 2017: Konrad Theiss.
26. Behringer, W., *Das wechselhafte Klima der letzten 1000 Jahre*. In: ebd.
27. Müller, A., *Was passiert, wenn es kälter oder wärmer wird?* In: ebd.
28. Hallgren, E., et al., *Skulls on stakes and in water. Mesolithic mortuary rituals at Kanaljorden, Motala, Sweden 7000 BP*. In: *Mesolithische Bestattungen — Riten, Symbole und soziale Organisation früher postglazialer Gemeinschaften*. 2013: Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt.

1. Bollongino, R., et al., *2000 years of parallel societies in Stone Age Central Europe*. *Science*, 2013. 342(6157): p. 479–81.
2. Bajic, V., et al., *Genetic structure and sex-biased gene flow in the history of southern African populations*. *Am J Phys Anthropol*, 2018. 167(3): p. 656–671.
3. Mummert, A., et al., *Stature and robusticity during the agricultural transition: evidence from the bioarchaeological record*. *Econ Hum Biol*, 2011. 9(3): p. 284–301.
4. Cohen, M. N. and G. J. Armelagos, *Paleopathology and the origins of agriculture*. 1984: Orlando: Academic Press.
5. Mischka, D., *Flintbek LA 3, biography of a monument*. *Journal of Neolithic Archaeology*, 2010.
6. Brandt, G., et al., *Ancient DNA reveals key stages in the formation of central European mitochondrial genetic diversity*. *Science*, 2013. 342(6155): p. 257–61.
7. Haak, W., et al., *Massive migration from the steppe was a source for Indo-European languages in Europe*. *Nature*, 2015. 522(7555): p. 207–11.
8. Meller, H. (Hrsg.), *Krieg — eine archäologische Spurensuche*. 2015: Konrad Theiss.
9. Meller, H. (Hrsg.), *3300 BC. Mysteriöse Steinzeittote und ihre Welt*. 2013: Nünnerich-Asmus.
10. Mitnik, A., et al., *The genetic prehistory of the Baltic Sea region*. *Nat Commun*, 2018. 9(1): p. 442.
11. Fugazzola Delpino, M. A. and M. Mineo, *La piroga neolitica del lago di Bracciano, La Marmotta 1*. *Bullettino di Paleontologia Italiana* (Rome), 1995. 86: p. 197–266.
12. Greenblatt, C. and M. Spigelman, *Emerging pathogens: archaeology, ecology and evolution of infectious disease*. 2003: Oxford University Press.

Глава пятая

1. Patterson, N., et al., *Ancient admixture in human history*. *Genetics*, 2012. 192(3): p. 1065–93.
2. Skoglund, P. and D. Reich, *A genomic view of the peopling of the Americas*. *Curr Opin Genet Dev*, 2016. 41: p. 27–35.
3. Raghavan, M., et al., *Upper Palaeolithic Siberian genome reveals dual ancestry of Native Americans*. *Nature*, 2014. 505(7481):

p. 87–91.

4. Allentoft, M. E., et al., *Population genomics of Bronze Age Eurasia*. *Nature*, 2015. 522(7555): p. 167–72.

5. Anthony, D. W., *The Horse, the Wheel, and Language: How Bronze-Age Riders from the Eurasian Steppes Shaped the Modern World*. 2007: Princeton University Press.

6. Wang, C. C., et al., *The genetic prehistory of the Greater Caucasus*. *bioRxiv* 2018. 322347.

7. Mathieson, I., et al., *The genomic history of southeastern Europe*. *Nature*, 2018. 555(7695): p. 197–203.

8. Andrades Valtuena, A., et al., *The Stone Age Plague and Its Persistence in Eurasia*. *Curr Biol*, 2017. 27(23): p. 3683–3691 e8.

9. Olalde, I., et al., *The Beaker phenomenon and the genomic transformation of northwest Europe*. *Nature*, 2018. 555(7695): p. 190–196.

10. Adler, W., *Gustaf Kossinna, in Studien zum Kulturbegriff in der Vor- und Frühgeschichtsforschung*, R. Habelt, Editor. 1987. p. 33–56.

11. Heyd, V., *Kossina's smile*. *Antiquity*, 2017. 91(356): p. 348–359.

12. Kristiansen, K., et al., *Re-theorizing mobility and the formation of culture and language among the Corded Ware Cultures in Europe*. *Antiquity* 91: 334–47. *Antiquity*, 2017. 91: p. 334–47.

13. Orlando, L., et al., *Recalibrating Equus evolution using the genome sequence of an early Middle Pleistocene horse*. *Nature*, 2013. 499(7456): p. 74–8.

14. Gaunitz, C., et al., *Ancient genomes revisit the ancestry of domestic and Przewalski's horses*. *Science*, 2018. 360(6384): p. 111–114.

15. Goldberg, A., et al., *Ancient X chromosomes reveal contrasting sex bias in Neolithic and Bronze Age Eurasian migrations*. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2017. 114(10): p. 2657–2662.

16. Meller, H., A. Muhl, and K. Heckenhahn, *Tatort Eulau: Ein 4500 Jahre altes Verbrechen wird aufgeklärt*. 2010: Konrad Theiss.

17. Meller, H. and K. Michel, *Die Himmelsscheibe von Nebra: Der Schlüssel zu einer untergegangenen Kultur im Herzen Europas*. 2018: Propylaen Verlag.

18. Segurel, L. and C. Bon, *On the Evolution of Lactase Persistence in Humans*. *Annu Rev Genomics Hum Genet*, 2017. 18: p. 297–319.

Глава шестая

1. Haspelmath, M., M. S. Dryer, and D. Gil, *The World Atlas of Language Structures*. 2005, Oxford Linguistics.
2. Gray, R. D., Q. D. Atkinson, and S. J. Greenhill, *Language evolution and human history: what a difference a date makes*. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 2011. 366(1567): p. 1090–100.
3. Renfrew, C., *Archaeology and Language: The Puzzle of Indo-European Origins*. 1987: Cambridge University Press.
4. Gray, R. D. and Q. D. Atkinson, *Language-tree divergence times support the Anatolian theory of Indo-European origin*. *Nature*, 2003. 426(6965): p. 435–9.
5. Gimbutas, M. *Culture Change in Europe at the Start of the Second Millennium B. C. A Contribution to the In-do-European Problem*. In: *Fifth International Congress of Anthropological and Ethnological Sciences*. 1956. Philadelphia.
6. Kontler, L., *Millennium in Central Europe: A History of Hungary*. 1999: Atlantis Publishing House.
7. Narasimhan, V., et al., *The Genomic Formation of South and Central Asia*. bioRxiv 2018. 292581.
8. Wang, C. C., et al., *The genetic prehistory of the Greater Caucasus*. bioRxiv 2018. 322347.
9. Jones, E. R., et al., *Upper Palaeolithic genomes reveal deep roots of modern Eurasians*. *Nat Commun*, 2015. 6: p. 8912.

