Обезьяны, кости и гены

Автор:
Александр Марков

Обезьяны, кости и гены

Александр Владимирович Марков

Династия (Corpus)Эволюция человека #1

Новая книга Александра Маркова – это увлекательный рассказ о происхождении и устройстве человека, основанный на последних исследованиях в антропологии, генетике и эволюционной психологии. Двухтомник «Эволюция человека» отвечает на многие вопросы, давно интересующие человека разумного. Что значит – быть человеком? Когда и почему мы стали людьми? В чем мы превосходим наших соседей по планете, а в чем – уступаем им? И как нам лучше использовать главное свое отличие и достоинство – огромный, сложно устроенный мозг? Один из способов – вдумчиво прочесть эту книгу. Александр Марков – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Палеонтологического института РАН. Его книга об эволюции живых существ «Рождение сложности» (2010) стала событием в научно-популярной литературе и получила широкое признание читателей.

Александр Марков

Обезьяны, кости и гены

Предисловие

Образцово-показательный вид животных

В 2010 году вышла моя первая научно-популярная книга «Рождение сложности». Речь в ней шла в основном о молекулах, генах, вирусах и бактериях. Кое-что было сказано об эволюции растений, грибов и некоторых животных, но ни слова о людях. Книга, которую вы держите в руках, целиком посвящена этим своеобразным млекопитающим.

Нет ли здесь несправедливости и дискриминации? Почему именно люди, а не серебристые чайки или, скажем, енотовидные собаки? Ответ прост: эволюция человека исключительно хорошо изучена. Куда лучше, чем эволюция других классических лабораторных объектов, включая дрозофилу, крысу и розовую хлебную плесень. Слышали ли вы когда-нибудь про ископаемых предков розовой хлебной плесени? Вряд ли. Зато костями ископаемых предков человека можно полюбоваться в каждом приличном естественно-историческом музее. Удалось ли ученым прочесть геном хотя бы одного вымершего родича или предка серебристой чайки? Пока нет, да не особо и пытались. А вот геномы двух вымерших родичей Homo sapiens уже прочтены. И так далее. Если нам нужен вид живых существ, на чьем примере можно рассмотреть эволюцию во всех подробностях, во множестве красочных деталей, то лучше человека, пожалуй, не найти.

Нельзя сбрасывать со счетов и то обстоятельство, что видовая принадлежность потенциальных читателей этой книги неизбежно придает определенную направленность их интересам. На моем научно-популярном веб-сайте «Проблемы эволюции» (http://evolbiol.ru (http://evolbiol.ru/)) страницы, посвященные эволюции человека, по посещаемости сильно опережают все остальные. Вторая по популярности тема – происхождение жизни – отстает примерно на порядок. Это общая закономерность, не связанная с качеством научно-популярных материалов. Так уж мы устроены, что про себя, любимых, нам слушать и читать интереснее, чем про всех остальных. Нам интересно, почему мы такие, какие есть, а не какие-то другие. Поискам ответа на этот вопрос как раз и посвящена книга, которую вы держите в руках.

Повышенный интерес людей к самим себе имеет глубокие эволюционные корни. Он был полезен нашим предкам в том числе и потому, что понимание себя помогает понять других, а понимание других – залог успеха для общественного примата. Но у этого интереса есть досадные побочные следствия, такие как склонность к завышенной самооценке и чрезмерной серьезности. А еще – к проведению четкой разграничительной линии между «людьми» (нашими, своими, такими как я) и «животными» (неразумными, примитивными и волосатыми). Я должен честно предупредить тех читателей, которые еще не избавились от подобных предрассудков: эта книга не собирается щадить ваши чувства. Мы будем опираться на научные факты, а для науки нет ничего святого, кроме правды. Наука – это поиск истины, какой бы эта истина ни была. Впрочем, те истины, которые открываются по мере развития эволюционной антропологии, могут показаться отталкивающими только с непривычки. На самом деле они удивительны и прекрасны, а картина мира, которая из них постепенно собирается, даже с чисто эстетических позиций гораздо привлекательнее и уж точно интереснее всех тех метафизических и мистических вымыслов, которыми люди привыкли заполнять бреши в рациональном знании. Чтобы оценить эту красоту, нужно лишь набраться мужества и терпения и включить мозги.

Реакция критиков и читающей публики на «Рождение сложности» была в основном положительной. Во многом это объясняется отсутствием конкуренции: не так уж много существует книг, в которых на популярном уровне разбираются те же научные вопросы, что и в «Рождении». Кроме того, эти вопросы не имеют отношения к областям общественной мысли, зараженным политикой и идеологией. Они не задевают чувства тех людей, в чьем сознании политика и идеология занимают важное место. Что бы я ни написал про альтернативный сплайсинг или свойства транспозонов, это вряд ли вызовет у читателя неприятие только потому, что он коммунист или демократ, консерватор или либерал, атеист или приверженец какой-нибудь религии, материалист или идеалист, естественник или гуманитарий. С антропогенезом все иначе. В этой области практически любой научный вывод обязательно заденет чьи-то чувства и убеждения. Автору остается только смириться с этим и не ждать пощады от идеологически мотивированных критиков. Главное – постараться самому не подпасть под влияние тех или иных идеологических схем, избежать необъективности и предвзятости. Это трудно, но я старался.

