

# Номо Sapiens. Краткая история эволюции человечества

**Автор:**

[Эдвард Норберт](#)

Номо Sapiens. Краткая история эволюции человечества

Эдвард Норберт

Лучшие научно-популярные книги

Все знают, что человек произошел от обезьяны, но на этом у большинства людей знания об эволюции человека заканчиваются. Волшебное превращение (а оно и впрямь волшебное) представляется примерно так - обезьяна спустилась с дерева на землю, встала на задние конечности, взяла в руки палку и... стала человеком. Но как много на этом пути вопросов и спорных моментов, которые до сих пор не могут решить антропологи!

Зачем обезьянам понадобилось спускаться с деревьев? В какой момент произошло судьбоносное превращение обезьяны в человека? Почему не все обезьяны превратились в людей? Где находится прародина человечества? Чем половой отбор отличается от естественного? Почему прамаменька человечества Ева жила на шестьдесят тысяч лет раньше праотца Адама? Какие преимущества дают потные ладони? Кто такие неандертальцы и чем они отличаются от денисовцев? Кто мы такие - венец эволюции или промежуточное звено? В этой книге рассмотрена полная история эволюции человека, становление рода Номо и изменения, которые сопровождали наших предков на протяжении тысячелетий. Благодаря сочетанию легкости подачи серьезного научного материала с энциклопедической широтой кругозора, книга читается как увлекательный приключенческий роман. Роман о нашей с вами эволюции!

В формате a4.pdf сохранен издательский макет.

Эдвард Норберт

Homo Sapiens. Краткая история эволюции человечества

«В науке существуют реальные знания и знания, создающие духовный комфорт; они не обязательно совпадают. В науках о человеке различие двух этих видов почти невозможно. Мы ничего не знаем так скверно, как самих себя, – не потому ли, что, пытаясь узнать, и узнать достоверно, что именно сформировало человека, мы заранее исключаем возможность сочетания глубочайшей необходимости с нелепейшими случайностями?»

Станислав Лем, «Глас Господа»

«Так как рождается гораздо более особей каждого вида, чем сколько их может выжить, и так как, следовательно, постоянно возникает борьба за существование, то из этого вытекает, что всякое существо, которое в сложных и нередко меняющихся условиях его жизни, хотя незначительно, изменится в направлении, для него выгодном, будет иметь более шансов выжить и, таким образом, подвергнется естественному отбору».

Чарльз Дарвин, «О происхождении видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь»

© Норберт Э., текст

© ООО «Издательство АСТ»

Предисловие

Если вы думаете, что интерес человека к своему происхождению возник на пустом месте, то сильно ошибаетесь. Всему виной мать наша Эволюция и ее сын Естественный Отбор. Это они вынуждают нас интересоваться собственным прошлым, поскольку любое полезное знание (а что может быть полезнее знания о себе?) дает нам преимущество перед другими людьми, а стало быть, повышает

наши шансы на выживаемость.

Термин «эволюция» (от латинского слова «эволютио» – «развертывание») был введен в науку в XVIII веке швейцарским зоологом Шарлем Бонне. Под эволюцией в биологии понимают необратимый процесс исторического изменения живых существ и их сообществ.

Знаете, в чем уникальная особенность и величайшее несчастье Человека (давайте уж напишем это слово с заглавной буквы, как имя) от прочих обитателей нашей планеты? Прочие обитатели конкурируют с самыми сильными, самыми быстрыми или, скажем, самыми плодовитыми собратьями, а мы вынуждены конкурировать с самыми умными... Лютому врагу не пожелаешь такой доли, если уж говорить начистоту. Ведь не успеем мы придумать какую-нибудь хитрость, дающую нам преимущество над другими людьми, как эти самые другие тут же придумывают контрхитрость, которая сводит все наши достижения на нет. Вам ничего это не напоминает? А могло бы напомнить пресловутую гонку вооружений, когда в ответ на каждое супероружие, разработанное вероятным противником, тотчас же разрабатывалось нечто суперзащитное и в результате получался замкнутый круг. Зато подобные упражнения замечательно стимулируют развитие интеллекта. Стали бы мы с вами теми, кто мы есть, без постоянного интеллектуального соперничества с ближними нашими? Да никогда! История и сестра ее Эволюция не знают сослагательного наклонения (и это к счастью!), но если бы не наши постоянные умственные упражнения, то миром сейчас правили бы не мы, а неандертальцы. Или, к примеру, денисовцы (дочитав эту книгу до середины, вы узнаете, кто это такие).

У книги, которую вы собрались прочесть, есть три особенности.

Первое – она глубоко научна, то есть опирается на научные факты и не содержит никаких вымыслов, которыми так богата современная литература, чересчур смело именуя себя «научно-популярной». Слово «научно» обязывает ко многому, и я, как автор, прекрасно это понимаю. Понимаю и стараюсь соответствовать изо всех сил.

Второе – материал подается по школьному принципу, то есть – от простого к сложному. Книга состоит из двух частей – вводной и основной. Сначала даются какие-то «фундаментальные» сведения, без которых попросту нельзя понять, о чем далее пойдет речь, затем идут общие обзоры и введения в тему,

формирующие представление о предмете, а уже после это представление углубляется по разным направлениям. В результате, после прочтения этой книги, в голове у читателя остается не «сборная солянка» из разрозненных сведений об эволюции человека, а довольно стройная система знаний. Для подготовки к экзаменам на биологическом факультете университета книга не годится, это все-таки не учебник, но сможете понять, с чего все началось, как все шло и чем все закончилось. Впрочем, чем все закончилось, можно понять и без книг – достаточно посмотреть на себя в зеркало.

Вам кажется что эволюция была придумана для того, чтобы создать в вашем лице Венец Творения и Властелина Мира? Что уж греха таить, всем нам это кажется. И не возникает никаких сомнений в том, что именно так все оно должно было быть...

Но если бы на каком-то этапе все пошло чуточку не так, то вполне возможно, миром бы сейчас правил не Человек разумный, а Шимпанзе разумный. Разнообразные вариации на тему «Планета обезьян» все смотрели или читали? Эта тема фантастична примерно на 5 %. 95 % могло бы быть правдой. Точно так же, как могло быть правдой и то, что миром стали бы править неандертальцы. А что? Если бы неандертальцы сожрали бы всех кроманьонцев (простите автору эту суровую научную прямоту), то стали бы единоличными и полновластными хозяевами мира. Возможно, к нашему времени они освоили бы мореплавание и начали покорение далеких земель...

Горилл тоже не следует сбрасывать со счетов. У них были весомые шансы стать разумными... Более того – у них (как и у шимпанзе) эти шансы есть и по сей день. Никто из ученых не возьмется отрицать того, что со временем шимпанзе или гориллы могут эволюционировать в разумных существ. Вот черепахам или паукам это вряд ли удастся, а человекообразным обезьянам – вполне... «Pourquoi pas?», как говорят французы – почему бы и нет?

Третье – несмотря на свою исключительную и абсолютную научность, эта книга написана живым и легким слогом. Во время работы над книгой автор боялся только одного – показаться занудливым и скучным. Страх сделал свое дело. Сделал и исчез. Кстати говоря, знаете ли вы, кто виноват в том, что мы так часто испытываем страхи и всякого рода беспокойства? Эволюция виновата! Это она, злодейка, приучила нас трепыхаться по поводу и без, поскольку тот, кто часто беспокоится, лучше заботится о своей безопасности, чем тот, кому, образно говоря, море по колено и сам черт не брат. А чем лучше мы заботимся о своей

безопасности, тем выше наши шансы дожить до половозрелого возраста и оставить потомство. И чем дольше мы проживем, тем больше потомства сможем оставить (ну, хотя бы теоретически).

Эта книга посвящена эволюции человека, но человек всего лишь один из субъектов эволюции. Субъектов у эволюции великое множество, а законы одни и те же. Так что вы можете рассматривать эту книгу не как историю эволюции человека, а как историю эволюции на примере человека.

Да, слово «эволюция» переводится с латинского как «развертывание». Это главное, что нужно знать об эволюции. Все остальное – детали.

## Часть первая

### Вводная, или околоэволюционная

#### Глава первая

Что такое эволюция – луч порядка в темном царстве хаоса или упорядоченный хаос?

Что такое эволюция?

Если вы затрудняетесь дать четкий ответ на этот вопрос, то уж общее представление о предмете наверняка имеете. Сейчас воображение нарисовало вам долгий путь от первой живой клетки до венца творения природы – Человека Разумного, Homo Sapiens. И этот долгий путь называется эволюцией. Каков он, не совсем понятно, но начало и конец обозначены ясно. В результате непрерывного прогресса, который называется эволюцией, из простейшей клетки получились мы с вами, высокоорганизованные разумные существа. Между прочим – единственные разумные существа на нашей планете, и на этом основании можем считать себя конечной целью эволюции. Согласитесь, что сознавать это приятно. Даже очень.

Погордились немного? Искупались в воображаемых лучах славы? Воспарили высоко над облаками? Оно и славно. Положительные эмоции не только приятны, но и полезны. А теперь давайте спустимся с небес на землю и забудем обо всем, что только что прошли. Кроме одного – того, что мы с вами на сегодняшний день являемся единственными разумными существами на нашей любимой и единственной планете. На сегодняшний день. Не исключено, что завтра (с точки зрения эволюции «завтра» означает примерно миллион лет) на Земле появятся и другие разумные существа, причем не обязательно из отряда приматов. Кто сказал, что разумом могут обладать только приматы?

Но «завтра» – это не наша тема. Наши темы – «вчера», «позавчера» и «в прошлом месяце», ведь мы говорим об истории эволюции, о том, что было, а не о том, что будет. Тем более что ни один ученый, каким бы гениальным он ни был, не возьмется предсказать будущие пути эволюции. И спрогнозировать их на компьютере не получится, даже на самом мощном.

Почему не получится? Разве у эволюции нет законов, направлений и конечных целей?

Законы есть, без них ни одному природному явлению не обойтись, направленность тоже имеется, без нее никак, а вот конечных целей нет.

Да, представьте себе – нет! И никогда не было!

Не спешите записывать автора в креационисты. Если кто не знает, то так называются те, кто отрицает эволюцию, считая, что все живое на Земле было создано сразу в том самом виде, в котором и существует поныне. Отрицание наличия у эволюции конечных целей не означает отрицания самой эволюции.