Глава седьмая

1. Fokkens, H. and A. Harding, *The Oxford Handbook of the European Bronze Age*. 2013: Oxford University Press.
2. Anthony, D. W., *The Horse, the Wheel, and Language: How Bronze-Age Riders from the Eurasian Steppes Shaped the Modern World*. 2007: Princeton University Press.
3. Risch, R. *Ein Klimasturz als Ursache für den Zerfall der alten Welt*. In: *7. Mitteldeutscher Archäologentag 2014*. Halle (Saale), Germany: Landesamt f. Denkmalpflege u. Archäologie Sachsen-Anhalt.
4. Knipper, C., et al., *A distinct section of the Early Bronze Age society? Stable isotope investigations of burials in settlement pits and*

multiple inhumations of the Unetice culture in central Germany. *Am J Phys Anthropol*, 2016. 159(3): p. 496–516.

5. Knipper, C., et al., *Female exogamy and gene pool diversification at the transition from the Final Neolithic to the Early Bronze Age in central Europe*. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2017. 114(38): p. 10083–10088.

6. Mittnik, A., et al., *Kinship-based social inequality in Bronze Age Europe*. Unpublished, 2019.

7. Maran, J. and P. Stockhammer, *Appropriating Innovations: Entangled Knowledge in Eurasia, 5000–1500 BCE* 2017: Oxbow Books.

8. Hofmanova, Z., et al., *Early farmers from across Europe directly descended from Neolithic Aegeans*. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2016. 113(25): p. 6886–91.

9. Meller, H., M. Schefzik, and P. Ettl, *Krieg — eine archäologische Spurensuche*. 2015: Theiss, in Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

10. Lidke, G., T. Terberger, and D. Jantzen, *Das bronzezeitliche Schlachtfeld im Tollensetal — Krieg, Fehde oder Elitenkonflikt?* In: *Krieg — eine archäologische Spurensuche*, H. Meller and M. Schefzik, Editors. 2015: Theiss, in Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

11. Schiffels, S., et al., *Iron Age and Anglo-Saxon genomes from East England reveal British migration history*. *Nat Commun*, 2016. 7: p. 10408.

12. Risch, R., et al., *Vorwort der Herausgeber*. In: *2200 BC — Ein Klimasturz als Ursache für den Zerfall der Alten Welt?* 2015: Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt.

13. Weiss, H., *Megadrought, collapse, and resilience in late 3rd millennium BC Mesopotamia*. In: ebd.

Глава восьмая

1. Little, L. K., *Plague and the end of antiquity: the pandemic of 541–750*. 2007: Cambridge University Press.

2. Bos, K. I., et al., *Eighteenth century Yersinia pestis genomes reveal the long-term persistence of an historical plague focus*. *Elife*, 2016. 5: p. e12994.

3. Bos, K. I., et al., *Parallel detection of ancient pathogens via array-based DNA capture*. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 2015.

370(1660): p. 20130375.

4. Bos, K. I., et al., *A draft genome of Yersinia pestis from victims of the Black Death*. *Nature*, 2011. 478(7370): p. 506–10.

5. Bos, K. I., et al., *Yersinia pestis: New Evidence for an Old Infection*. *PLoS One*, 2012. 7(11): p. e49803.

6. Du Toit, A., *Continued risk of Ebola virus outbreak*. *Nat Rev Microbiol*, 2018. 16(9): p. 521.

7. Rasmussen, S., et al., *Early divergent strains of Yersinia pestis in Eurasia 5,000 years ago*. *Cell*, 2015. 163(3): p. 571–82.

8. Achtman, M., et al., *Yersinia pestis, the cause of plague, is a recently emerged clone of Yersinia pseudotuberculosis*. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1999. 96(24): p. 14043-8.

9. Allocati, N., et al., *Bat-man disease transmission: zoonotic pathogens from wildlife reservoirs to human populations*. *Cell Death Discov*, 2016. 2: p. 16048.

10. Armelagos, G. J. and K. Barnes, *The evolution of human disease and the rise of allergy: Epidemiological transitions*. *Medical Anthropology: Cross Cultural Studies in Health and Illness*, 1999. 18(2).

11. Armelagos, G. J., A. H. Goodman, and K. H. Jacobs, *The origins of agriculture: Population growth during a period of declining health*. *Population and environment*, 1991. 13: p. 9–22.

12. Omran, A. R., *The epidemiologic transition. A theory of the epidemiology of population change*. *Milbank Mem Fund Q*, 1971. 49(4): p. 509–38.

13. Gage, K. L. and M. Y. Kosoy, *Natural history of plague: perspectives from more than a century of research*. *Annu Rev Entomol*, 2005. 50: p. 505–28.

14. Benedictow, O. J., *The Black Death, 1346–1353: The complete history*. 2004: Boydell & Brewer.

15. Hinnebusch, B. J., C. O. Jarrett, and D. M. Bland, «*Fleaing*» *the Plague: Adaptations of Yersinia pestis to Its Insect Vector That Lead to Transmission*. *Annu Rev Microbiol*, 2017. 71: p. 215–232.

16. Hinnebusch, B. J. and D. L. Erickson, *Yersinia pestis biofilm in the flea vector and its role in the transmission of plague*. *Curr Top Microbiol Immunol*, 2008. 322: p. 229–48.

17. Wiechmann, I. and G. Grupe, *Detection of Yersinia pestis DNA in two early medieval skeletal finds from Aschheim (Upper Bavaria, 6th century A. D.)*. *Am J Phys Anthropol*, 2005. 126(1): p. 48–55.

18. Vagene, A. J., et al., *Salmonella enterica* genomes from victims of a major sixteenth-century epidemic in Mexico. *Nat Ecol Evol*, 2018. 2(3): p. 520–528.
19. Andrades Valtuena, A., et al., *The Stone Age Plague and Its Persistence in Eurasia*. *Curr Biol*, 2017. 27(23): p. 3683–3691 e8.
20. Rascovan, N., et al., *Emergence and Spread of Basal Lineages of Yersinia pestis during the Neolithic Decline*. *Cell*, 2018.
21. Hymes, R., *Epilogue: A Hypothesis on the East Asian Beginnings of the Yersinia pestis Polytomy*. *The Medieval Globe*, 2016. 1(12).
22. Yersin, A., *Sur la peste bubonique (serotherapie)*. *Ann Inst Pasteur*, 1897. 11: p. 81–93.
23. Bergdolt, K., *Über die Pest. Geschichte des Schwarzen Tods*. 2006: C. H. Beck.
24. Keller, M., et al., *Ancient Yersinia pestis genomes from across Western Europe reveal early diversification during the First Pandemic (541–750)*. *bioRxiv* 2018. 481226.
25. Wheelis, M., *Biological warfare at the 1346 siege of Caffa*. *Emerg Infect Dis*, 2002. 8(9): p. 971–5.
26. Schulte-van Pol, K., *D-Day 1347: Die Invasion des Schwarzen Todes., in Die Zeit*. 1997.
27. Buntgen, U., et al., *Digitizing historical plague*. *Clin Infect Dis*, 2012. 55(11): p. 1586–8.
28. Spyrou, M. A., et al., *Historical Y. pestis Genomes Reveal the European Black Death as the Source of Ancient and Modern Plague Pandemics*. *Cell Host Microbe*, 2016. 19(6): p. 874–81.
29. Spyrou, M. A., et al., *A phylogeography of the second plague pandemic revealed through the analysis of historical Y. pestis genomes*. *bioRxiv*. 481242.