Дело осложняется тем, что почти каждый из нас в глубине души считает себя большим знатоком человеческой природы. Мы готовы признавать авторитет науки, пока дело касается транспозонов и сплайсинга, но, как только заходит речь о человеческой психике и поведении, у многих доверие к науке сразу резко

падает. Психологически это легко объяснимо, настолько легко, что кажется излишним растолковывать. Но это отнюдь не делает более легкой (и более благодарной) задачу автора, взявшегося познакомить публику с научными фактами о происхождении нашего тела и души. Я очень надеюсь, что эта книга поможет читателю понять, почему в попытках разобраться в природе человека «обычный здравый смысл» нас слишком часто подводит и почему в этой области доверие к научным методам (и недоверие к «естественной интуиции», любящей выдавать желаемое за действительное) ничуть не менее оправданно, чем в вопросе о вращении Земли вокруг Солнца.

Научно-популярных книг о сплайсинге и транспозонах мало. Об эволюции человека – хоть отбавляй. Среди них есть очень хорошие, написанные ведущими отечественными биологами, археологами, антропологами, психологами, лингвистами (см. список рекомендуемой литературы в конце книги). К сожалению, многие из этих книг издаются маленькими тиражами и уже вскоре после выхода становятся библиографической редкостью. Попробуйте найти в магазинах – хоть сетевых, хоть офлайновых – «Биологию поведения» Жукова, «Тайны пола» Бутовской, «Говорящих обезьян» Зориной и Смирновой или «Неандертальцев» Вишняцкого. Все эти книги – новые, но уже успели стать раритетами. Это, с одной стороны, грустно, с другой – хорошо, потому что свидетельствует о неослабевающем интересе публики и дает основания надеяться, что и эта книга, написанная эволюционистом-теоретиком, не являющимся узким специалистом ни в одной из областей антропогенеза, найдет своего читателя.

Эта книга – не учебник, не справочник и не энциклопедия. Полного и всеобъемлющего изложения данных по эволюционной биологии Homo sapiens читатель здесь не найдет. Такая задача вообще едва ли по силам одному человеку. К тому же я по возможности старался не повторяться и не разбирать в деталях темы, достаточно хорошо раскрытые в существующей русской научно-популярной литературе. Речь здесь пойдет в основном о недавних открытиях и новых вопросах, возникших в связи с ними.

Изучение антропогенеза в последние годы продвигается семимильными шагами. Сенсационные открытия совершаются чуть ли не ежемесячно. Как и «Рождение сложности», эта книга – нечто вроде мгновенного снимка стремительно развивающейся научной области. Мы поговорим о том, что волнует специалистов сегодня, и о тех научных направлениях, которые добились в последние годы особенно заметных успехов. Я не буду подробно рассказывать о развитии

эволюционных идей в антропологии, о курьезах, заблуждениях и подделках вроде «пилтдаунского человека», о знаменитых старых находках – питекантропе Дюбуа, австралопитеке Дарта, Люси[1 - Имя знаменитой самки афарского австралопитека у нас обычно произносят с ударением на последнем слоге. Люси, однако, получила свое имя в честь песни The Beatles Lucy in the sky with diamonds, которая играла в лагере исследователей в момент находки. По-английски имя «Люси» произносится с ударением на первом слоге.] Джохансона и прочих. Читателям, интересующимся историей вопроса, рекомендую старую добрую книжку Н. Я. Эйдельмана «Ищу предка».

Большинство идей, изложенных в этой книге, находятся в рамках научного мейнстрима: их сегодня обсуждают в самых серьезных и уважаемых научных журналах. Читатель не найдет здесь сенсационных теорий, «опрокидывающих старые представления» и одним махом «объясняющих» все известные факты (хотя на самом деле такие теории, как правило, строятся на тщательном отборе удобных фактов и игнорировании остальных). Хотите верьте, хотите нет, но в задачи этой книги даже не входит что-то кому-то доказывать. Это дело вкуса, но лично мне интереснее разбираться с реальными фактами, чем отстаивать ту или иную точку зрения. Хотя, конечно, претендовать на полную беспристрастность я тоже не могу: некоторые теории мне нравятся больше, чем другие, и о них я, естественно, буду рассказывать немного подробнее. К числу моих любимиц относятся, например, теория полового отбора Дарвина и Фишера, теория родственного отбора Гамильтона, гипотеза о моногамии древних гоминид Лавджоя, гипотеза Боулса о сопряженной эволюции войн и альтруизма. Но в основном речь пойдет все-таки не о теориях, а о фактах. На многие вопросы, ранее казавшиеся неразрешимыми, наука уже успела дать вполне обоснованные и, по-видимому, окончательные ответы. Но там, где фактов пока недостаточно, ученые вынуждены довольствоваться более или менее спорными теоретическими построениями. При этом, как правило, они заполняют своими гипотезами абсолютно все пространство логических возможностей. А также обширные области за его пределами. Пересказать все гипотезы невозможно, поэтому я выбирал из имеющегося многообразия те идеи, которые мне кажутся более убедительными. Хотя не исключено, что порой я неосознанно пользовался критериями скорее эстетическими, чем логическими. Все авторы так делают, только не признаются.