Есть у эволюции начало, но нет у эволюции конца...

Что такое эволюция – луч порядка в темном царстве хаоса или упорядоченный хаос?

Ни то, ни другое. И вообще термины «порядок» и «хаос» к эволюции неприменимы. Эволюция ничего не упорядочивает и не хаотизирует. Суть этого явления заключается в постоянном и непрерывном приспособлении к

изменяющимся условиям окружающей среды. Только в приспособлении!  
Приспособление к окружающей среде это единственная цель эволюции.

Эволюция бессистемна, у нее нет какой-то программы и способности к прогнозированию. Все происходит только здесь и сейчас. Полезные признаки закрепляются, бесполезные – отвергаются. Возможно, бесполезный в настоящее время признак может стать невероятно полезным в будущем, при условии добавления к нему каких-то дополнительных признаков, но будущее эволюцию не интересует и просчетом ходов вперед она не занимается.

Каков механизм эволюции?

Он весьма прост. Особь, обладающая каким-то новым полезным признаком (о том, как эти признаки появляются, мы поговорим в следующей главе), сможет прожить дольше и дать больше потомства, чем особи, которые этого признака не имеют. Больше преимуществ – дольше жизнь – больше потомков, унаследовавших полезный признак. Таким образом полезные признаки закрепляются в популяции.

Вот пример. Когда-то все зайцы, обитающие в местностях с устойчивым зимним снежным покровом, и зимой и летом имели одинаковую серую или рыжеватую-серую окраску. Но вот среди них появился заяц, у которого зимой шерсть становилась белой. Этот суперполезный маскировочный признак позволил зайцу прожить долгую жизнь и оплодотворить впятеро больше самок, чем другие зайцы. Потомки, унаследовавшие белую зимнюю окраску, тоже жили дольше и оставляли больше потомства, нежели «одноцветные» зайцы. Со временем «одноцветные» зайцы исчезли совсем, уступив место новому виду – зайцу-беляку.

Что такое популяция?

Популяцией называется совокупность организмов одного вида, длительное время обитающих на одной территории и частично или полностью изолированных от особей других аналогичных групп того же вида. Особи, составляющие одну популяцию, могут свободно скрещиваться между собой, поскольку внутри популяции отсутствуют какие-либо изоляционные барьеры. Примером популяции могут служить рыбы или, скажем, лягушки одного вида, обитающие в одном пруду.

Может возникнуть вопрос – почему мы говорим о закреплении полезных признаков в популяции особей одного вида, а не во всем виде в целом?

Дело в том, что в подавляющем большинстве случаев биологические виды разделены на составные изолированные (изолированные!) части – популяции, и, вследствие изоляции этих самых популяций друг от друга, эволюционные процессы в них могут протекать по-разному, в разных направлениях и с разной интенсивностью. Различия между процессами в разных популяциях могут приводить к образованию других подвидов, видов и родов. Именно благодаря этим различиям живой мир нашей планеты так разнообразен. На сегодняшний день науке известно около 400 000 видов растений и примерно 1 500 000 видов животных, а всего, как предполагают ученые, на нашей планете обитает около 9 000 000 видов живых организмов. И все они произошли от одной клетки-праматери. Так, во всяком случае, принято считать.

Девять миллионов видов от одной клетки! Благодаря тому, что в разных популяциях эволюционный процесс шел по-разному.

Популяция, а не биологический вид, является структурной единицей эволюции. Говоря об эволюции, мы подразумеваем процессы, происходящие в популяциях.

Человечество тоже делится на популяции, причем в этих популяциях барьеры могут быть не только физическими, но и социальными. Так, например, представители различных национальностей или конфессий, живущие в одной местности, но заключающие браки только со своими соотечественниками или единоверцами, по сути представляют собой различные популяции. Причем социальные барьеры могут оказываться сильнее физических. Индусу, живущему в Нью-Йорке, придерживающемуся исконных национальных традиций и исповедующему индуизм, гораздо проще вступить в брак с индуской из Дели, нежели с ирландкой, живущей в одном доме с ним.

Не думайте, что эволюция всегда представляет собой прогресс. У любой медали, как известно, есть две стороны. Эволюция – это развитие, а развитие может протекать как по направлению от низшего к высшему, так и наоборот. Мы с вами являемся итогом прогрессивного развития, а паразитические плоские черви – регрессивного. Паразитический образ жизни привел к упрощению строения червей. А зачем им нужны сложные пищеварительная и нервная системы или же хорошо развитые органы чувств? Черви-паразиты не добывают себе питания, питание приходит к ним само, подается «на блюдечке» организмом, в котором

они паразитируют. Заодно организм-хозяин обеспечивает паразитам защиту от естественных врагов и прочих неблагоприятных факторов. Червям-паразитам нужно только одно – иметь хорошо развитые приспособления-присоски, крючки и тому подобное – позволяющие удерживаться в кишечнике хозяина. Если среди таких червей появится особь с более развитой нервной системой, то этот признак не даст ей никакого преимущества и потому не будет закреплён в потомстве. Проще говоря, такой червь-паразит не даст больше потомства, чем другие. Преимущество является преимуществом только тогда, когда оно даёт реальную выгоду. Отличный наездник, король родео, оказавшись в джунглях, где можно передвигаться только на своих двоих, из супермена превратится в обычного человека.

В нашей истории тоже можно найти примеры регресса. Причем такие, которые касаются самого дорогого, что у нас есть – нашего головного мозга, этого супероргана, наличие которого возвышает нас над всеми прочими организмами, населяющими нашу планету, и даёт право добавлять к названию рода «Человек» прилагательное «разумный». Два раза, потому что мы с вами, современные люди, зовёмся *Homo sapiens sapiens* – Человек разумный разумный. Согласитесь, что быть дважды разумным или разумным в квадрате (это уж как вам угодно, так и считайте) приятнее, чем называться «Человеком современной анатомии» или «неоантропом». Но если говорить серьёзно, то дело не в названии нашего вида, а в наших способностях, которые возвышают нас над остальными приматами и прочими млекопитающими. Таких кардинальных особенностей у нас с вами две – разум и прямохождение.

Так вот, что касается разума, то принято считать, что чем крупнее, то есть – чем развитее мозг, тем умнее существо. Применительно к отдельным особям это правило часто может не срабатывать. История знает массу гениев с маленькой головой, а врачам нередко приходится иметь дело с умственно отсталыми «головастиками». Но с точки зрения вида, то есть – при большой статистической выборке, правило работает. Разумеется, нужно учитывать не просто объём и массу головного мозга, а отношение этих показателей к общим показателям организма. Мозг кашалота весит около девяти килограмм, а вес мозга взрослого человека – от одного до двух килограмм. Но в процентном соотношении вес нашего мозга составляет два процента от массы тела, а у кашалота этот показатель равен 0,0025 %.

Впрочем, из любого правила есть исключения. Наибольшую относительную массу головного мозга имеет птичка колибри, масса мозга которой составляет

/

массы тела. Но наличие интеллекта у колибри пока еще не замечено. Хотя, возможно, эти маленькие птички настолько умны, что скрывают свой интеллект от посторонних...

Если вы думаете, что современные люди обладают наиболее крупным головным мозгом, чем их предки, то ошибаетесь. Самый большой головной мозг, как в прямом, так и в процентном смысле, был у людей, живших в начале эпохи верхнего или позднего палеолита[1 - Палеолит (в переводе с греческого - «древнекаменный (век)») - это первый исторический период каменного века с начала использования каменных орудий гоминидами (около 2 700 000 лет назад) до появления у человека земледелия приблизительно в 10-м тысячелетии до н. э. Палеолит занимает большую часть времени существования человечества (около 99 %).], иначе говоря - 40 тысяч лет назад. А затем тенденция увеличения головного мозга сменилась на обратную. Мозг начал уменьшаться и уменьшился примерно на 10 %.

Почему?

Да потому что все в природе предельно рационально.

Большой головной мозг - весьма дорогое «удовольствие». Составляя около 2 % от массы тела, наш головной мозг потребляет четвертую часть поглощаемого организмом кислорода и примерно пятую часть энергии, расходуемой организмом! Иначе говоря, чем больше голова, тем больше пищи нужно индивидууму. А добыча пропитания была для наших предков весьма сложным делом. Можно сказать, что они только этим и занимались, ну еще и размножались попутно. Это раз.

Большой головной мозг - весьма опасное для жизни «удовольствие». Чем больше голова плода, тем чаще возникают осложнения во время родов. Эти осложнения представляют серьезную опасность для жизни матери и ребенка даже в наше время, при современном уровне развития медицины. А теперь попытайтесь вообразить, насколько опасными они были в домедицинскую эру. Это два.

Сложите первое со вторым и вы получите третье – вывод относительно того, что все хорошо в меру и головной мозг должен быть ровно таким, каким он нужен. Да, конечно, если бы эволюция могла бы знать о том, что рано или поздно наступит эпоха технического прогресса, плавно переходящая в век нанотехнологий... Но эволюция, как мы уже знаем, вперед не смотрит, а оперирует сиюминутными критериями. Как только необходимость в очень большом головном мозге отпала, так обладатели этого признака лишились своего преимущества над остальными особями. Признак перестал считаться полезным, и эволюция перестала обращать на него внимание. В результате размер головного мозга уменьшился до эволюционно необходимого.

Это может показаться невероятным и абсурдным. Как могло так случиться? Что вообще должно было произойти для того, чтобы ум перестал считаться достоинством? То есть – полезным признаком? Да еще когда – 40 000 лет назад! Тогда люди жили в пещерах, использовали примитивные каменные орудия труда, добывали пропитание охотой и собирательством. Нам с вами есть к чему приложить интеллект, а уж нашим далеким предкам и подавно было! Они могли скорее научиться обрабатывать металлы, придумать колесо, арбалеты, паровой двигатель и много-много-много чего другого. Неужели предки вдруг сделались настолько умственно ленивыми, что эволюция отобрала у них примерно десятую часть головного мозга?

Нет, не в лени дело, а в альтруизме, морали и кооперации.

Да-да – в альтруизме, морали и кооперации. Можете не искать опечаток там, где их нет. У разумных существ есть две разновидности эволюции – биологическая и культурно-социальная, которую мы для простоты будем называть социальной. В ходе социальной эволюции у людей формировались и продолжают формироваться моральные нормы и законы совместного жительство. Биологическая эволюция происходит непрерывно, ее можно сравнить с медлительной улиткой, а социальная эволюция идет скачками – в течение некоторого времени накапливаются предпосылки, а затем что-то происходит, причем не обязательно хорошее.