Глава девятая

1. World Health Organization, *Wkly. Epidemiol. Rec.*, 2011. 86(389).
2. Brody, S. N., *The Disease of the Soul: Leprosy in Medieval Literature* 1974, Ithaca: Cornell Press.
3. Cole, S. T., et al., *Massive gene decay in the leprosy bacillus*. *Nature*, 2001. 409(6823): p. 1007–11.

4. *The Mycobacterial Cell Envelope*, M. Daffe and J.-M. Reyrat, Editors. 2008, ASM Press: Washington, DC.
5. World Health Organization, *Fact Sheet Leprosy*. 2015.
6. Robbins, G., et al., *Ancient skeletal evidence for leprosy in India (2000 B. C.)*. PLoS One, 2009. 4(5): p. e5669.
7. Schuenemann, V. J., et al., *Ancient genomes reveal a high diversity of Mycobacterium leprae in medieval Europe*. PLoS Pathog, 2018. 14(5): p. e1006997.
8. Schuenemann, V. J., et al., *Genome-wide comparison of medieval and modern Mycobacterium leprae*. Science, 2013. 341(6142): p. 179–83.
9. Truman, R. W., et al., *Probable zoonotic leprosy in the southern United States*. N Engl J Med, 2011. 364(17): p. 1626–33.
10. Singh, P., et al., *Insight into the evolution and origin of leprosy bacilli from the genome sequence of Mycobacterium lepromatosis*. Proc Natl Acad Sci USA, 2015. 112(14): p. 4459–64.
11. Avanzi, C., et al., *Red squirrels in the British Isles are infected with leprosy bacilli*. Science, 2016. 354(6313): p. 744–747.
12. Irgens, L. M., [*The discovery of the leprosy bacillus*], Tidsskr Nor Laegeforen, 2002. 122(7): p. 708–9.
13. Cao, A., et al., *Thalassaemia types and their incidence in Sardinia*. J Med Genet, 1978. 15(6): p. 443–7.
14. Wambua, S., et al., *The effect of alpha+-thalassaemia on the incidence of malaria and other diseases in children living on the coast of Kenya*. PLoS Med, 2006. 3(5): p. e158.
15. Luzzatto, L., *Sickle cell anaemia and malaria*. Mediterr J Hematol Infect Dis, 2012. 4(1): p. e2012065.
16. O'Brien, S. J. and J. P. Moore, *The effect of genetic variation in chemokines and their receptors on HIV transmission and progression to Aids*. Immunol Rev, 2000. 177: p. 99–111.
17. Wirth, T., et al., *Origin, spread and demography of the Mycobacterium tuberculosis complex*. PLoS Pathog, 2008. 4(9): p. e1000160.
18. World Health Organization, *Tuberculosis (TB)*. 2018.
19. Brosch, R., et al., *A new evolutionary scenario for the Mycobacterium tuberculosis complex*. Proc Natl Acad Sci USA, 2002. 99(6): p. 3684–9.
20. Comas, I., et al., *Out-of-Africa migration and Neolithic coexpansion of Mycobacterium tuberculosis with modern humans*. Nat Genet, 2013. 45(10): p. 1176–82.

21. Bos, K. I., et al., *Pre-Columbian mycobacterial genomes reveal seals as a source of New World human tuberculosis*. *Nature*, 2014. 514(7523): p. 494–7.
22. Vagene, A. J., et al., *Salmonella enterica genomes from victims of a major sixteenth-century epidemic in Mexico*. *Nat Ecol Evol*, 2018. 2(3): p. 520–528.
23. Dobyns, H. E., *Disease transfer at contact*. *Annu. Rev. Anthropol*, 1993. 22: p. 273–291.
24. Farhi, D. and N. Dupin, *Origins of syphilis and management in the immunocompetent patient: facts and controversies*. *Clin Dermatol*, 2010. 28(5): p. 533–8.
25. Crosby, A. W., *The Columbian exchange: biological and cultural consequences of 1492*. 2003, New York: Praeger.
26. Diamond, J. G., *Germs and Steel*. New York: W. W. Norton, p. 210. In: *Guns, Germs and Steel*. 1997, New York: W. W. Norton.
27. Winau, R., *Seuchen und Plagen: Seit Armors Köcher vergiftete Pfeile führt*. Fundiert, 2002. 1.
28. Schuenemann, V. J., et al., *Historic Treponema pallidum genomes from Colonial Mexico retrieved from archaeological remains*. *PLoS Negl Trop Dis*, 2018. 12(6): p. e0006447.
29. Knauf, S., et al., *Nonhuman primates across sub-Saharan Africa are infected with the yaws bacterium Treponema pallidum subsp. pertenue*. *Emerg Microbes Infect*, 2018. 7(1): p. 157.
30. Taubenberger, J. K. and D. M. Morens, *1918 Influenza: the mother of all pandemics*. *Emerg Infect Dis*, 2006. 12(1): p. 15–22.
31. Gygli, S. M., et al., *Antimicrobial resistance in Mycobacterium tuberculosis: mechanistic and evolutionary perspectives*. *FEMS Microbiol Rev*, 2017. 41(3): p. 354–373.
32. Findlater, A. and Bogoch, I. I., *Human Mobility and the Global Spread of Infectious Diseases: A Focus on Air Travel*. *Trends Parasitol*, 2018. 34(9): p. 772–783.

Заклучение

1. Findlater, A. and Bogoch, I. I., *Human Mobility and the Global Spread of Infectious Diseases: A Focus on Air Travel*. *Trends Parasitol*, 2018. 34(9): p. 772–783.
2. Klein, L., *Gustaf Kossinna: 1858–1931*, in *Encyclopedia of Archaeology: The Great Archaeologists*, T. Murray, Editor. 1999,

ABC–CLIO. p. 233–246.