Можно было бы ограничиться только строго установленными фактами, а о спорных вопросах умолчать. Но тогда книга получилась бы скучной. Интересные, красивые идеи вполне достойны того, чтобы публика о них знала, даже если их доказательная база пока хромает. А есть и такие вопросы, на которые мы,

возможно, никогда не получим окончательного, бесспорного ответа. Прежде всего это касается вопросов о причинах. Почему наши предки стали ходить на двух ногах? Почему у них стал увеличиваться мозг? Даже имея машину времени, получить строгие ответы на эти вопросы было бы крайне трудно. Но у нас нет и машины времени. Все, что у нас есть, – это обезьяны, камни, кости и гены. Безусловно, из них можно извлечь море ценнейшей информации, но все-таки вряд ли мы когда-нибудь сможем сказать абсолютно точно, почему два с небольшим миллиона лет назад в некоторых популяциях гоминид особи с чуть более крупным мозгом начали оставлять в среднем больше потомков, чем особи с мозгом меньшего размера. И что же теперь – вовсе не говорить о таких интересных вещах? Я так не считаю. И надеюсь, что большинство читателей в этом со мной согласны.

А еще я надеюсь, что читатели сумеют отличить в книге строго установленные факты от предположений и догадок. Многие идеи антропологов покоятся на очень шатких основаниях. При этом используется примерно такая логика.

1. Никто понятия не имеет, как было на самом деле. Но есть две альтернативные возможности: было либо так, либо иначе.

2. В пользу первой гипотезы нет вообще никаких фактов.

3. В пользу второй гипотезы можно привести пару аргументов, покоящихся на зыбких, но все же хоть на каких-то фактических основаниях.

4. Вывод: на данный момент вторая гипотеза представляется более вероятной, чем первая.

Такие выводы тоже нужны, без них не обойтись, если мы хотим восстановить прошлое по тем скудным следам, которые оно оставило в настоящем. Пожалуйста, не путайте такие выводы с твердо установленными фактами! Довольно смешно бывает слышать, как люди начинают всерьез оспаривать подобные идеи, указывая на шаткость их оснований. Тоже мне, Америку открыли. Мы знаем, что основания шаткие. И что теперь – вообще исключить вопрос из рассмотрения? Не думать о нем, пока не появятся новые факты?

Нет, господа, это скучно и как-то не по-человечески. Думать всегда полезно, а весь вред проистекает из предвзятости и политической либо идеологической

ангажированности. Вот этого я всеми силами старался избежать. Я не являюсь узким специалистом по антропогенезу, и у меня нет своих собственных драгоценных теорий, которые я буду отстаивать любой ценой.

Теоретические вопросы, о которых пойдет речь в книге, не затрагивают ни моих корыстных интересов, ни эмоций, которые могли бы повлиять на объективность. Мне страшно интересно узнать ответы на них, но ответы правильные, а не подогнанные к априорным желаниям.

Например, я очень хотел бы узнать наверняка, отличался ли разум неандертальцев от нашего, и если отличался, то чем. Но из всех возможных ответов на этот вопрос нет такого, о котором я мог бы сказать, что хочу (или не хочу), чтобы он оказался правильным. Если строго обоснованный ответ будет наконец получен, я приду в неописуемый восторг, каким бы этот ответ ни оказался. Мне хочется узнать правду, превратить незнание в знание. Это тоже чревато необъективностью: есть опасность, что при такой мотивации автор будет неосознанно пытаться выдать спорные выводы за менее спорные. Ну что тут скажешь. Нет в мире совершенства!

Читатель, несомненно, уже понял, что в основе нашего рассказа будут лежать современные представления о путях и механизмах биологической эволюции. Без этой ариадниной нити разбираться в биологических фактах – дело вполне безнадежное. Первая глава вышеупомянутой книги Н. Я. Эйдельмана называется «Человек происходит от Дарвина», и это не просто шутка. Дарвин дал людям ключ к пониманию самих себя – пониманию более полному и точному, чем когда-либо за всю нашу историю. Он дал нам ступеньку, оттолкнувшись от которой мы (как я искренне надеюсь) рано или поздно сможем поднять свое самосознание на качественно новый уровень.