Изначально первобытные люди жили маленькими группами, средняя численность которых обычно не превышала 30–40 человек. Небольшой группе трудно добывать пропитание, еды всегда не хватало, поэтому от иждивенцев старались избавиться. Если детей защищал врожденный инстинкт размножения и чадолюбия, то стариков, не способных к добыванию пищи, защищать было

некому. От них избавлялись как от обузы – не делились с ними едой, обрекая тем самым на голодную смерть, изгоняли из общины или же убивали. Тем самым дееспособные члены группы избавлялись не только от лишних ртов, но и от полезного жизненного опыта, накапливаемого стариками. Условными, надо сказать, «стариками», которым на деле было лет 30–35. Знания не передавались из поколения в поколение, каждое поколение начинало копить знания с некоего условного нуля, доходя до всего своим собственным умом. Разумеется, для этого требовалось много ума. После того, как люди начали альтруистически заботиться о беспомощных стариках, делиться с ними пищей, вместо того чтобы съесть ее самим, то есть после того, как человек начали проявлять альтруизм по отношению к ближнему, обнаружилось одно крайне весомое преимущество такого поведения – в благодарность за заботу старики делились с молодежью своим опытом. В результате для нормальной, успешной и продуктивной жизнедеятельности людям стало требоваться меньше ума. Вдобавок стремление к кооперации, объединению в большие группы, позволяло обмениваться накопленным опытом, расширять багаж знаний. А раз так, то зачем кормить лишние участки этого невероятно прожорливого органа и подвергаться лишнему риску при родах? Эволюция «подсуетилась» и уменьшила мозг человека до разумно нужного объема. Технический прогресс и нанотехнологии придут через десятки тысяч лет, а кормить мозг нужно сейчас, причем – ежедневно. Так что удивляться нечему. Пускай тетушка Эволюция не обладает воображением и не умеет заглядывать в будущее, просчитывая надолго вперед последствия своих действий, но в здравом смысле и рачительности ей не откажешь. С этой стороны у нее все четко и строго. Впрочем...

Впрочем, если вы думаете, что все-все признаки, сохранившиеся у нас с вами или у представителей других видов в ходе эволюции, безусловно и абсолютно полезны, то сильно ошибаетесь. Многие признаки наследуются в комплексе, единым блоком. Почему так происходит, вы узнаете из следующей главы. Пока что запомните, что есть такое явление, как сцепленное наследование признаков. Например, к полезному удлинению ног у антилопы (пример условный), позволяющему ей быстрее бегать, а стало быть, избегать зубов хищников, «бонусом» могут прилагаться такие признаки, как истончение зубной эмали и снижение секреторной функции клеток слизистой оболочки желудка. Что получается в результате? Лев такую антилопу не догонит, предпочтет менее быструю особь, но из-за проблем с зубами и пищеварением эта антилопа будет болезненной, долго не проживет и большого потомства не оставит. Недостатки, передающиеся по наследству в комплексе с преимуществом, могут сводить это преимущество на нет.

Отвлеченный исторический пример – в советское время было распространено такое явление, как продажа товаров населению «с нагрузкой». Дефицитные товары, пользующиеся высоким спросом, помогали продавцам избавляться от товаров, которые никто не покупал. Баночка растворимого кофе (сейчас трудно вообразить, что когда-то это был дефицит из дефицитов) продавалась вместе с тремя пачками сухого киселя (знаком ли ныне кому-нибудь такой полуфабрикат?) или с трехлитровой банкой томатного сока весьма сомнительного качества. Несешь домой такую покупку и не знаешь – радоваться ей или нет. С одной стороны, удалось купить дефицитный кофе. С другой – по сути дела пришлось переплатить за него вдвое или втрое больше, поскольку ни кисель, ни сок, ни что-то еще «нагрузочное» тебе не нужны. Примерно так же происходит и с некоторыми признаками. Не стоит думать, что эволюция отбирает одно только полезное. Вместе с полезным, в связке с ним, может передаваться по наследству и бесполезное. А иногда и вредное.

Самое время задуматься над тем, существует ли вообще эволюция или ее выдумали ученые?

Давайте задумаемся, ведь думать очень полезно. Не стоит слепо идти на поводу у других, даже если это авторитетные ученые. История знает множество научных концепций, которые в свое время казались весьма убедительными, а впоследствии были отвергнуты-опровергнуты. «Доверяй, но проверяй», как гласит народная мудрость.

Отрицать наличие эволюции довольно легко. Достаточно встать в позу требовательного мыслителя (придумайте эту позу сами) и сказать: «А ну-ка покажите мне эту вашу эволюцию!»

Никто вам эволюцию до изобретения машины времени не покажет, поскольку эволюция представляет собой весьма длительный процесс, растянутый на тысячи... нет – на десятки тысяч, на сотни тысяч и на миллионы лет... Если мы на протяжении всей своей жизни станем наблюдать за каким-нибудь биологическим видом, то никакой эволюции не увидим – слишком уж мал срок для того, чтобы хоть что-то произошло, чтобы хоть что-то заметить.

Но кто сказал, что прямые доказательства нельзя заменить косвенными?

Давайте начнем с химии и биологии. Подавляющее большинство живых организмов, населяющих нашу планету, имеют клеточное строение, и клетки эти, с одной стороны, очень разные, а с другой – весьма похожи друг на друга. Одни лишь вирусы не имеют клеточного строения, но их не все ученые считают живыми организмами. Вирусы принято считать особой формой жизни. Но дело не в вирусах, а в том, что клетка является структурно-функциональной единицей большинства живых организмов, населяющих нашу планету. Организмы эти могут быть одноклеточными, состоящими из одной-единственной клетки, и многоклеточными, как мы с вами.

Разве общность клеточного строения не является доказательством наличия общих предков? Еще как является!

Пойдем дальше. Помимо внешнего сходства, клетки всех организмов имеют довольно схожий химический состав. Повсюду и везде «царят» нуклеиновые кислоты и белки, а в качестве аккумуляторов энергии используются молекулы аденозинтрифосфорной кислоты (сокращенно – АТФ). Обмен веществ и энергии в разных клетках также имеет схожие черты...Считать это сходство случайным нельзя. Это все равно, что предположить, будто несколько разных писателей, или композиторов, или художников, творя по отдельности, могут создать одинаковые произведения. Возможно ли такое? Конечно же нет.

В природе, как и в следственной практике, все совпадения неслучайны! Давайте запишем это утверждение крупными буквами в свои молескины. Оно нам еще пригодится.

Существуют также и эмбриологические доказательства эволюции. Начальные стадии эмбрионального развития многоклеточных живых организмов очень похожи, что неопровержимо свидетельствует о единстве их происхождения.

Сходство начальных стадий эмбрионального развития позвоночных

Множество доказательств эволюции дает палеонтология, наука, изучающая организмы, существовавшие в прошлые геологические периоды. Окаменевшие

остатки и отпечатки древних организмов дают нам возможность сравнивать потомков, то есть – ныне существующие виды, с предками и отслеживать изменения, произошедшие в результате эволюции. Так, например, установлено, что современные однопалые травоядные лошади происходят от более мелких пятипалых всеядных предков, населявших нашу планету примерно 70 000 000 лет назад. Эти пралошади обитали в лесах, но глобальное изменение климата, приведшее к сокращению площади лесов на планете и увеличению площади степей, вынудило их начать осваивать новую среду обитания. В степи спастись от хищников можно только бегством, в отличие от леса, прятаться там негде. Необходимость быстрого бега привела к преобразованию конечностей – они удлинились, а число пальцев уменьшилось до одного. Длинные и быстрые ноги пригодились не только для защиты, но и для добывания пищи, ведь в поисках пастбищ лошадям регулярно приходилось преодолевать большие расстояния. Пастбищ, обратите внимание! В степи лошадям пришлось перейти от смешанного питания к вегетарианскому, потому что животной пищи в степи гораздо меньше, чем растительной, и добывать ее весьма сложно. Растительную пищу нужно тщательно перетирать и долго переваривать. В результате зубы увеличились в размерах, их строение стало более сложным, увеличился желудок, удлинился кишечник.

## Эволюция лошади

Те наглядные изменения, которые вы видите на рисунке, происходили в течение семидесяти миллионов лет! Для эволюции этот срок не такой уж и большой... Филогенетический ряд (то есть ряд эволюционного развития) лошади установлен полностью и служит веским подтверждением наличия эволюции.

Другим палеонтологическим доказательством эволюции служит наличие так называемых «переходных форм» – живых организмов, сочетающих в себе признаки различных классов. Так например, археоптерикс, обитавший около 150 000 000 лет назад, занимал по своему строению промежуточное положение между пресмыкающимися и птицами. От пресмыкающихся у археоптерикса остались длинный хвост, зубы и пальцы на крыльях, а такие признаки, как перья, цевка и 4 пальца на ногах, уже были птичьими.

## Археоптерикс

Столь любимые современными киношными и мультипликационными режиссерами зверозубые ящеры, или териодонты, представляли собой переходную форму от пресмыкающихся к млекопитающим. Знаете, почему их назвали «зверозубыми», а не просто «зубастыми»? Дело в том, что у териодонтов зубы не одинаковые, как у всех ящеров, а разные, отличающиеся по форме и предназначению – резцы, клыки и коренные. В точности как у зверей, то есть – у млекопитающих. И конечности териодонтов располагались как у млекопитающих – под телом, приподнимая его над землей.

## Зверозубый ящер

Ныне живущие рыбы латимерии (их известно два вида) являются промежуточным звеном между рыбами и земноводными.

## Латимерия

Но, пожалуй, самым интересным, а также самым убедительным доказательством эволюции является одноклеточное растение эвгена зеленая, сочетающая признаки растений и животных.

Если существуют переходные формы, то существует и сам «переход» – изменение биологических видов, верно? А это изменение и есть эволюция.