3. Kossinna, G., *Die Herkunft der Germanen. Zur Methode der Siedlungsarchäologie*. 1911, Würzburg: Kabitzsch.

4. Grünert, H., *Gustaf Kossinna. Ein Wegbereiter der nationalsozialistischen Ideologie, in Prähistorie und Nationalsozialismus: Die mittel- und osteuropäische Ur- und Frühgeschichtsforschung in den Jahren 1933–1945*, A. Leube, Editor. 2002, Synchron Wissenschaftsverlag der Autoren: Heidelberg.

5. Eggers, H. J., *Einführung in die Vorgeschichte*. 1959, München: Piper.

6. Eggert, M. K. H., *Archäologie. Grundzüge einer historischen Kulturwissenschaft*. 2006, Tübingen: A. Francke.

7. Schulz, M., *Neolithic Immigration: How Middle Eastern Milk Drinkers Conquered Europe*, in *Spiegel Online*. 2010.

8. Martin, A. R., et al., *An Unexpectedly Complex Architecture for Skin Pigmentation in Africans*. *Cell*, 2017. 171(6): p. 1340–1353 e14.

9. Jinek, M., et al., *A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity*. *Science*, 2012. 337(6096): p. 816–21.

10. Wade, N., *Researchers Say Intelligence and Diseases May Be Linked in Ashkenazic Genes*. *New York Times*, 2005.

11. Gauland, A., *Warum muss es Populismus sein?* *Frankfurter Allgemeine Zeitung*: 6. Oktober 2018.

12. Rosling, H., *Factfulness: Wie wir lernen, die Welt so zu sehen, wie sie wirklich ist*. 2018: Ullstein.

13. Ahrendt, H., *Elemente und Ursprünge totaler Herrschaft: Antisemitismus. Imperialismus. Totale Herrschaft*. 1955: Piper.

14. Seibel, A., et al., *Mögen Sie keine Türken, Herr Sarrazin?* *Welt am Sonntag*: 29. August 2010.

15. *The elementary DNA of Dr Watson*. *The Sunday Times*: 14. Oktober 2007.

Благодарности

Йоханнес Краузе благодарит Вольфганга Хаака, Александра Хербига, Хенрике Хейне, Сванте Паабо, Кэй Прюфер, Стефана Шиффельса и Филиппа Штокхаммера за критику и корректуру отдельных глав. Особенную благодарность оба автора выражают Харальду Меллеру, который вдохновлял нас своими драгоценными знаниями и рассказами о древней и ранней истории Европы и был вместе с нами.

Изложенные в этой книге знания об эволюции человека и генетической истории Европы не были бы возможны без научной работы многочисленных коллег. Отдельное спасибо вам, Эдриэн Бриггс, Эрнан Бурбано, Анатолий Деревянко, Киаомей Фу, Ричард Эдвард Грин, Дженет Келсо, Мартин Кирхер, Анна-Сапфо Маласпинас, Томишлав Маричич, Маттиас Мейер, Сванте Паабо, Ник Паттерсон, Кэй Прюфер, Удо Штенцель, Давид Рейх, Монтомери Слаткин и многим другим членам консорциума неандертальского генома.

Сердечное спасибо вам, Марк Ахтманн, Курт Алт, Наташа Арора, Эрве Бошерен, Джейн Бикстра, Александра Бужилова, Дэвид Карамелли, Стюарт Коул, Николас Конар, Изабель Кревекер, Доминик Делсате, Дороти Друкер, Матейя Хайдиньяк, Фредрик Халгрэн, Свенд Хансен, Катерина Харвати, Микаэла Хэрбек, Жан-Жак Юблин, Даниэль Хусон, Кристиан Кристиансен, Корина Книппел, Карлес Лалуэза Фокс, Иосиф Лазаридис, Марк Липсон, Сандра Лёш, Фрэнк Мейкснер, Йен Мэтисон, Майкл МакКормик, Кэй Низелт, Иниго Олалде, Людовик Орландо, Эрнст Перника, Сабина Рейнхольд, Роберто Риш, Элен Ружье, Патрик Семаль, Понтус Скоглунд, Вивьен Слон, Энн Стоун, Йири Свобода, Фредерик Валентен, Йоахим Валь, Альберт Цинк, и многим другим коллегам из области археологии, антропологии, биоинформатики, генетики и медицины. Без вас мы никогда не смогли бы реконструировать многочисленные истории из европейского прошлого.

Йоханнес Краузе также благодарит сотрудников и коллег из Тюбингенского университета и Института истории человечества при Институте Макса Планка в Йене. Особенное спасибо вам, Аида Андрадес, Кирстен Бос, Гидо Брандт, Аня Фуртвенглер, Михаль Фельдман, Вольфганг Хаак, Александер Хербиг, Чунвон Йонг, Марсель Келлер, Бен Краузе-Кайора, Адитья Ланкапалли, Ангела Мётш, Алисса Миттник, Александер Пельцер, Козимо Пост, Верена Шюнеманн, Мариа Спируо, Асхильд Вагене,

Мариёке ван дер Лооздрехт, Чуанчао Ванг, Кристина Вариннер и всем другим, кто работал над описанными в этой книге проектами.

В издательстве *Ullstein* нас очень поддержали Кристин Роттер, который помог с концепцией книги, и Ян Мартин Огирман, который помог нашу рукопись отшлифовать. Мы благодарим Петера Пальма за его четкие карты.

Йоханнес Краузе благодарит свою жену Хенрике за многочисленные дискуссии, связанные с книгой, особенно касающиеся будущего медицинской генетики. Кроме того, он благодарит своих родителей Марию и Дитера и сестру Кристину за вычитку и конструктивные комментарии ко всей рукописи. Его соавтор Томас Траппе благодарит Клаудию, Клару и Лео. За всё.