Как ни странно, в главном труде своей жизни, «Происхождении видов путем естественного отбора», Дарвин уклонился от обсуждения вопроса о происхождении человека – поосторожничал, справедливо полагая, что сначала надо дать людям свыкнуться с самим фактом эволюции. Он лишь намекнул, что его теория «прольет свет» на эту проблему. Эта знаменитая дарвиновская фраза по праву считается одним из двух самых скромных высказываний в истории биологии[2 - Вторым по скромности считается замечание Уотсона и Крика, сделанное ими в заключительной части эпохальной статьи о структуре ДНК. По словам авторов, «от их внимания не ускользнуло то обстоятельство», что открытый ими принцип специфического спаривания нуклеотидов позволяет

понять, каким образом происходит размножение (репликация) молекул ДНК.]. При этом она является и одним из самых удачных научных предсказаний. Свет действительно был пролит, и за прошедшие полтора века эволюционная история человечества в значительной степени прояснилась.

В последние годы наибольший вклад в развитие представлений об антропогенезе вносят три научных направления. Это палеоантропология, генетика и эволюционная психология. Речь в книге пойдет о достижениях именно этих трех дисциплин. Что касается самого Дарвина, то он не имел в своем распоряжении первых двух пунктов этого списка и сам начал закладывать основы третьего. Дарвин полагался на сравнительную анатомию и эмбриологию – и этого ему вполне хватило, чтобы обосновать свою теорию. Мы же поговорим о новых, более современных предметах. В этом отношении человек ничем не отличается от других животных: с какой стороны на него ни посмотри, эволюционное прошлое так и лезет в глаза.

Изучать эволюцию лучше на человеческих примерах

Многие люди хотя и признают эволюцию, но при этом имеют весьма превратные представления о ее механизмах. Одной из причин недопонимания является присущий нашему мышлению типологический взгляд на животных: мы склонны видеть в каждой особи не индивидуальное существо, а представителя того или иного вида. Из-за этого мы оказываемся слепы к проявлениям внутривидовой изменчивости («медведь – он и есть медведь»). Данное явление тесно связано с так называемым эссенциализмом – склонностью нашего разума приписывать группам объектов, сходных по каким-то признакам, некую общую для них всех идеальную «сущность». Философы написали о сущностях гигабайты текстов. Я не философ и не считаю это недостатком. Но на одном философском сайте мне попалась мудрая мысль, под которой я с радостью подпишусь. Звучит она так: «У вещей нет сущностей».

Дэниел Неттл из Университета Ньюкасла (Великобритания), специалист по эволюции и генетике поведения, провел со своими студентами ряд экспериментов, которые показали, что понимание эволюции может быть улучшено, если в ходе обучения использовать «человеческие» примеры (Nettle, 2010). Как и другие преподаватели эволюции, Неттл неоднократно замечал, что студенты с трудом понимают основы дарвиновского эволюционного механизма,

несмотря на всю его кажущуюся простоту и вопреки всем усилиям учителей. Некоторые типичные заблуждения основаны на недооценке внутривидовой изменчивости. Люди склонны думать о том или ином животном прежде всего как о представителе вида. Речь идет, конечно, не о зоологических видах, а о «народных», то есть о таких группировках организмов, которые имеют общеупотребительное название. Народные виды иногда совпадают с зоологическими («лев»), но могут соответствовать целой группе близких видов («дельфин», «медведь») или внутривидовым группировкам (например, собака и волк – два народных вида, которые, по современным представлениям, относятся к одному и тому же зоологическому виду).

Такое «типологическое» восприятие животных, вероятно, сформировалось у наших предков под действием отбора как полезная адаптация. У людей есть специализированные участки мозга, расположенные в височной доле (а именно в верхней височной борозде и веретеновидной извилине), отвечающие за классификацию животных и растений. Повреждение этих участков может привести к утрате способности отличить льва от мыши и ромашку от березы при сохранении прочих ментальных функций. Современные охотники-собиратели различают многие сотни видов живых существ – в отличие от горожан, у которых соответствующие участки памяти, по-видимому, забиты сортами шампуней, йогуртов и автомобилей (Yoon, 2009).

При встрече с тигром первобытному охотнику нужно было мгновенно осознать, что перед ним – представитель опасного вида хищников. Безусловно, у каждого тигра есть свой индивидуальный характер, о чем опытным охотникам хорошо известно, но на практике это все-таки дело десятое. Контакты с соплеменниками ставили перед людьми совсем другие задачи. Для эффективного взаимодействия с себе подобным недостаточно знать его видовую принадлежность. Не только люди, но и многие другие приматы знают соплеменников «в лицо» и с каждым имеют определенные отношения. Этнографические исследования показывают, что восприятие зверей как представителей вида, а людей как уникальных индивидуумов характерно для множества культур – от самых архаичных до «передовых».