Принято считать, что первым эволюционистом в истории человечества был английский естествоиспытатель Чарльз Дарвин, автор фундаментальных трудов «Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь» (1859) и «Изменения домашних животных и культурных растений» (1868). Но на самом деле эволюционистские взгляды высказывались еще в Древней Греции. Древнегреческий философ и натуралист Анаксимандр Милетский, живший в VI веке до н. э., считал, что все живое вышло на сушу из воды. Так, в общем-то, оно и есть. Жизнь на нашей планете зародилась в воде, а на сушу вышла лишь после того, как был сформирован озоновый слой атмосферы, поглощающий губительную часть солнечного излучения (коротковолновое ультрафиолетовое излучение). До появления озонового слоя роль «щита» играла вода [2 - Озоном называется трехатомная модификация кислорода (O<sub>3</sub>). Озон можно обнаружить на высоте от 15 до 60 км над земной поверхностью, но максимальная концентрация его наблюдается на высоте от 25 до 35 км.]. Демокрит Абдерский, живший на два века позже Анаксимандра, считал, что наземные животные произошли от земноводных, которые, в свою очередь, зародились в илу. Подобные утверждения не высасывались из пальца, а делались на основании сходства между представителями различных классов животных.

Что же касается Дарвина, то публикация его труда под названием «Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь» стала толчком к признанию эволюции научным сообществом. Дарвин доказал, что жизнь на нашей планете развивалась, а не была создана в некоем готовом и неизменяющемся виде. Дарвин разработал правильную эволюционную теорию (были и неправильные, но их мы рассматривать не станем), которая, хоть и имела ряд недостатков, но в целом давала верное представление о предмете. Дарвин сумел правильно определить движущие силы эволюционного процесса, вскрыть его сущность и выстроить убедительную систему доказательств эволюции. Без системы доказательств любая теория всего лишь гипотеза.

Чарльз Роберт Дарвин (1809–1882)

В наше время принята синтетическая теория эволюции, которая является синтезом учения Дарвина и ряда научных дисциплин, прежде всего – генетики.

Не зная генетики, невозможно понять эволюцию, потому что в основе эволюционной теории лежит наследственность – способность организмов передавать свои признаки и особенности развития потомству. Материальными единицами наследственности, иначе говоря – хранителями наследственной информации являются гены, которые изучает генетика. Эволюцию невозможно рассматривать в отрыве от генетики. Это все равно что изучать органическую химию, не имея понятия об углероде, водороде и кислороде. Поэтому в двух следующих главах мы с вами будем говорить только о генетике, а далее станем вспоминать о ней почти в каждой главе.

## ПОСТСКРИПТУМ

Все течет, все меняется... В том числе и взгляды на эволюцию. Если сравнить современные школьные учебники с тем, что пишут в научных антропологических журналах, то иногда может сложиться впечатление, будто существуют две разные эволюции.

Нет уж, увольте! Эволюция у нас одна на всех, это взгляды на нее могут быть разными. В школьных учебниках и научно-популярной литературе часто встречаются отголоски взглядов полувековой давности. Точнее, взглядов вековой давности. Короче говоря, тех взглядов, которых научное сообщество придерживалось во второй половине XIX века и в первой половине XX века.

Те, старые, взгляды, были очень удобными. Наверное, поэтому некоторые авторы до сих пор не могут от них отказаться – умом все понимают, а сердце «не лежит». Судите сами – если считать, что в процессе эволюции стадии сменяли друг друга (скачками или плавно, не так уж и важно) и что одновременно на нашей планете существовала только одна эволюционная стадия, то весь процесс можно представить четко и ясно. Никакой путаницы, все как в аптеке, где у

каждого препарата есть или хотя бы теоретически должно быть свое особое место. Согласитесь, что приятно работать, когда у тебя все разложено по полочкам, верно?

То, о чем только что было сказано, называется стадиальной теорией или стадиальной моделью эволюции. Когда в распоряжении ученых было мало материала, эта теория казалась единственно верной, и ее невозможно было опровергнуть. Каждой находке отводилась своя отдельная полочка, свой период. Со стадиальной теорией гармонично сочетались представления о последовательной смене археологических культур (о них речь пойдет впереди). Определенной стадии человека соответствовали определенные орудия труда.

Но настал момент, когда полочек стало не хватать...

Ладно, повесить на стену лишнюю полочку не составляет труда. Но как быть со временем? Нельзя растянуть временной период или же впихнуть в него другой. А датирование находок к этому просто подталкивало, потому что получалось, будто в одно и то же время на нашей планете жили разные эволюционные стадии человека.

А почему бы и нет?

Эволюция одна на всех, но не одинакова для всех. В разных обособленных, изолированных друг от друга, группах эволюционный процесс протекает по-разному. Разные пути, разная скорость движения... Как можно утверждать, что в такой-то период существовал только такой-то вид рода Люди?

Помимо изоляции есть еще и такой процесс, как миграция. Заглядывая в гости к соседям, люди менялись с ними генетическим материалом. С эволюционной точки зрения не важно, как проходил этот обмен – добровольно или принудительно, важно то, что он имел место.

Эволюционный процесс невозможно «вытянуть» в одну-единственную линию. То есть гипотетически, конечно же, можно, но на самом деле эволюция представляет собой множество линий, причудливо переплетающихся друг с другом. Эволюционный процесс представляет собой не линию, а нечто вроде сети. И скачки у эволюции могут быть только условные. В реальности скачков

нет, все течет и меняется медленно и плавно.

На сегодняшний день в научном мире принята сетевидная модель эволюционного процесса. Но и от стадийной модели отказались не полностью, сохранив ее терминологию. Понимая, что эволюция в разных очагах протекает неодинаково, приходится оперировать стадийными терминами для того, чтобы не запутаться в этой сложной сети. Например, гораздо проще сказать, что на территории Европы 100 000 лет назад жили палеоантропы, чем объяснять, что здесь жили неоднородные по морфологическому строению группы людей, представляющих собой переходную стадию от Человека прямоходящего к Человеку разумному. Но когда антрополог слышит слово «палеоантроп», он понимает его именно в таком вот развернутом смысле.

Говорим и пишем одно – понимаем другое. Такое вот научное «лицемерие», привыкайте.

## Глава вторая

Самая таинственная наука на свете

Как именно появляются новые признаки?

Как они «закрепляются»?

Как они передаются по наследству?

Почему одни признаки передаются, а другие – нет?

Почему у одних и тех же родителей рождаются разные дети, порой – совершенно непохожие друг на друга?

Почему при скрещивании лошади с ослом можно получить потомство, а при скрещивании человека с его ближайшей родственницей шимпанзе – нельзя?

Ответы на эти вопросы, а также на многие другие, может дать генетика, самая таинственная наука на свете.

Почему самая таинственная? Да потому что вряд ли какая другая наука включает в себе столько тайн, как генетика.

А еще это одна из самых молодых наук. Дат рождения у генетики две, с разницей в сорок лет. Можно считать, что генетика родилась в 1865 году, когда австрийский монах Грегор Мендель обнародовал результаты исследований о передаче признаков по наследству при скрещивании гороха. Работа Менделя «Опыты над растительными гибридами» стала первым научным трудом по генетике, а сформулированные Менделем закономерности наследования, впоследствии получившие название законов Менделя, – фундаментальными законам генетики. Но самого понятия «генетика» в то время еще не существовало. В течении 40 лет генетика жила непризнанной, можно сказать, что прозябала в неизвестности. И только в 1906 году английский биолог Уильям Бэтсон дал генетике имя, образовав его от греческого слова «генезис», означающего «рождение» или «порождающий». Спустя три года появился главный термин генетики под названием «ген», а еще через несколько лет была сформулирована хромосомная теория наследственности, ставшая фундаментом генетики.

Грегор Иоганн Мендель (1822–1884)

То, что признаки наследуются от родителей, было известно с древнейших времен. Как только люди научились сравнивать, они заметили, что дети в той или иной степени похожи на своих родителей. Более того – не имея понятия о генах, законах наследственности и прочих премудростях генетики, люди ухитрились выводить нужные им породы животных и растений сугубо практическим путем. Нужна, к примеру, длинноногая быстрая порода лошадей, значит, надо отбирать для скрещивания самых грациозных, самых длинноногих жеребят. А если нужно вывести сильную породу, способную перевозить тяжелые грузы, то ставка делается не на грациозность, а на рост, ширину груди, развитие мускулатуры. А ноги у тяжеловоза могут быть и короткими, тут не длина важна,

а сила.

Уильям Бэтсон (1861–1926)

Практики-селекционеры действовали «вслепую» и были довольны, потому что им важны результаты, а не научное объяснение метода. Но ученым хотелось найти объяснение...

Для объяснения механизма наследственности Дарвин придумал геммулы, некие гипотетические частицы, обеспечивающие наследование признаков. Эти самые геммулы, по мнению Дарвина, образовывались во всех клетках организма, а затем поступали в кровь и с током крови доставлялись в половые железы. Каждая «новорожденная» половая клетка получала полный набор геммул, то есть получала наследственную информацию от всех клеток родительского организма.

Логично?

Вполне логично. Ведь примерно так все и происходит – в любом живом организме содержится информация о всех его клетках и эта информация передается по наследству. И то, как наследуются приобретенные признаки, эта гипотеза тоже объясняла. Новый признак – это определенные изменения клеток. Изменившиеся клетки вырабатывают новые геммулы, отличающиеся от тех, которые они вырабатывали прежде. Новые геммулы поступают в половые клетки и вызывают появление нового признака у потомства...

Гипотезу геммул опроверг двоюродный брат Чарльза Дарвина Фрэнсис Гальтон. Имя Гальтона в наше время мало кому известно, несмотря на то, что он внес значительный вклад в целый ряд научных дисциплин.

Фрэнсис Гальтон (1822–1911)

Гальтон основал дифференциальную психологию, науку о психологических различиях у представителей разных социальных групп, и психометрию – теорию и методику психологических измерений.

Гальтон создал первую в мире антропометрическую лабораторию.

Гальтон обосновал возможность использования отпечатков пальцев в криминалистике. Метод опознания по отпечаткам пальцев был открыт не Гальтоном, но именно он доказал, что у двух людей не может быть одинаковых отпечатков пальцев.

Все слышали слово «антициклон», обозначающее область повышенного атмосферного давления? Так вот, феномен антициклона открыл Гальтон.