Оглавление

Пролог ... 8

Глава первая. Работа на костях ... 13

Кость на письменном столе ... 16

Миллиард в день ... 17

Прогресс через мутации ... 22

Вас приветствует первобытный человек ... 25

Праматерь всех генов ... 29

Дикие годы позади ... 35

Легенда древнего народа ... 38

Путешествие чумы и холеры ... 42

Глава вторая. Упорные иммигранты ... 45

Секс первобытных людей ... 48

Проблема инбридинга ... 52

Крепость Европы падает ... 57

Ядовитый дождь и темный горизонт ... 62

Мост на восток ... 67

Глава третья. Иммигранты — это будущее ... 71

Место под солнцем ... 74

Простая жизнь в диких условиях ... 78

Естественное предохранение, архаические ритуалы ... 82

Пионеры геной инженерии ... 85

Труп в подвале ... 88

Светлая кожа вместо мяса ... 90

Нескончаемый Балканский путь ... 96

Глава четвертая. Параллельные общества ...	99
Охотники в бегах ...	102
Стресс и нездоровое питание ...	103
Растущая готовность к насилию в тесном пространстве ...	106
Шведские тракторы ...	108
«Генетические ископаемые» на Сардинии ...	111
Наступает эпоха инфекционных заболеваний ...	113
Глава пятая. Юноши-одиночки ...	115
Индейцы и ковбои ...	118
Четырехкомпонентные европейцы ...	122
Черная дыра протяженностью в 150 лет ...	125
Поздние последствия националистической историографии ...	129
Мужское доминирование ...	134
Молоко решает ...	136
Переход к массовому содержанию животных ...	141
Глава шестая. Европейцы находят общий язык ...	143
Бессловесные кости ...	146
Извержение вулкана на Санторини ...	148
Никакого славянского языка в Великобритании ...	151
Язык — это математика ...	153
Корни в Иране ...	156
Язык как инструмент господства ...	158
Глава седьмая. Патриархальные структуры ...	161
Прогресс с помощью бронзы ...	164
Изобретение патриархата ...	166
Общество потребления и массовая продукция ...	169
Конец воинам-одиночкам ...	171
Плодородный полумесяц ...	174
Фундамент стоит ...	176
Глава восьмая. Они несут чуму ...	179
Человек — это новая летучая мышь ...	182
Бедная блоха ...	186
Помощь от Пентагона ...	188
Чума следует за иммиграцией ...	191
Верхом на лошади ...	194
Дела позднеримские ...	196
Непроницаемые границы и недоверие к незнакомцам ...	199
Атака клонов ...	204

Назад к корням ...	206
Глава девятая. Новый мир — новые эпидемии ...	209
Смерть в лепрозории ...	212
Проказа в лондонских парках ...	214
Проказа уходит, туберкулез приходит ...	219
Столетняя волна смертей ...	223
Заблуждения о сифилисе ...	226
Недооцененная угроза ...	229
Заключение. Конец черного и белого ...	233
Никакой романтизации, никакого фатализма ...	236
Тоска по лесу и лугу ...	240
Генетика реабилитирована? ...	243
Национальные границы — не генетические ...	245
Африка, черный блок ...	248
Народ и раса были когда-то ...	251
Ограниченная сила «генов интеллекта» ...	255
Соблазны человеческого дизайна ...	259
Без границ ...	263
Источники ...	265
Благодарности ...	285

«Ничего подобного с Европой еще никогда не происходило. Поток мигрантов, который хлынул в центр континента, ознаменовал собой естественный поворот времен. Прибыли огромные семьи, они хотели только одного: получить в свое распоряжение новую землю.

У европейцев не было ни единого шанса. Сначала они отступили, а затем прежняя европейская культура исчезла.

С той решающей миграционной волны минуло восемь тысяч лет...»

ОТКУДА МЫ ПРИШЛИ?

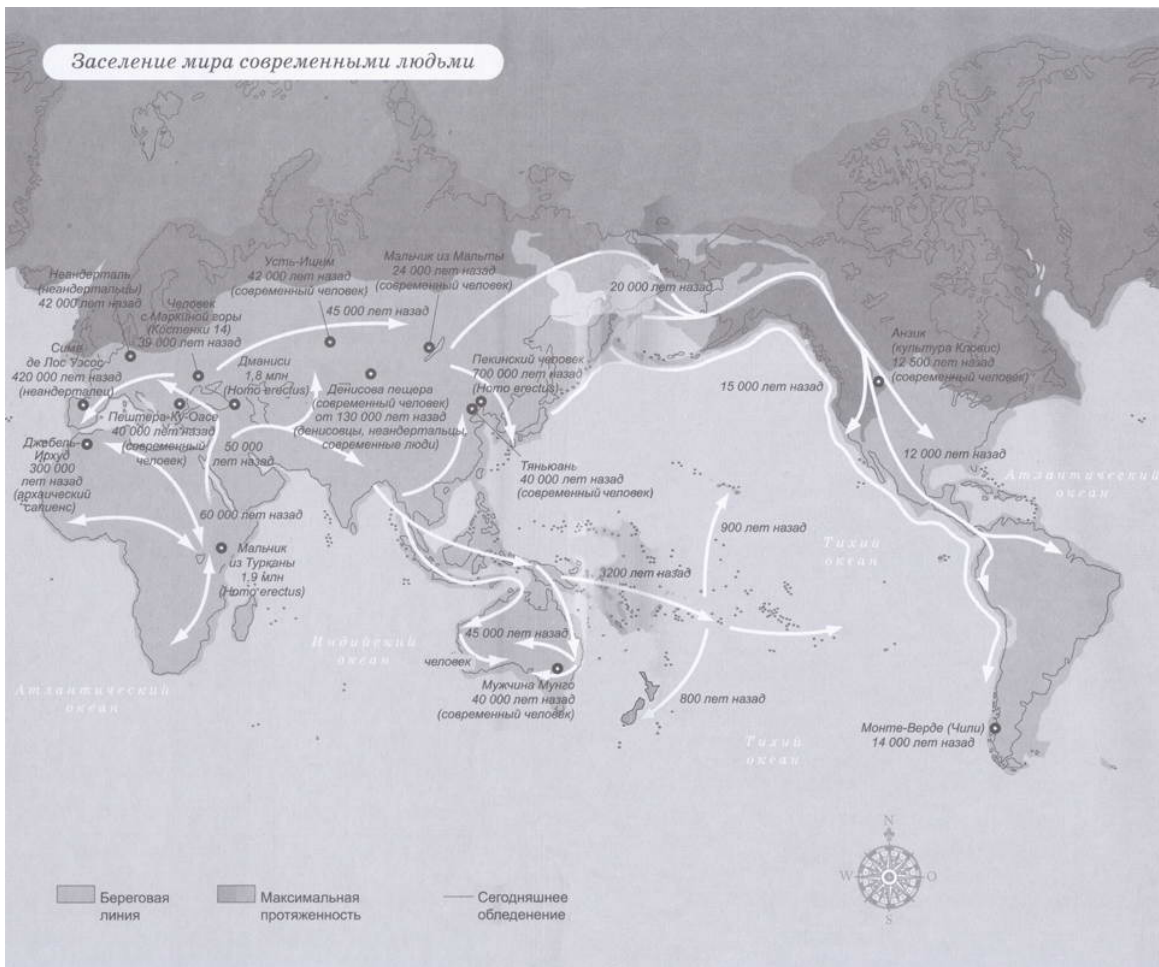
КТО МЫ?

ЧТО ОТЛИЧАЕТ ОДНИХ ЛЮДЕЙ ОТ ДРУГИХ?