Нечто подобное обнаружено и у других приматов: по-видимому, они тоже думают об инородцах «типологически», а соплеменников считают уникальными личностями. Это было показано в изящных экспериментах на макаках резусах, интерес которых к различным изображениям зависит от степени новизны картинки. Когда фотографию макаки заменяли портретом другой макаки,

подопытные обезьяны с интересом разглядывали новое изображение. Очевидно, они понимали, что перед ними другое существо. Этого не происходило, когда портрет свиньи заменяли портретом другой свиньи. В этом случае макаки не усматривали во второй фотографии ничего нового. Свинья – она свинья и есть. Впрочем, это различие исчезало у тех макак, которым довелось лично познакомиться с множеством разных свиней. Научившись как следует разбираться в свиньях, макаки замечали индивидуальные различия у свиней не хуже, чем у своих соплеменников (Humphrey, 1974).

Но вернемся к Неттлу и его педагогическим проблемам. Хорошо известно, что для правильного понимания эволюции необходимо постоянно помнить о внутривидовой изменчивости и уникальности каждой особи в популяции. Неслучайно Дарвин посвятил изменчивости первые две главы «Происхождения видов». Человеку, который подсознательно считает всех представителей данного вида животных одинаковыми (не различающимися по существенным свойствам), очень трудно понять, как действует отбор.

Преподаватели обычно объясняют студентам базовые принципы эволюции на примере животных и растений. Неттл предположил, что природная склонность людей думать о других животных как о представителях «типа» или воплощениях одной и той же абстрактной «сущности» может быть причиной многих недоразумений. Возможно, дело пойдет на лад, если рассматривать эволюцию на примере человеческих популяций, ведь о людях нам привычнее думать как об уникальных индивидуумах. Казалось бы, это предположение противоречит известному факту, что многим труднее признать эволюционное происхождение человека, чем всех прочих животных.

Чтобы прояснить ситуацию, Неттл провел два эксперимента со своими студентами-первокурсниками (123 человека), которым предстояло слушать курс эволюции и генетики.

Целью первого эксперимента была проверка гипотезы о том, что, думая о людях, мы обращаем больше внимания на индивидуальные различия, а животных воспринимаем как безличных представителей «типа». Испытуемому последовательно показывали на экране пару фотографий, и задача состояла в том, чтобы определить, одинаковые это фотографии или разные. Приняв решение, студент должен был нажать одну из двух клавиш. Картинки были трех типов: люди, другие животные и неодушевленные предметы. Пары картинок тоже делились на три группы: 1) два одинаковых изображения, 2) разные

изображения одного и того же типа (например, два разных человека или два разных стула), 3) изображения объектов разного типа (например, человек и слон).

Неттл нарочно сделал изображения людей более похожими друг на друга, чем изображения медведей или слонов. Все «человеческие» картинки были фотографиями женщин анфас, примерно в одинаковом масштабе. Слоны, напротив, были изображены в разных ракурсах и масштабах. Поэтому по формальным критериям фотографии разных людей были больше похожи друг на друга, чем портреты разных слонов или медведей.

Конечно, студенты почти всегда правильно определяли, одинаковые фотографии были показаны или разные. Ключевые различия обнаружились во времени, которое требовалось им для принятия решения. Студенты сильнее всего «тормозили», когда им показывали двух разных животных одного вида (например, двух медведей). По-видимому, именно эта задача оказалась самой трудной. Различить двух медведей оказалось сложнее, чем отличить медведя от льва, хотя разницу между двумя девушками они замечали так же быстро, как и различие между девушкой и слоном.

Эти результаты хорошо согласуются с исходной гипотезой о преобладании типологического мышления при восприятии животных и индивидуального – при восприятии людей. Конечно, данный тест не доказал эту гипотезу с абсолютной строгостью, но ведь она и ранее неоднократно находила подтверждение в ходе других исследований, например этнографических.

Второй эксперимент был поставлен для проверки идеи о том, что использование «человеческих» примеров способствует лучшему пониманию эволюции. Для этого автор разработал два теста, которые отличались друг от друга только тем, что в одном из них речь шла о людях, а в другом – о диких зверях.

Вопросник начинался с того, что студенту предлагалось представить себя марсианским биологом, прибывшим на Землю для изучения популяции малагасийцев (малоизвестных английским студентам коренных жителей Мадагаскара) или фосс (малоизвестных английским студентам мадагаскарских хищников). Далее в задании говорилось, что малагасийцы (фоссы) живут охотой на птиц и мелких млекопитающих.

Раньше они жили в густых лесах, но сотни лет назад леса были вырублены, и теперь они живут на открытых пространствах со светлой почвой. Малагасийцы (фоссы) имеют либо белые, либо черные волосы (мех). Во времена лесной жизни почти все малагасийцы (фоссы) имели черные волосы (мех), что обеспечивало им наилучшую маскировку в лесу. Сейчас почти все они имеют белые волосы (мех), что делает их менее заметными на открытых светлых равнинах.