Заинтересовавшись геммулами, Гальтон решил проверить верность этой гипотезы. Он поставил довольно простой опыт – переливал кровь от кроликов с темной окраской шерсти кроликам со светлой шерстью. По логике геммулы темной окраски, содержащиеся в переливаемой крови, непременно должны были попасть в половые железы светлошерстных кроликов и проявить себя в их потомстве. Однако ожидаемого потемнения шерсти у потомства светлошерстных кроликов Гальтон не получил. Шерсть оставалась светлой, а это означало, что никаких геммул не существует. Надо было искать другое объяснение.

После геммул появился панген – материальный носитель наследственности, находящийся в клетке. Затем приставку «пан-» отбросили и получился «ген». Ген, просто ген, структурная и функциональная единица наследственности...

В каждой клетке присутствуют дезоксирибонуклеиновая и рибонуклеиновая кислоты, сокращенно – ДНК и РНК. Молекулы ДНК и РНК состоят из повторяющихся блоков, которые называются нуклеотидами. Нуклеотиды – это сложные органические соединения, в которые помимо прочего (углеводного остатка и фосфатной группы) входят так называемые азотистые основания, производные пиримидина или пурина. Если вам ничего не говорят слова «пиримидин» или «пурин» и вы не в состоянии отличить фосфатную группу от

углеводного остатка, то ничего страшного, ведь мы с вами сейчас говорим о генетике, а не об органической химии. Запомните просто, что ДНК и РНК состоят из нуклеотидов, в которые входят азотистые основания. Этого достаточно.

С генетической точки зрения разница между ДНК и РНК огромна.

Молекула ДНК является хранителем наследственной информации и организатором ее передачи по назначению. Условно говоря, ДНК это казначей и управляющий. А молекула РНК в таком случае – помощник казначея.

ДНК включает в себя четыре вида азотистых оснований – аденин (А), гуанин (G), тимин (Т) и цитозин (С), то есть вся информация о любом организме закодирована при помощи всего четырех «букв». Лишь у некоторых организмов в составе ДНК может встречаться пятый тип азотистого основания – урацил (U). В человеческой ДНК урацила нет.

Комбинация из четырех элементов дает десять тысяч вариантов. Представили? А теперь давайте представим, что эти четырехэлементные комбинации еще и комбинируются друг с другом. При таком подходе количество вариантов уходит прямиком в бесконечность... Все организмы на нашей планете разные (за исключением клонов) и ДНК у всех тоже разные. Двух полностью схожих молекул ДНК в природе не существует (за исключением ДНК тех же клонов). На этой индивидуальности, к слову будь сказано, и основана генетическая криминалистика и судебно-медицинская генетика – любого человека можно со стопроцентной точностью идентифицировать по его ДНК. Точно так же, как и по отпечаткам пальцев, но с отпечатками еще возможны оплошности, а вот с ДНК никаких оплошностей быть не может, это личный уникальный и неповторимый код организма.

Молекула ДНК не просто огромная, она гигантская, число нуклеотидов в ней может достигать до нескольких сотен миллионов. Природа стремится к некоторой компактности, поэтому гигантская молекула ДНК состоит не из одной, а из двух нуклеотидных цепочек, которые для пущей компактности еще и закручены вокруг своей оси в спираль. Получается этакая двойная пружина.

В отличие от молекулы ДНК, молекула РНК короче (меньше) и состоит из одной цепочки. Вместо тимина (Т) в РНК присутствует урацил (U). Молекулы РНК синтезируются на матрицах – молекулах ДНК. Этот процесс называется

транскрипцией. По матрице-молекуле ползет фермент РНК-полимераза и по считываемому коду синтезирует молекулу РНК. Молекулы РНК, в свою очередь, служат матрицами для синтеза молекул различных белков, а также выполняют в клетке транспортные и некоторые другие функции. У многих вирусов РНК играет роль ДНК, то есть является хранителем наследственной информации.

Геном называется участок молекулы ДНК, кодирующий синтез одной молекулы белка или одной молекулы РНК. Проще говоря, ген – это участок молекулы ДНК, ответственный за наличие одного отдельного признака. Например – ген голубых глаз или ген врожденной косолапости.

Классическая концепция генетики гласит: «один ген – один белок – один признак»[3 - В то же время некоторые гены обладают множественным действием, способностью влиять на несколько признаков. Такая «многогранность» называется плейотропией. Плейотропия может быть первичной или вторичной. При первичной плейотропии один ген на самом деле влияет на несколько признаков. Например, у человека ген, определяющий рыжую окраску волос, одновременно обуславливает более светлую окраску кожи и наличие на ней веснушек. При вторичной плейотропии ген по сути дела влияет на один признак, от которого напрямую зависит несколько других признаков. Классическим примером вторичной плейотропии является нарушение синтеза белка крови гемоглобина, приводящее к развитию заболевания, называемого серповидноклеточной анемией. Ген вызывает нарушение синтеза белка, а дальше «нарушенный» гемоглобин приводит к вторичным проявлениям – невосприимчивости к малярии, анемии, увеличению печени и селезенки, поражению сердца и головного мозга. Плейотропия не противоречит концепции: «один ген – один белок – один признак». Просто один белок, образующийся в результате считывания информации с гена, может принимать участие в нескольких процессах, происходящих в организме. А как можно объяснить вот такой «парадокс» – мы с вами имеем около двадцати тысяч генов, но при этом в нашем организме синтезируется более ста тысяч белков. Двадцать тысяч генов и сто тысяч белков! По пять белков на один ген! По пять разных белков с одного и того же кода? Это возможно вследствие альтернативного сплайсинга. Сплайсинг представляет собой процесс вырезания определенных фрагментов из молекулы РНК в ходе процесса ее созревания (да, есть и такой процесс). В результате на матрице РНК синтезируется другой белок, не такой, для синтеза которого матрица изначально предназначалась.]

С точки зрения генетики эволюцию можно представить как игру генов. Гены появляются и исчезают, гены состязаются между собой, гены составляют комбинации, которые могут оказаться выигрышными или проигрышными... Этакое природное мегасуперказино.

Сильно углубляться в генетику и биологическую химию мы не станем, но иметь общее представление о предмете нужно.

Ген обладает набором свойств, которые мы с вами сейчас рассмотрим.

Главным свойством гена является его дискретность, или, если можно так выразиться, «отдельность».

Каждый ген существует сам по себе. Гены не могут смешиваться или каким-то образом соединяться друг с другом и в результате этого образовывать новый ген. Гены могут подавлять своих конкурентов, но соединяться с ними не могут. Дискретность – очень важное свойство. Это главное свойство гена, которое делает каждый ген геном – структурной и функциональной единицей наследственности.

Давайте представим, что было бы, если бы гены не обладали бы дискретностью... А ничего не было бы! Систематическое размножение организмов при отсутствии дискретности у генов невозможно, а стало быть, невозможна и сама жизнь в глобальном смысле этого слова. Получит дочерняя клетка от материнской вместо четкого набора генов некую условную «генную кашу» и погибнет, не успев дать потомства.

Из дискретности логически вытекает другое свойство генов – их стабильность. Гены способны функционировать, не изменяя собственной структуры. Короче говоря, каким ген был, таким он и остается после считывания с него наследственной информации.

Но в то же время стабильность генов сочетается с их лабильностью – способностью изменяться.

Вы удивлены? Да, тут есть чему удивляться. Как один и тот же ген одновременно может быть и стабильным, и лабильным?! Это же взаимоисключающие понятия!

Взаимоисключающие, спору нет. Но, тем не менее, гену присущи и стабильность и лабильность. Сам по себе, как структурная единица, как фрагмент молекулы ДНК, ген стабилен. В процессе исполнения своих функций ген никак не изменяется. Изменяется он при копировании ДНК или же при повреждении ДНК. Гены способны изменяться в результате каких-то «глобальных» (с точки зрения генов) процессов, происходящих со всей молекулой ДНК. Но сам по себе ген стабилен.

Одни и те же гены, то есть гены, отвечающие за развитие одного признака, могут существовать в различных формах, которые называются аллелями (не путайте, пожалуйста, аллели с аллеями). Обычно аллельных генов два, один получен от матери, а другой – от отца.

Аллельные гены могут подавлять друг друга. Так, например, ген карих глаз подавляет ген голубых глаз. Если у отца глаза карие, а у матери – голубые, то у ребенка, скорее всего, будут карие глаза. Более сильный ген (а также и признак) называется доминантным, а слабый, подавляемый – рецессивным. Рецессивный признак может проявиться только в том случае, если в аллельной паре сойдутся два рецессивных гена (вспомните об этом, когда станете читать про кобылу лорда Мортон).

Запомните или запишите в свои молескины, что одни и те же гены могут существовать в различных формах – аллелях, и что аллельные, или парные, гены могут друг друга подавлять.

Гены обладают экспрессивностью. Это свойство можно назвать «силой гена». Экспрессивность определяет степень выраженности гена в кодируемом им признаке. Чем ген экспрессивнее, тем он более выражен, тем сильнее он подавляет своего аллельного собрата.

Мы получаем по комплекту генов от отца и матери. По каждому кодируемому признаку мы имеем парный набор генов. Те гены, которые являются более экспрессивными, подавляют в парах-аллелях менее экспрессивные гены. Конкуренция в рамках пары генов приводит к тому, что одни признаки

наследуются от отца, а другие – от матери. Но никогда в наследовании не будет половинчатости! Невозможно унаследовать один признак наполовину от матери и наполовину от отца, потому что гены не смешиваются друг с другом. Даже в парах, отвечающих за один и тот же признак, не смешиваются. Подавлять друг друга гены могут, а смешиваться – нет.

Молекулы ДНК в наших клетках «упакованы» в хромосомы – структуры из молекулы ДНК и нескольких молекул белков. Каждая хромосома представляет собой одну молекулу ДНК. У каждого биологического вида в норме должно быть строго определенное число хромосом. У человека их сорок шесть.

Набор хромосом называется кариотипом. Также кариотипом называется совокупность признаков полного набора хромосом данного организма. Обратите внимание – совокупность признаков полного набора хромосом, а не совокупность признаков организма, определяемая этим набором хромосом. Совокупность внешних и внутренних признаков организма называется фенотипом. А совокупность всех генов организма называется генотипом.

Проще говоря – генотип выглядит как кариотип и определяет фенотип. Обратите внимание на то, что все названия «типов» в этой фразе расположены в алфавитном порядке – генотип, кариотип, фенотип. Это поможет вам правильно запомнить последовательность.