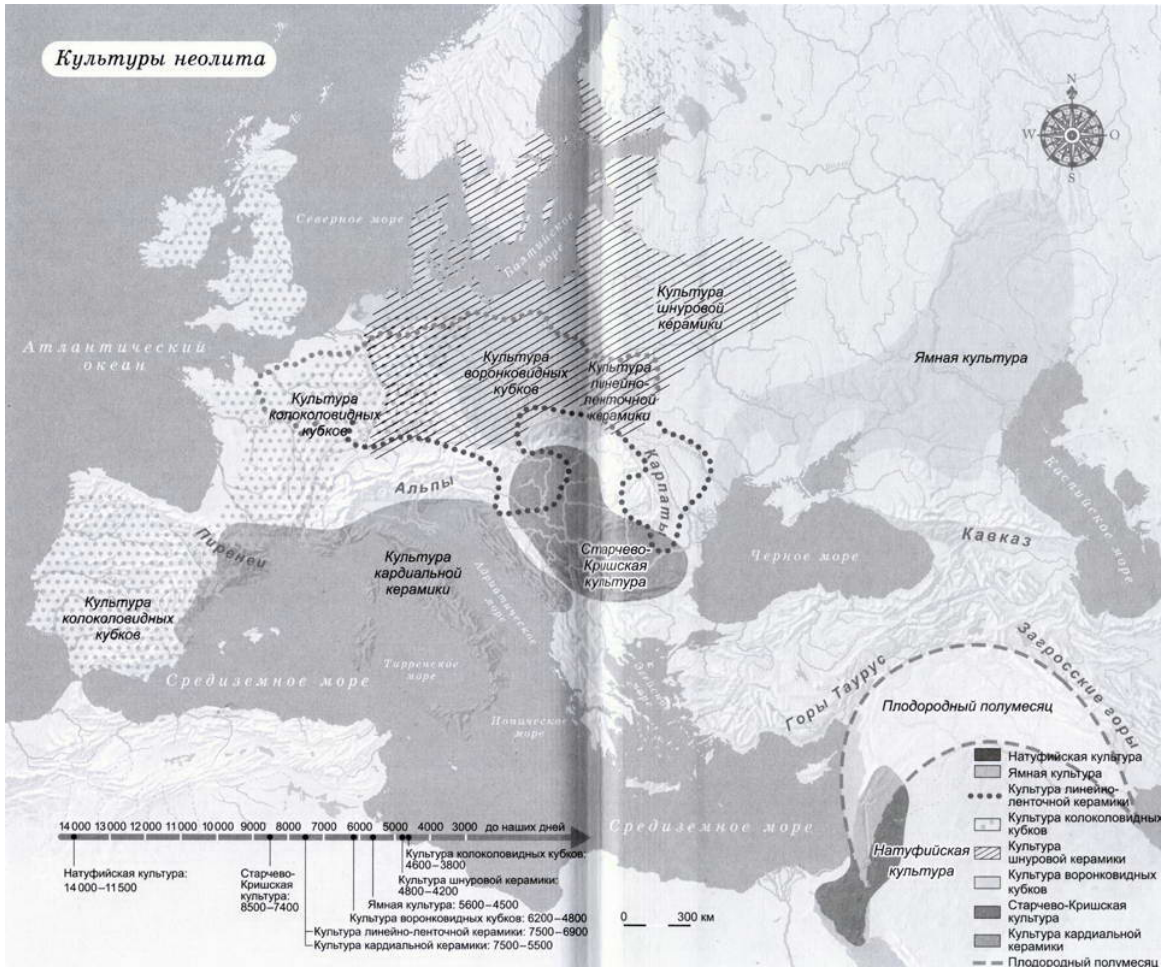
Эти вопросы актуальны сегодня как никогда. Профессор Йоханнес Краузе (выдающийся молодой ученый, мировой эксперт в области археогенетики, директор Института истории человечества при Институте Макса Планка в Йене) и научный журналист Томас Траппе обращаются к предыстории,

рассказывают о том, что гены говорят нам о нашем происхождении, и отвечают на многие вопросы:

- Существуют ли по-настоящему «местные» жители?
- Почему первые европейцы были темнокожими?
- Откуда в нашем геноме гены индейцев?
- Почему анализ генома позволяет выделить отдельные группы европейцев, но не дает оснований для разделения по национальностям?
- И наконец, почему наш континент немислим без иммигрантов?



Культуры неолита



«Ничего подобного с Европой еще никогда не происходило. Поток мигрантов, который хлынул в центр континента, ознаменовал собой естественный поворот времен. Прибыли огромные семьи, они хотели только одного: получить в свое распоряжение новую землю.

У европейцев не было ни единого шанса. Сначала они отступили, а затем прежняя европейская культура исчезла.

С той решающей миграционной волны минуло восемь тысяч лет...»

ОТКУДА МЫ ПРИШЛИ?

КТО МЫ?

ЧТО ОТЛИЧАЕТ ОДНИХ ЛЮДЕЙ ОТ ДРУГИХ?



Эти вопросы актуальны сегодня как никогда. Профессор Йоханнес Краузе (выдающийся молодой ученый, мировой эксперт в области археогенетики, директор Института истории человечества при Институте Макса Планка в Йене) и научный журналист Томас Траппе обращаются к предыстории, рассказывают о том, что гены говорят нам о нашем происхождении, и отвечают на многие вопросы:

- Существуют ли по-настоящему «местные» жители?
- Почему первые европейцы были темнокожими?
- Откуда в нашем геноме гены индейцев?
- Почему анализ генома позволяет выделить отдельные группы европейцев, но не дает оснований для разделения по национальностям?
- И наконец, почему наш континент немислим без иммигрантов?

ISBN 978-5-907241-09-1



9 785907 241091

www.portalbooks.ru

Все книги издательства «Портал»
на www.labyrinth.ru

телефон +7 (495) 745-95-25

Бесплатный телефон для регионов РФ:

8-800-500-9525

ПО РТАЛ®

12+ Знак информационной продукции

notes

Примечания

1

При полимеразной цепной реакции моделируется процесс, который происходит в нашем теле миллионы раз в день: дупликация генома при строительстве новых клеток тела. В пробирке при этом вводятся в строй такие же ферменты, что и в теле. За несколько часов благодаря постоянному удваиванию из одной молекулы ДНК могут выйти миллиарды молекул. — Здесь и далее примеч. автора, если не указано иное.

Этот наследственный материал человек наследует вместе с 23 хромосомами матери и отца. Хромосома, которую дополнительно передает по наследству отец — Y или X, определяет, будет ребенок мальчиком или девочкой.