Затем шли три группы вопросов. Вопросы первой группы помогали выяснить представления студентов о внутривидовой изменчивости. Эти вопросы строились по схеме: «Вы исследовали одного малагасийца (фоссу) и обнаружили такое-то свойство. Оцените вероятность того, что второй исследованный вами малагасиец (фосса) будет обладать таким же свойством».

Вопросы второй группы касались деталей эволюционного перехода от преобладания черноволосых особей к доминированию светловолосых. Вопросов было десять, и они предназначались для выявления десяти типичных заблуждений о механизмах эволюции. Вот список этих заблуждений.

1. Прижизненные изменения. Особи в течение своей жизни изменяются в том же направлении, что и вся популяция в долгосрочной перспективе (то есть волосы у людей или фосс становятся более светлыми в течение жизни). На самом деле такое в принципе возможно, но вовсе не обязательно.

2. Смещенная наследственность. Дети в среднем оказываются более светловолосыми, чем их родители. На самом деле дети будут примерно такие же, как родители, просто светловолосые родители оставят в среднем больше детей.

3. Направленные мутации. Изменение условий среды ведет к повышению вероятности возникновения мутаций, полезных в новых условиях. На самом деле мутации, как правило, случайны, так что светловолосые мутанты будут появляться с одинаковой частотой независимо от условий.

4. Отсутствие изменчивости. В каждый момент времени все особи в популяции имеют одинаковый фенотип[3 - Фенотип в широком смысле – это все, на что влияют гены данного организма (включая, например, устройство бобровых плотин и птичьих гнезд), в узком – строение самого организма, в еще более узком – какие-то отдельные признаки организма, интересующие нас в данный

момент, такие как цвет шерсти.], соответствующий среднему по популяции.

5. Потребности вида. Движущей силой эволюции является то обстоятельство, что виду необходимо измениться, чтобы выжить. В данном случае студенты должны были решить, какая из двух формулировок правильнее описывает процесс: а) «доля светловолосых особей в популяции постепенно росла», б) «вид должен был измениться, чтобы не проиграть конкуренцию другим видам и не вымереть». Более правильной является первая формулировка. Потребности вида безразличны для эволюции.

Отбор – это слепой процесс, не имеющий цели. Одни фенотипы оставляют в среднем больше потомства, чем другие, и это автоматически ведет к росту частоты встречаемости генов, обеспечивающих формирование тех фенотипов, которые успешнее размножаются («более приспособленных»).

6. Вымирание вместо адаптации. Если условия изменятся, вид, скорее всего, вымрет и будет заменен другим видом. (Правильный ответ: виду не обязательно вымирать, он может адаптироваться к изменившимся условиям.)

7. Межвидовая конкуренция. Главной движущей силой эволюции является конкуренция между видами, а не между особями одного и того же вида. На самом деле отбор особей внутри вида идет быстрее и работает гораздо эффективнее, чем «межвидовой» отбор, который тоже существует, но работает медленно и неэффективно[4 - Подробнее см. в заметке «Отбор на уровне видов не позволяет растениям утратить самонесовместимость» на сайте «Элементы». http://elementy.ru/news/431441 (http://elementy.ru/news/431441)].

8. Эволюция «на благо вида». Эволюция ведет к развитию признаков, выгодных виду в целом. (Правильный ответ: эволюция, как правило, ведет к развитию признаков, повышающих эффективность размножения генов, обеспечивающих формирование этих признаков.)

9 «Мягкая наследственность». Представление о том, что если одна особь научится плавать, то эта способность отныне будет присуща всем особям в популяции.

10. Рождение вида. Новые виды появляются мгновенно, а не в результате постепенных изменений. Если бы у нас были фотографии представителей всех

поколений, мы могли бы точно определить момент, когда один вид превратился в другой.

В действительности за редкими исключениями (такими как образование новых видов растений путем межвидовой гибридизации и последующего удвоения числа хромосом) новые виды формируются медленно и постепенно, и провести грань между сменяющими друг друга во времени видами можно лишь условно.

Третья группа вопросов касалась самого студента: интересуется ли он биологией, проходил ли в старших классах углубленный курс биологии, любит ли животных, признает ли теорию эволюции и т. п. Оказалось, что ответы на вопросы из третьей группы не коррелируют с основными результатами, отражающими характер «эволюционных заблуждений».

Ответы на вопросы первой группы, как и ожидалось, показали, что студенты смелее переносят свойства одной особи на других, если речь идет о фоссах. Тем самым еще раз подтвердилась склонность судить о людях индивидуально, а о других животных – типологически. Ответы на вопросы второй группы тоже подтвердили ожидания автора. Студенты, которым достался «человеческий» вариант задания, допустили меньше ошибок, чем те, кому пришлось размышлять о судьбах фосс.

Конечно, полученные результаты не являются бесспорными; в методике при желании можно найти изъяны. И все же представляется, что преподавателям эволюции следует обратить внимание на это исследование. Автор подчеркивает, что в его эксперименте одна лишь мысль о людях (а не о диких зверях) существенно снизила число ошибок у первокурсников, еще не начавших изучение эволюции в университете. Поэтому не исключено, что замена части нечеловеческих примеров человеческими может радикально улучшить понимание предмета.