Свое звучное название хромосомы получили благодаря своей способности связывать ряд красителей, используемых для приготовления «микроскопических» препаратов, проще говоря – за способность к окрашиванию. «Хромосома» в переводе с греческого означает «окрашенное тело».

В периоде между делениями клетки хромосомы компактно собраны в клеточное ядро, которое во время деления распадается на отдельные хромосомы. Сдвоенные хромосомы (вспомните, что набор генов парный), тонкие нити которых скручены в относительно толстую спираль, видны в микроскоп. Они имеют вид буквы «X» с перемычкой-центромерой посередине.

Интересная деталь – несмотря на то, что человек считается «венцом творения» природы, хромосом у нас с вами не очень-то и много. У собак их семьдесят восемь, у камчатского краба (и вообще у всех представителей надсемейства раков-отшельников) – 254, а у некоторых одноклеточных – более тысячи!

Количество хромосом в клетке живого организма никак не связано с уровнем его организации. А с чем связано – науке пока еще неизвестно.

В обычной клетке (такие клетки называются соматическими) схожие по форме и генному составу хромосомы условно можно разбить на пары. Одна хромосома в паре получена от матери, другая – от отца. Парные (схожие) хромосомы называются гомологичными, а набор хромосом, содержащий пары гомологов, называется диплоидным.

### Сдвоенная хромосома

Половые клетки (гаметы) содержат половину диплоидного набора – по одной хромосоме из каждой пары. Такой набор называется гаплоидным.

Парные хромосомы, одинаковые у мужских и женских организмов, называются аутосомами. Хромосомы, набор которых отличает мужские и женские особи, называются половыми хромосомами.

### Хромосомный набор человека

Нормальный хромосомный набор (кариотип) человека представлен 46 хромосомами. Это 22 пары аутосом и одна пара половых хромосом – XY[4 - Произносится соответственно как «икс» и «игрек».] в мужском кариотипе и XX – в женском. Посмотрите на рисунок, и вы увидите, что половые хромосомы получили обозначение по сходству с соответствующими буквами алфавита.

Половых хромосом может быть и больше одной пары. Так, например, утконос имеет пять пар половых хромосом. Мужской пол у утконоса задается комбинацией XYXYXYXY, а женский XXXXXXXXXX.

В мужском кариотипе содержатся две разные половые хромосомы (X и Y), а в женском – две одинаковые (XX). Соответственно, сперматозоиды могут иметь разные половые хромосомы – X или Y, а яйцеклетки – только X-хромосому. Таким образом, за пол ребенка «отвечает» отец, от которого мать может получить разные половые хромосомы.

Совокупность наследственного материала, заключенного в гаплоидном наборе хромосом клеток данного вида организмов, называется геномом.

Совокупность генов данного организма называется генотипом.

Совокупность всех генных вариаций конкретной популяции называется генофондом.

Давайте скажем проще:

– у отдельного человека – генотип;

– у биологического вида *Homo sapiens sapiens* (Человек разумный разумный) – геном;

– у гуанчи (коренное население Канарских островов) или, к примеру, икашимцев (одна из народностей Южного Памира) – генофонд. Также иногда термин «генофонд» употребляется применительно к народам, этносам, расам.

Признаки, полученные в ходе приспособления к условиям окружающей среды, передаются по наследству. Важно правильно понимать механизм образования такого приспособления. Шея у жирафа вытянулась не из-за стремления к высоко расположенным листьям, а из-за того, что на протяжении многих поколений больше шансов на выживание и оставление потомства имели особи с более длинной шеей. Они могли питаться листьями, которые были недоступны их собратьям, следовательно, они питались лучше, были крупнее, сильнее, здоровее... Со временем «длинношеесть» закрепилась в геноме у жирафов.

Механизм наследования приобретенных признаков является краеугольным камнем эволюционного учения.

В XIX веке была популярна эволюционная концепция, выдвинутая французским биологом Жаном Батистом Ламарком и названная ламаркизмом. Ламаркизм был первой стройной и целостной теорией эволюции живого мира, но при том – неверной теорией. Признавая, что на форму и организацию живых организмов влияют обстоятельства (то есть – факторы окружающей среды), что было совершенно верно, Ламарк делал неверный вывод о том, что изменения внутренней организации, приобретенные организмом в течение жизни, могут передаваться по наследству. Ламарк считал, что если признак «упражняется», то есть – активно используется, то он непременно закрепится в потомстве. А если не «упражняется», то – исчезнет. Не исключено, что исчезновение произойдет уже в следующем поколении.

Вот, что писал Ламарк: «Породы изменяются в своих частях по мере того, как наступают значительные перемены во влияющих на них обстоятельствах. Весьма многие факты убеждают нас, что по мере того, как особям одного из наших видов приходится менять местоположение, климат, образ жизни или привычки, они подвергаются влияниям, изменяющим мало-помалу состояние и соотношение их частей, их форму, их способности, даже их организацию...»

Если исходить из концепции Ламарка, то можно ожидать, что дети, зачатые от культуристов, будут от рождения иметь более развитую мускулатуру, чем их сверстники, дети чемпионов-легкоатлетов будут бегать гораздо быстрее своих сверстников, а дети профессиональных пловцов получат врожденный навык плавания кролем или, скажем, брассом. Но ведь этого не происходит. И не может произойти, поскольку механизм наследования признаков совершенно иной. Отправной точкой в наследовании служит ген, а не признак. Генотип определяет фенотип, но фенотип никак не влияет на генотип. С точки зрения наследственности приспособление к условиям окружающей среды заключается в том, что выживают и дают потомство более приспособленные особи, а не в том, что полезные признаки (и вообще все признаки), приобретенные организмом в течение жизни, могут передаваться потомству.

Жан Батист Ламарк (1744–1829)

Ламарк стал первым биологом, попытавшимся создать теорию эволюции живого мира, и ему это почти удалось. «Почти», потому что Ламарк сделал одну ошибку – он утверждал, что видов в природе на самом деле не существует, есть только отдельные особи. «Только тот, кто долго и усиленно занимался определением видов и обращался к богатым коллекциям, – писал Ламарк, – может знать, до какой степени виды сливаются одни с другими. Я спрашиваю, какой опытный зоолог или ботаник не убежден в основательности только что сказанного мною? Поднимитесь до рыб, рептилий, птиц, даже до млекопитающих, и вы увидите повсюду постепенные переходы между соседними видами и даже родами». Говорить об эволюции, отрицая существование видов, это все равно что пытаться писать химические формулы, отрицая существование молекул. Ничего путного из этого не выйдет.

Эволюция в представлении Ламарка носила плавный постоянный характер. «Природа не делает скачков», – повторял Ламарк следом за известным немецким философом XVIII века Готфридом Лейбницем. Вот в этом Ламарк был прав – скачков у Природы действительно не бывает. Невозможно определить точную дату рождения нового вида.

Немецкий зоолог и эволюционист Фридрих Вейсман опроверг концепцию Ламарка при помощи простого, хоть и жестокого, эксперимента. Вейсман разводил мышей с отрубленными вскоре после рождения хвостами. Из поколения в поколение от бесхвостых мышей рождались хвостатые детеныши, хотя, согласно Ламарку, хвосты должны были исчезнуть (атрофироваться), так как не использовались мышами при жизни.

Фридрих Вейсман (1834–1914)

Мы-то с вами понимаем, что сколько ни отрубай мышам хвосты, на генетическом уровне от этого никаких изменений не произойдет, ибо и не может произойти.

Но как происходят изменения в генетическом материале?

Структурная перестройка в гене, приводящая к изменению наследственной информации, называется мутацией. Мутация представляет собой стойкое изменение, которое может передаваться потомкам.

Человек научился использовать мутации в глубокой древности, не имея никакого понятия о сути процесса, но успешно используя его результаты. Если у растения или животного вдруг случайно появлялся какой-нибудь полезный с точки зрения человека признак, то человек старался этот признак сохранить, скрещивая те особи, которые этим признаком обладали. Вся суть «догенетической» селекции заключалась в закреплении мутаций в потомстве.

Мутации не накапливаются до какого-то критического порога, чтобы затем проявиться. Мутации происходят внезапно, случайно, скачкообразно. Не было никаких изменений в гене – и вдруг оно произошло! Знакомьтесь, я ваша мутация!

Мутации могут происходить в любых клетках – и в соматических, и в половых. Коренное отличие мутации в соматической клетке многоклеточного организма от мутации в половой клетке заключается в том, что соматическая мутация может привести к гибели клетки или же может вызвать развитие доброкачественной или злокачественной опухоли, но потомству она не передается. Точнее говоря, у организмов, размножающихся половым путем, мутации, возникшие в соматических клетках, по наследству не передаются, а вот при размножении почкованием, при вегетативном размножении и прочих видах бесполого размножения «соматические» мутации могут передаваться дочернему организму. Но мы с вами почкованием не размножаемся, поэтому можем передавать своему потомству только те мутации, которые происходят в половых клетках.

Мутации служат материалом для естественного отбора, эволюционного процесса, в результате действия которого в популяции увеличивается количество особей, обладающих максимальной приспособленностью к условиям внешней среды, а количество слабо приспособленных особей уменьшается. Без мутаций не было бы никакого естественного отбора, да и самой эволюции тоже не было бы.

А что было бы? Клетка-праматерь, от которой произошло все живое на нашей планете, заселила бы все подходящие для нее пространства, и на этом бы все развитие жизни закончилось.

Разумеется, мутации могут быть вредными, они могут вызывать болезни и даже гибель организма, но польза от них тоже есть, и немалая, надо сказать, польза.

По результатам мутации делят на полезные, нейтральные и вредные, которые в свою очередь подразделяются на стерильные, полублетальные и летальные.

Нейтральными называются мутации, которые никак не влияют на жизнеспособность организма.

Полублетальными называются вредные мутации, значительно снижающие жизнеспособность организма, но, в отличие от летальных, не приводящие к его гибели.

Стерильные мутации не влияют на жизнеспособность организма, но снижают его способность к размножению.

Польза и вред некоторых мутаций относительно, то есть зависят от условий внешней среды. В разных условиях одна и та же мутация может оказаться полезной или вредной. Например, мутация, вызывающая альбинизм – полное или частичное отсутствие пигмента меланина в коже, волосах и радужной оболочке глаз, – окажется полезной для животного, обитающего там, где круглый год или большую часть года лежит снежный покров. В таких условиях альбинизм является маскирующим признаком, увеличивающим шансы особи на выживание. А вот в степи заяц-альбинос будет хорошо заметен, здесь этот признак окажется вредным, демаскирующим.