Расшифровку человеческого генома, как огромный пирог, разделили между тысячами лабораторий. Они были настоящими фабриками с дорогостоящими машинами для секвенирования ценой в десятки миллионов долларов. Каждая лаборатория в формате непрерывного вычислительного марафона годами секвенировала миллионы пар оснований (Basepairs). В конечном итоге результаты работы отдельных лабораторий были сведены воедино, и получилось огромное общее целое.

Как бы это ни было парадоксально, новое знание может усугубить старые сомнения. Допустим, родителям вскоре после рождения ребенка станут письменно сообщать, какие риски будут сопровождать его по жизни. Для некоторых эти знания обернутся слишком большим напряжением уже потому, что данные из секвенатора должны быть сопоставимы со статистической вероятностью.

С XIX века археологи исследуют кости и артефакты — посуду, оружие, украшения — и пытаются вычислить, как жили и когда расселились по миру их предки. Очень долго археология работала как sudoku: общая картинка складывалась медленно, из комбинации многочисленных находок в сочетании с другими источниками. Например, если керамическая миска определенного вида была найдена рядом с одним скелетом, а другая подобная миска рядом с другим, считалось, что эти люди принадлежат к одной культуре и одной эпохе. По другим находкам, сделанным вблизи, например по надписям или инструментам, пытались расположить эпохи по порядку. Еще в XX веке временные классификации почти всегда основывались на грубых оценках, а для скелетов, найденных без каких-либо атрибутов, оценки были и вовсе невозможны. Ситуацию изменил радиоуглеродный метод, без которого была бы немыслима современная археология. Разработанный в 1946 году «метод C^{14} » использует в качестве измеряемой величины физическую константу: распад радиоактивного углерода — вещества, которое содержится в археологических артефактах из органических материалов и работает как встроенные часы. Метод измерения основан на процессах распада углерода, строительного материала жизни. Через фотосинтез он находит свой путь в растения, через пищевую цепочку попадает в человека и животное, а затем снова частично попадает в атмосферу. Там с помощью солнечного излучения он принимает форму нестабильных радиоактивных изотопов, так называемых C^{13} и C^{14} . Наряду с этими нестабильными изотопами растения при росте выстраивают C^{12} — исходный стабильный вариант углерода, который не меняется под воздействием солнечного излучения. Но за тысячелетия с нестабильными изотопами C^{13} и C^{14} кое-что происходит — они снова стремятся к стабильной форме C^{12} . Это физическая константа, этот процесс происходит с одной и той же скоростью во все времена, независимо от внешнего влияния. Такая устойчивость делает радиоуглеродный метод выигрышным. На очень многих местах археологических раскопок находятся объекты, содержащие углерод, и очень часто это кости или сгоревшее дерево. Соотношение стабильных и нестабильных углеродных изотопов позволяет вычислить, до каких пор в дерево или костный материал встраивались нестабильные изотопы, то есть когда эти организмы были живыми. С 1960-х годов метод C^{14} считается стандартным археологическим методом, миллионы археологических объектов были датированы таким образом. И

для археогенетики эти данные тоже незаменимы. ДНК костей открывает окно в их прошлое, но без знания о том, когда это окно было открыто, все остальные познания далеко не так ценны.

Каждый человек наследует от своих родителей от 30 до 60 таких мутаций, большинство из них — от отца: в сперме, благодаря ее постоянному воспроизводству, мутаций встречается больше, чем в яйцеклетках, с которыми девочки уже рождаются и которые не обновляются.

ДНК как строительный чертеж жизни основана на принципе трансляции и транскрипции. ДНК как носитель информации считывается в клеточном ядре и транскрибируется в так называемую РНК. Эта РНК транспортирует информацию ДНК из клеточного ядра. Рибосомы, маленькие белковые фабрики внутри клеток, считывают эту информацию и на основании полученных сведений производят белок. Решающий фактор для производства белков — последовательность пар оснований, которые считываются с ДНК в клеточном ядре.

У ядерной ДНК с ее 3,3 миллиарда пар оснований заметна более высокая информационная плотность, чем у митохондриальной ДНК, у которой всего 16 500 пар. Но ядерная ДНК в каждой клетке встречается лишь дважды, и в каждом случае она унаследована либо от матери, либо от отца. Митохондриальная ДНК же, напротив, встречается от 500 до 1000 раз, и всякий раз в идентичной форме.

Женщина, родившая дочь и сына, передает свою митохондриальную ДНК обоим детям. Внукам же передается только митохондриальная ДНК, унаследованная от дочери, от которой ее передадут своим детям тоже только внучки. Если бы выстроилась очередь, уходящая на тысячу лет назад, и каждая дочь рожала бы по дочери и сыну, то, при поколении в 30 лет, за тысячу лет на свет появились бы 33 женщины с одинаковыми митохондриальными ДНК и еще 32 мужчины, которые, однако, не передают свою митохондриальную ДНК детям. Если же у каждой дочери родится две дочери, то в одном временном периоде будет больше восьми миллиардов женщин с этой митохондриальной ДНК плюс еще сыновья этих женщин. Если мы проследим все свои родословные по части митохондриальной ДНК, каждый из нас в какой-то момент обнаружит общую прародительницу с другим ныне живущим человеком. Но оригинальную митохондриальную ДНК митохондриальной Евы никто больше в себе не несет, хоть мы все и произошли от этой женщины. За последние 160 000 лет накопилось большое число мутаций, которые привели к бесчисленным разделениям на различные линии митохондриальных ДНК.

Чем больше различий в митохондриальных ДНК у двух современных людей, тем раньше произошло их разделение. Поскольку в митохондриальной ДНК примерно каждые 3000 лет гарантированно происходит мутация, человек, живущий в наши дни, мог бы иметь в своей митохондриальной ДНК 33 мутации, которых у его предков 100 000 лет назад еще не было. При разделении двух человеческих форм, неандертальца и современного человека, этот эффект удваивается: одна форма развивает за 100 000 лет примерно 33 мутации, другая столько же, что дает разницу в 66 мутаций. Если рассматривать, к примеру, митохондриальную ДНК трех человеческих форм — денисовца, неандертальца и современного человека, — то с помощью генетических часов можно определить, когда и кто от кого должен был отделиться. Точно так же работают и расчеты относительно отделения шимпанзе от человека: на основании различий в митохондриальной ДНК ныне живущих представителей приматов обоих видов можно вычислить, что они разделились примерно семь миллионов лет назад. (Генетические часы в эти временные промежутки несколько менее надежны, чем в отношении разделений, произошедших в не такое далекое время, между современными людьми). В ядерной ДНК заметно больше унаследованных мутаций — не как в митохондриальной, одна в 3000 лет, а три в год. Тут генетические часы работают так же, только для них есть гораздо больше измеримых мутаций.

Разделение имело место в Африке, распространение вплоть до Иберийского полуострова потребовало некоторого времени.