Хочется верить, что и эта книга, основанная на человеческих примерах, поможет кому-то из читателей лучше разобраться в закономерностях эволюции.

Кто же мы такие?

Для начала давайте определим предмет разговора.

Многое можно узнать о человеке, если проследить, как он использует местоимение «мы». Каждое «мы», произнесенное вслух или набранное на клавиатуре, – результат ответственного решения. Осознать и открыто выразить свою принадлежность к некоей группе, неизбежно отрекаясь при этом от принадлежности ко многим другим группам, – не шутка. Мы (современные люди) принимаем такие решения ежеминутно, походя, не отдавая себе отчета в сложнейших калькуляциях, которые наш мозг при этом выполняет.

Но иногда отдать себе отчет бывает полезно: сразу замечаешь много интересного. Например, можно заметить, что в основе этих вычислений часто лежат не логические умозаключения, а эмоции. «Мы животные» звучит обидно. Многие готовы долго и яростно доказывать, что это не так, что люди не животные. «Мы обезьяны» – совсем уж вызывающее заявление, от которого попахивает нигилизмом и общественным вызовом. При этом фразы «мы млекопитающие», «мы позвоночные», «мы многоклеточные» воспринимаются спокойно. В самом деле, кто станет спорить, что наше тело состоит из множества клеток, что у нас есть позвоночник, что мы кормим детенышей молоком? Но не смейте обзывать человека животным, тем более обезьяной!

Между тем с биологической точки зрения все эти утверждения одинаково верны. Вот несколько разных «мы», узаконенных современной биологической наукой. Мы живые существа. Мы эукариоты. Мы заднежгутиковые. Мы животные. Мы вторичноротые. Мы хордовые. Мы позвоночные. Мы челюстноротые. Мы четвероногие. Мы амниоты. Мы синапсиды. Мы млекопитающие. Мы плацентарные. Мы приматы. Мы обезьяны (или, что то же самое, антропоиды). Мы узконосые обезьяны. Мы человекообразные обезьяны, или гоминоиды (по-английски apes). Мы большие человекообразные обезьяны (great apes). Мы большие африканские человекообразные обезьяны (african great apes). Наконец, мы люди.

Как все это может быть верным одновременно? Запросто. Все дело в правилах биологической классификации. Она строится на основе эволюционного дерева – генеалогической схемы, отражающей родственные связи живых существ. Постоянное уточнение и детализация этой схемы – основное занятие сотен тысяч квалифицированных биологов во всем мире. Среди таксономистов (экспертов по классификации живых организмов) в последние десятилетия

действует уговор, согласно которому можно присвоить официальное название любой ветви эволюционного дерева, но только при одном условии. Название должно относиться ко всей ветви целиком: и к ее основанию, и ко всем без исключения вторичным веточкам. Ветвь нельзя общипывать. Иными словами, естественной группой, которой мы (таксономисты) вправе присвоить официальное название, может считаться совокупность всех потомков какого-нибудь предка. С ударением на слове «всех». Это разумное правило. Фактически оно означает, что если мы объединили в одну группу виды А и Б, то мы не имеем права не включить в нее также и виды, родство которых с видом А (или Б) ближе, чем родство между А и Б.

Раньше соглашение было другим. Можно было дать официальное название не всем, а лишь некоторым потомкам данного предка, оставив других его потомков за бортом. Можно было объединить в одну группу виды А и Б, а вид В, более близкий к виду А, чем вид Б, взять и отнести к другой группе. Ветви эволюционного дерева можно было общипывать. Но потом биологи решили, что это произвол, с которым нужно покончить. Хотя бы просто потому, что невозможно придумать универсальный объективный критерий, единую формулу, которая позволила бы в каждом случае однозначно определить, каких потомков данного предка следует, а каких не следует включать в данную группу. Какие вторичные веточки можно отщипнуть от основной, а какие нельзя.

Такие решения раньше принимались на основе «экспертных оценок». Эксперт, специалист по классификации каких-нибудь спатангоидных морских ежей, сначала изо всех сил тренировал свою верхнюю височную борозду и веретеновидную извилину, а потом уж давал им волю. У него возникало по отношению к своей группе так называемое шкурное чувство, хорошо знакомое зоологам и ботаникам и по сей день. Опытному таксономисту достаточно беглого взгляда на животное или даже на какую-то его часть, чтобы с уверенностью сказать: это такое-то семейство, такой-то род и, скорее всего, такой-то вид. Решения об отщипывании веточек тоже принимались при помощи «шкурного чувства». Все заинтересованные лица должны были просто довериться авторитету специалиста, который всю жизнь изучал данную группу животных и в конце концов решил, что эти веточки надо отщипнуть, а те – оставить. Все бы хорошо, но, как только оказывалось, что авторитетных специалистов уже не один, а двое и их верхние височные борозды выдают разные результаты, возникала неразрешимая дилемма. Никакого разумного способа выяснить, кто из двух спорящих авторитетов прав, не было. Вопрос решался путем махания руками и присоединения к спору все новых авторитетов. Хорошо еще, никто не додумался меряться верхними височными бороздами при

помощи томографии мозга. В конце концов это всем надоело, и отщипывание веточек решили запретить (Yoon, 2009).