Как происходят мутации?

По-разному. Фрагмент хромосомы может выпасть или, наоборот, самопроизвольно удвоиться, фрагмент хромосомы может повернуться на  $180^\circ$ . ...Существует такое явление, как кроссинговер – при определенных условиях гомологичные хромосомы могут обмениваться друг с другом своими фрагментами. Если же подобный обмен вдруг произойдет между двумя негомологичными хромосомами, то возникнет мутация.

Молекулы ДНК обладают способностью к репликации, то есть – к самовоспроизведению. Без репликации никак нельзя обойтись, ведь клетки размножаются делением и каждая дочерняя клетка непременно должна получить от материнской полную копию наследственной информации. Если во время репликации происходит ошибка (а такое случается довольно часто), то возникает новая мутация.

В наших клетках существуют структуры, обладающие собственной ДНК – «персональной» генетической информацией. Это митохондрии, своеобразные клеточные энергетические станции. В среднем в клетке содержится около 2000 митохондрий, общий объем которых составляет до четверти от объема клетки. Митохондрии имеют сферическую или эллипсоидную форму.

## Митохондрии

В митохондриях подвергаются окислению органические вещества, поступающие в клетку извне. При этом образуются молекулы аденозинтрифосфата (АТФ), способные накапливать энергию в виде химических связей, такие своеобразные клеточные аккумуляторы. Митохондрии способны самостоятельно синтезировать ряд белков и размножаться путем деления, собственно для этого им и нужна персональная ДНК.

Мутации, возникающие в ДНК митохондрий, могут передаваться только по материнской линии, поскольку передаются они с цитоплазмой, полужидкой внутренней средой клетки, которую содержит яйцеклетка. В сперматозоиде цитоплазмы очень мало, да вдобавок митохондрии у него находятся в шейке, которая в яйцеклетку при оплодотворении не проникает.

Мутации случайны! Они происходят не направленно, а хаотически, так что можно считать эволюцию упорядоченным хаосом – случайные мутации проходят отбор под воздействием внешней среды, нужные мутации сохраняются, а ненужные «отбраковываются». Но внешняя среда может только сортировать мутации! Повысить вероятность возникновения полезных мутаций невозможно.

На этом можно закончить главу, посвященную знакомству с генетикой. В следующей главе мы продолжим разговор о генетике, но уже на более высоком уровне.

В заключение осталось дать ответ на вопрос о том, почему при скрещивании лошади с ослом можно получить потомство, а при скрещивании человека с его ближайшей родственницей шимпанзе – нельзя.

Шимпанзе, если кто не знает, это наши ближайшие родственники среди всех живущих ныне существ. Всего каких-то 7 000 000 лет назад от наших общих предков произошли две ветви – человек и шимпанзе. У нас 46 хромосом, а у шимпанзе – 48, но теоретически это не является препятствием для получения потомства при скрещивании. Лошади, имеющие 64 хромосомы, дают потомство при скрещивании с ослами, у которых хромосом на две меньше, а вот все попытки скрестить человека с шимпанзе оказались бесплодными. А попыток в свое время было много... Одни деятели хотели таким образом подтвердить родство между человеком и шимпанзе, а другие мечтали вывести расу неутомимых работников или послушных солдат, соединив человеческий разум с физической силой шимпанзе. Ничего из этой затеи не вышло, хотя теоретически должно было выйти, ведь геном шимпанзе отличается от человеческого на 6,4 %, иначе говоря, совпадение геномов составляет 93,6 %! Некоторые ученые даже предлагали причислить шимпанзе к роду Homo (Люди). Однако в биологии существует такое понятие, как репродуктивная несовместимость. При всей схожести геномов человека и шимпанзе гибридизация невозможна потому, что за 7 000 000 лет успело накопиться слишком много различий.

## ПОСТСКРИПТУМ

Любой признак, который сохраняется в результате естественного отбора, может иметь несколько вариантов приспособительного значения, а также может быть побочным эффектом эволюционного развития других признаков или же просто случайно возникшим.

Приспособление не следует трактовать однобоко, как фактор, повышающий шансы на выживание и размножение данной особи в данной внешней среде.

Приспособление может быть не только индивидуальным, но и групповым, то есть может повышать выживаемость всей популяции во внешней среде. Приспособление может повышать шансы особи не только во внешней, но и во внутривидовой среде, в частности – повышать привлекательность особи для половых партнеров. Приспосабливаться можно по-разному.

## Глава третья

### Митохондриальная Ева и у-хромосомный Адам

А теперь давайте перейдем от теории к практике и посмотрим, какую пользу для изучения и понимания эволюционного процесса может дать генетика. Кстати говоря, эволюцию можно рассматривать как борьбу генов за выживание. У каждого организма существует одна-единственная биологическая цель – оставить как можно больше потомства, то есть – максимально растиражировать свои гены.

ДНК каждого организма уникальна и неповторима. Об этом знают даже люди, абсолютно далекие от генетики и биологии. Криминалисты в современных детективах не столько сравнивают отпечатки пальцев, сколько исследуют ДНК. А предусмотрительные преступники, отправляясь на дело, одеваются как хирурги перед операцией. Раньше им хватало перчаток, а теперь нельзя оставить на месте преступления ни волоса, ни капли крови, ни окурка, смоченного слюной... Жизнь преступников стала тяжелее, жизнь криминалистов стала интереснее, но интереснее всего стало нам, читателям и зрителям. Данные, полученные при анализе чьей-то ДНК, способны повернуть сюжет в совершенно неожиданную сторону или же закрутить его так лихо, что просто голова кругом пойдет...

С современниками и их ДНК все ясно и просто – взяли материал, да исследовали его. Но разве можно исследовать ДНК наших далеких предков и вообще ДНК организмов, умерших много-много лет назад? Ведь молекулы со временем разрушаются и чем больше молекула, тем масштабнее эти разрушения...

Да – молекулы со временем разрушаются, но из любого биологического материала, хотя бы из крохотного обломка кости или волоса, можно выделить ДНК, целые молекулы или их фрагменты. Волосы – это любимый материал генетиков. Они медленно разлагаются, и поэтому ДНК в них хорошо сохраняется. А еще волосы имеют гидрофобную поверхность, что позволяет хорошо отмывать их перед исследованием от грязи, содержащей постороннюю ДНК. «Консервации» ДНК способствуют такие факторы, как низкая влажность окружающей среды, низкие температуры и высокие концентрации некоторых солей. Разумеется, из останков, пролежавших в земле пятьдесят или сто тысяч лет, целых молекул ДНК получить невозможно, можно выделить только фрагменты, но по фрагментам можно достоверно воссоздать целое, у ученых есть такая возможность. А можно и не воссоздавать молекулу целиком, изучать только фрагменты, которые сами по себе дают много ценной информации. При помощи прибора, называемого амплификатором, исследователи могут создать необходимое количество копий исследуемых фрагментов или целых молекул. Часть ДНК обязательно сохраняется в специальных хранилищах, которые называются ДНК-библиотеками. Это делается для того, чтобы иметь материал для сравнения.

Возможности у современных генетиков поистине безграничные. Они даже способны обходиться без останков – ДНК можно получать из осадочных пород! В этих породах много разной ДНК намешано, но есть способы различать ДНК по видовой принадлежности и по возрасту. Можно надеяться на то, что исследование ДНК в осадочных породах рано или поздно позволит создать полную картину развития жизни на нашей планете. Станет точно известно, когда и где кто жил, раскроются все тайны эволюции.

До раскрытия всех тайн пока еще далеко, но и на сегодняшний день генетикам удалось многое сделать. Так, например, полностью воссоздан геном древней лошади, жившей примерно 700 000 лет назад, и, как уже было сказано выше, полностью установлен филогенетический ряд лошади.

Исследование ДНК современного человека и неандертальца доказало, что неандертальцы не являются нашими предками! Да, представьте себе – не являются. Наши пути, то есть пути наших предков и неандертальцев, разошлись примерно 300 000–400 000 лет назад. А еще установлено, что неандертальцы скрещивались с неафриканскими популяциями современных людей. Об этом свидетельствует неандертальская «примесь» в нашей ДНК.

По ходу нашего разговора мы не раз станем вспоминать о генах и генетических исследованиях. А сейчас давайте приступим к «расшифровке» заголовка этой главы. Кто такие Адам и Ева, объяснять не нужно, но почему Ева вдруг стала митохондриальной, а Адам – Y-хромосомным?

В митохондриях, маленьких клеточных энергетических станциях, как вы уже знаете, содержится своя митохондриальная ДНК. Этот вид ДНК наследуется только по материнской линии, поскольку отцовские митохондрии потомку не передаются. Сперматозоид представляет собой средство доставки ядерной ДНК к яйцеклетке. Подобно космическому кораблю, он должен быть предельно легким, ведь чем меньше вес, тем выше скорость. Размеры сперматозоидов у всех животных микроскопические. Наиболее крупные сперматозоиды у тритона, их длина составляет около 500 микрометров, а длина сперматозоидов человека варьирует в пределах 52–70 микрометров.

### Строение сперматозоида

Маленькая головка, в которой кроме ядра (ДНК) практически ничего больше нет, коротенькая шейка с митохондриями, длинный-предлинный хвост, выполняющий роль двигателя, вот что такое сперматозоид. Митохондрии нужны для обеспечения хвоста энергией, иначе бы их в шейке не было. Во время оплодотворения в яйцеклетку проникает только головка сперматозоида, шейка с хвостом остаются снаружи.

Чем меньше молекула, тем удобнее с ней работать исследователям. Молекулы митохондриальной ДНК относительно невелики. В нашей митохондриальной ДНК содержится «всего-навсего» 37 генов. Для сравнения, в молекулах ядерной ДНК счет генам идет на сотни или на тысячи. 13 митохондриальных генов кодируют синтез белков, служащих ферментами для проходящих в митохондриях химических реакций, а остальные гены кодируют синтез различных РНК.

Поскольку молекула митохондриальной ДНК во много раз короче молекулы ядерной ДНК, то митохондриальная ДНК лучше сохраняется в останках и при повреждениях ее проще восстанавливать. Да, разумеется, ядерная ДНК может

дать гораздо больше информации, но приходится работать с тем, что есть. Как говорится – лучше синица в руках, чем журавль в небе, то есть лучше целая молекула митохондриальной ДНК, чем несколько коротеньких «невосстановимых» фрагментов ядерной ДНК.