У каждого человека двое родителей, четыре бабушки и дедушки, восемь прабабушек и прадедушек и 16 прапрабабушек и прапрадедушек. Так охватываются четыре поколения — от 80 до 100 лет. Если же родословная уходит на 20 поколений назад, то есть на 400–500 лет, то речь идет уже примерно о миллионе «прародителей». Для 30 поколений их уже больше миллиарда — по большей части это люди, жившие на земле 650 лет назад. А если вернуться на 40 поколений, прошедших со времен Карла Великого, мы чисто арифметически придем к более чем миллиарду праотцов и праматерей. Чисто теоретический расчет: тогда не у всех людей были дети, но у некоторых их было больше обычного. Многие линии родословной, которые прослеживаются во времени, пересекаются и концентрируются на тех предках, у кого детей было больше среднего. Из этого следует, что все люди, жившие 600–700 лет назад, которые имели детей и потомки которых до сих пор последовательно обзаводились потомством, с большой вероятностью встречаются в родословных всех ныне живущих европейцев.

Этот временной промежуток определяется с помощью другого анализа ДНК — анализа ДНК неандертальца, который жил около 12 000 лет назад вблизи Ульма. Его митохондриальная ДНК отличалась от митохондриальных ДНК всех доселе известных неандертальцев, которые жили позже и несли в себе митохондриальную ДНК архаических сапиенсов. С помощью генетических часов удалось выяснить, что две эти неандертальские популяции должны были разделиться не позднее чем 220 000 лет назад. Когда-то между испанским неандертальцем и этим разделением в Европу должны были прийти архаические сапиенсы и передать свою митохондриальную ДНК неандертальцам. Где именно это произошло, сказать нельзя — это могло произойти и на Ближнем Востоке.

На африканском континенте тоже имелись естественные барьеры, но их было далеко не так много и они не были такими непреодолимыми — та же Сахара, к примеру, была гораздо меньше, чем сегодня, и временами даже полностью покрывалась зеленью. Между архаическими сапиенсами в Африке могло быть меньше границ, а следовательно, больше генетического обмена.

Во всей Европе и Азии нам известны останки не более 350 неандертальцев. В Германии до сегодняшнего дня было обнаружено всего полдюжины особей. Само по себе место Неандерталь — одно из самых северных на карте с подобными находками.

Говорить о том, что изолированность защищала неандертальцев от опасностей, исходивших, к примеру, от других людей, — спекуляция. Эволюции неандертальцев такой маленький генофонд на пользу не пошел. Предположительно, у убыточных генов неандертальцев было больше шансов перейти по наследству из-за ограниченного выбора партнеров. Из-за близкого родства между родителями они зачастую несли в себе одну и ту же негативную мутацию. Еще хуже, чем неандертальцам, пришлось денисовцам. Их ДНК указывает на интенсивный инбридинг. Так, предки денисовской девочки были многократно и тесно породнены, ведь большие части Азии во времена ледникового периода были отрезаны от остального мира. Считается, что отдельные области, где находились поселения денисовцев, занимали площадь средней немецкой федеральной земли, и жили там лишь сотни особей. Выбор партнера у этих предков людей был невелик. Тем больше случалось у них вредных генетических совпадений.

Если бы это было не так, языки иммигрировавших современных людей развились бы только после выхода из Африки. Это привело бы к разным языковым уровням у нынешних популяций, например, у народов, долгое время бывших в изоляции, и народов, которые состояли в обмене с другими. Но поскольку все современные люди говорят на языках одного уровня, этот сценарий можно исключить.

Ген FOXP2 — это так называемый транскрипционный фактор, он может включать и выключать в геноме сотни других генов. Почему эта функция влияет на языковые способности, до сих пор до конца непонятно. Особенной известностью в науке пользуется случай «семьи КЕ», живущей в Англии: у половины членов этой семьи большие проблемы с артикуляцией и пониманием языка. От одного из родителей они унаследовали мутировавший ген FOXP2. В своей докторской, где я исследовал гены ядерной ДНК неандертальца — за годы до расшифровки его целого генома — мне удалось выяснить, что гены FOXP2 шимпанзе и современного человека отличаются по двум строительным блокам, а гены неандертальца и современного человека — нет. Значит, FOXP2 изменился до того, как современный человек и неандерталец разделились. Поскольку FOXP2, очевидно, лишь косвенно делает освоение языка возможным, я разработал более осторожную формулировку: сравнение генов FOXP2 неандертальца и человека по крайней мере не позволяет заключить, что неандерталец не мог говорить.

Так, незадолго до Второй мировой войны в пещере Схул, на территории нынешнего Израиля, нашли кости человека, который умер там 100 000 лет назад. Его предки жили южнее Сахары. С тех пор не проходит и года без новых найденных останков современных людей за пределами Африки. Их объединяет то, что люди, живущие в наше время, уже не несут в себе их гены.

Мы знаем, что человек из Пештера-ку-Оасе, живший 42 000 лет назад, не оставил своих генов в современных европейцах, а вот человек с Маркиной горы, живший после извержения вулкана, это сделал. Значит, реалистичен следующий сценарий: извержение вулкана могло сильно сократить число современных людей, пришедших в Европу перед катастрофой, а возможно, и полностью их уничтожить. И тогда, с новой иммиграционной волной, через Дунайский коридор распространились наши прямые предки — люди ориньякской культуры. Но это лишь предположения, поскольку в точности последовательность событий, имевших место 40 000 лет назад, восстановить невозможно. Кроме того, до сих пор есть только два генетических образца времен ориньякской культуры. Второй секвенированный человек из этой эпохи жил примерно 38 000 лет назад в бельгийском Гойе (Goyet) и тоже нес в себе гены нынешних европейцев.

Предположительно, люди граветтской культуры последовали за азиатским мамонтом, который как раз в то время распространился по Европе. То, что это крупное животное в Европе не пережило извержение вулкана и его место заняли азиатские виды, только теория. Также вероятно, что он был уничтожен еще раньше людьми, в эпоху ориньякской культуры, или что новоприбывшие люди последовали за «своей» дичью, а потом стерли с лица земли уже местные виды.

Изолированность людей на юге можно доказать с помощью генетики: в 2018 году мы расшифровали первые гены эпохи ледникового периода с севера Африки. Останки были найдены в гроте Тафоральт в Марокко. Секвенирование показало, что люди, жившие там примерно 15 000 лет назад, не вступали в генетический обмен со своими европейскими соседями.

Здесь они в целях упрощения называются микенцами, хотя это обозначение появилось в XIX столетии, а сами они определенно называли себя совершенно иначе.

CRISPR означает Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats, то есть короткие палиндромные повторы, регулярно расположенные группами. Cas — значит ассоциированный с CRISPR.