Еще одно «преимущество» митохондриальной ДНК с исследовательской точки зрения заключается в ее количестве. В каждой митохондрии млекопитающих содержится от двух до десяти полностью идентичных молекул ДНК. А в клетке митохондрий от нескольких сотен до двух тысяч. Чем больше энергии нужно органу для жизнедеятельности, тем больше в нем митохондрий. Наибольшее их количество содержится в скелетных мышцах, сердце и головном мозге.

Если мы умножим 5 (среднее количество молекул ДНК в одной митохондрии) на 500 (условное, близкое к минимальному, количество митохондрий в клетке), то получим 2500 молекул ДНК в одной клетке. Сравните это количество с 46 молекулами ядерной ДНК.

Маленькие молекулы митохондриальной ДНК столь же индивидуальны, что и молекулы ядерной ДНК. Совпадение митохондриальной ДНК у разных людей полностью исключено.

Митохондриальной Евой называют женщину, жившую в Африке около 200 000 лет назад и являющуюся праmaterью всего современного человечества.

Повторим еще раз – являющуюся праmaterью всего современного человечества. Всего! Генетика неопровержимо доказала, что все мы – братья и сестры.

Создатель гипотезы о митохондриальной Еве американский биолог и биохимик Аллан Чарльз Вильсон дал нашей праmaterи другое имя. Он назвал ее «Удачливой мамой» (Lucky Mother), однако это «легкомысленное» имя в науке не прижилось.

Как такое могло произойти? У митохондриальной Евы было множество современниц, но почему их потомки не дожили до наших дней?

Вообще-то дожили, если уж говорить начистоту. Современницы Евы могли оставить свой след в нашей ядерной ДНК и оставили его, передав нам свои гены не по прямой женской линии, а через сыновей, внуков, правнуков и т. д., то есть

через наших предков мужского пола. Но митохондриальная ДНК всего человечества исходит от одной женщины.

Необходимое уточнение – митохондриальная Ева и Y-хромосомный Адам представляют собой научные абстракции, но ключевое слово здесь «научные». Они не выявлены путем анализа ДНК по их останкам, а «выведены» посредством математических расчетов.

### Доминирование потомства митохондриальной Евы

Для того, чтобы получить наглядное представление о том, как такое могло произойти, и не углубляться в математику, вы можете посмотреть на рисунок. Если же хочется углубиться, то давайте представим, что существует некая группа (популяция) с постоянной численностью людей. Одно и то же число особей из поколения в поколение нужно для упрощения, так будет удобнее. Но эту модель можно перенести и на популяцию с постоянно увеличивающейся численностью особей, только в таком случае для полного доминирования одной митохондриальной ДНК потребуется большее число поколений.

Женщина может иметь потомство, а может и не иметь. В потомстве могут быть как женщины – «передатчики» митохондриальной ДНК, так и мужчины, которые ее передавать не могут. Некоторые потомки выживут и дадут свое потомство, а некоторые не выживут. Для того, чтобы число людей в популяции не изменялось, мы станем считать, что в каждом поколении у пары родителей выживает двое детей.

Брачные пары внутри рассматриваемой популяции составляют случайным образом, любой самец может с одинаковой вероятностью составить пару с любой самкой. Никаких изолированных групп в нашей популяции нет.

У каждой отдельной особи из нулевого поколения в первом поколении будет по два потомка, во втором – четыре, в третьем – восемь правнуков. До тех пор, пока потомки одной особи не начнут скрещиваться друг с другом, число их будет расти как  $2$  в степени  $N$ , где  $N$  равно числу поколений. Если популяция

достаточно велика, то после начала родственных скрещиваний скорость роста численности потомков одной особи снизится ненамного.

В каждом поколении разнообразие митохондриальной ДНК несколько уменьшается, потому что какие-то женщины остаются бездетными, или не рожают дочерей, или их дочери не доживают до репродуктивного возраста. Разнообразия все меньше и меньше, и вот однажды придет поколение, каждый представитель которого будет связан прямым родством по непрерывной женской линии с одной из особей нулевого поколения. Миграция больших групп людей, а также разделение и слияние популяций влияют на число поколений, необходимое для абсолютного доминирования одной митохондриальной ДНК, но не отменяют этого процесса.

Если предельно упростить, так, что дальше просто некуда, то можно смоделировать происходящее следующим образом. Положите в какую-либо емкость некоторое количество теннисных шариков, горошин, конфет или орехов, короче говоря – одинаковых предметов. Встряхните емкость и достаньте из нее один предмет, символизирующий митохондриальную ДНК, «ушедшую» в этом поколении. Повторите процесс и делайте это до тех пор, пока в емкости не останется всего один предмет – митохондриальная ДНК праматери нашей Евы.

С Y-хромосомным Адамом дело обстоит еще проще, то есть потомство одного отца по непрерывной мужской линии начинает доминировать раньше, поскольку в разных культурах в разные периоды присутствует многоженство. В ситуации, когда один мужчина может оставить десятки, а то и сотни потомков, Y-хромосомы будут вытеснять друг друга быстрее, чем разные варианты митохондриальной ДНК.

Время, в которое жили Y-хромосомный Адам и митохондриальная Ева, постоянно изменяется – очередная порция данных (добытого генетического материала) вносит свои коррективы. Но в любом случае Адам выходит моложе Евы. В настоящее время считается, что Адам жил примерно 130 000 лет назад.

Сам собой напрашивается вопрос о том, как ученым удастся высчитывать возраст обнаруженной ДНК?

Во-первых, существует много «негенетических» способов определения возраста ископаемых останков или какой-либо иной органики. Наиболее распространенным и очень достоверным методом является радиоуглеродный анализ, определяющий содержание радиоактивного углерода C-14 в находках органического происхождения. Все живые организмы, как животные, так и растения, поглощают из атмосферы углерод, преимущественно обычный, нерадиоактивный. Но вместе с обычным организмы также усваивают небольшие количества радиоактивного углерода-14, который, подобно всем радиоактивным элементам, имеет способность к распаду. Период полураспада

C, то есть время, за которое количество этого вещества уменьшается наполовину, составляет примерно 5700 лет. Сравнивая содержание изотопа

C в ископаемых останках с его содержанием в организме живого человека, можно достоверно определить возраст останков. Останки, которые «старше» 100 000 лет, исследуются на содержание других изотопов, например бериллия-10 с периодом полураспада в 1 500 000 лет.

Метод, который применяют генетики, отчасти схож с радиоизотопным, только оценивается не количество какого-либо вещества, а количество мутаций в молекуле ДНК. Этот метод называется методом молекулярных часов. Зная среднюю скорость мутации в ДНК данного биологического вида, можно определить возраст древней ДНК, ядерной или митохондриальной, по количеству ее отличий от современной ДНК.

Одним лишь определением возраста находок дело не ограничивается. Сравнительный анализ ДНК дает информацию о направлениях и времени миграции того или иного биологического вида. Если на территории Западной Европы обнаруживается человеческая ДНК, имеющая выраженное сходство с ДНК, обнаруженной в Восточной Африке, но более «молодая», то это свидетельствует о миграции наших предков из Африки в Европу.

Вам нужно знать точное время «великого переселения»? Вернее – относительно точное, поскольку погрешность в несколько сотен лет в этом вопросе допустима. Без проблем! Найдите в европейской ДНК мутацию, которой нет в африканской ДНК, и определите время ее возникновения по методу молекулярных часов. А затем подкрепите результат при помощи еще нескольких мутаций.

Конец ознакомительного фрагмента.

notes

1

Палеолит (в переводе с греческого – «древнекаменный (век)») – это первый исторический период каменного века с начала использования каменных орудий гоминидами (около 2 700 000 лет назад) до появления у человека земледелия приблизительно в 10-м тысячелетии до н. э. Палеолит занимает большую часть времени существования человечества (около 99 %).

2

Озоном называется трехатомная модификация кислорода (O<sub>3</sub>). Озон можно обнаружить на высоте от 15 до 60 км над земной поверхностью, но максимальная концентрация его наблюдается на высоте от 25 до 35 км.

3

В то же время некоторые гены обладают множественным действием, способностью влиять на несколько признаков. Такая «многогранность» называется плейотропией. Плейотропия может быть первичной или вторичной. При первичной плейотропии один ген на самом деле влияет на несколько признаков. Например, у человека ген, определяющий рыжую окраску волос, одновременно обуславливает более светлую окраску кожи и наличие на ней веснушек. При вторичной плейотропии ген по сути дела влияет на один признак, от которого напрямую зависит несколько других признаков. Классическим

примером вторичной плейотропии является нарушение синтеза белка крови гемоглобина, приводящее к развитию заболевания, называемого серповидноклеточной анемией. Ген вызывает нарушение синтеза белка, а дальше «нарушенный» гемоглобин приводит к вторичным проявлениям – невосприимчивости к малярии, анемии, увеличению печени и селезенки, поражению сердца и головного мозга.

Плейотропия не противоречит концепции: «один ген – один белок – один признак». Просто один белок, образующийся в результате считывания информации с гена, может принимать участие в нескольких процессах, происходящих в организме.

А как можно объяснить вот такой «парадокс» – мы с вами имеем около двадцати тысяч генов, но при этом в нашем организме синтезируется более ста тысяч белков. Двадцать тысяч генов и сто тысяч белков! По пять белков на один ген! По пять разных белков с одного и того же кода? Это возможно вследствие альтернативного сплайсинга. Сплайсинг представляет собой процесс вырезания определенных фрагментов из молекулы РНК в ходе процесса ее созревания (да, есть и такой процесс). В результате на матрице РНК синтезируется другой белок, не такой, для синтеза которого матрица изначально предназначалась.

4

Произносится соответственно как «икс» и «игрек».

----

Купить: [https://telnovel.me/ru/norbert\\_edvard/homo-sapiens-kratkaya-istoriya-evolyucii-chelovechestva](https://telnovel.me/ru/norbert_edvard/homo-sapiens-kratkaya-istoriya-evolyucii-chelovechestva)

Текст предоставлен ООО «ИТ»

Прочитайте эту книгу целиком, купив полную легальную версию: [Купить](#)