Изменение правил пошло на пользу науке – критерии классификации стали более объективными, – но привело к странным побочным эффектам. Например, лишились «официального» статуса такие группы животных, как рыбы и рептилии. Проблема в том, что предки всех наземных позвоночных были рыбами, а предки всех птиц, млекопитающих, крокодилов, ящериц и черепах были рептилиями. У крокодила и воробья был общий предок, который, по свидетельству верхней височной борозды любого зоолога, был самой настоящей рептилией. Поэтому, если мы хотим сохранить официальную группу «рептилии», в которую входил бы этот общий предок вместе с крокодилом, мы обязаны включить в нее также и воробья. Иначе ветвь окажется общипанной, мы оторвем от нее вторичную веточку (птиц), а это произвол. Если разрешено отщипнуть одну веточку, кто запретит поступить так же с любой другой? Придет очередной авторитет и скажет, что крокодилов тоже надо отщипнуть и считать отдельным классом, а статус рептилий сохранить только за ящерицами, змеями и черепахами. И возразить ему будет нечего, раз птиц уже «сдали».

И дело тут не только в том, что последний общий предок крокодила и воробья был устроен как рептилия. Еще важнее, что у него был более древний предок, являвшийся одновременно предком ящерицы. Если мы (то есть в данном случае биологи) хотим считать ящерицу рептилией (а мы этого хотим), то мы обязаны и этого предка, и всех его потомков (включая ящерицу, крокодила и воробья) тоже считать рептилиями. Вывод: либо птицы являются рептилиями, либо рептилий нельзя считать «настоящим», естественным объединением. Без птиц рептилии оказываются произвольной группировкой. Это плохо, потому что вопрос о принадлежности к такой группировке того или иного вида (например, археоптерикса или четырехкрылого микрораптора) придется решать путем экспертных оценок и споров до хрипоты, без всякой надежды на строгое, объективное и окончательное решение. А еще это плохо, потому что птицы действительно являются более близкой родней крокодилам, чем ящерицы: последний общий предок птиц и крокодилов жил позже, чем последний общий предок крокодилов и ящериц. Крокодилы обидятся, если мы засунем их в одну группу с дальними родственниками, а более близкую родню крокодилов из этой группы исключим.

С другой стороны, группа, объединяющая крокодилов и птиц (но не ящериц), – вполне законная и «естественная». Эта группа называется архозавры. Кроме крокодилов и птиц к ней относятся многие вымершие животные, такие как динозавры, текодонты и птерозавры[5 - Группа, объединяющая архозавров и ящериц, тоже вполне естественная и называется диапсиды.]. При этом никаких проблем с археоптериксом не возникает: он бесспорный архозавр, а вопрос о том, считать ли его «еще рептилией» или «уже птицей», становится непринципиальным.

Так же и с человеком. Последний общий предок человека и шимпанзе (назовем его П

) имел предка П

, который был по совместительству еще и предком гориллы. Если мы хотим называть шимпанзе и гориллу «человекообразными обезьянами» (а мы этого хотим), то мы просто обязаны включить в эту группу и их общего предка П

, и всех его потомков: гориллу, П

, шимпанзе и человека. Все они (то есть, извините, все мы) – человекообразные обезьяны.

По той же причине все мы – узконосые обезьяны (человекообразные обезьяны входят в эту группу в качестве «подмножества», то есть образуют одну из вторичных ветвей). Наконец, мы просто обезьяны (или, что то же самое, антропоиды), потому что термину «обезьяны» соответствует целая, необщипанная ветвь эволюционного дерева, подразделяющаяся на две большие вторичные ветви узконосых и широконосых (американских) обезьян.

Таким образом, с точки зрения современной биологии знаменитая фраза «человек произошел от обезьяны» не совсем верна. С одной стороны, она утверждает, что предки людей были обезьянами, и это совершеннейшая правда. Разумеется, речь идет не о современных обезьянах (таких как шимпанзе или горилла), а о древних, вымерших. Но фраза также предполагает, что сам человек не является обезьяной, и вот это уже неверно. С точки зрения биологической классификации человек не произошел от обезьяны – он ею как был, так и остался. Точно так же, как серебристая чайка не перестала быть птицей и архозавром, а енотовидная собака не произошла от млекопитающих, а является таковым. Мы обезьяны, как бы ни травмировал этот факт наше Чувство Собственной Важности[6 - Чувство собственной важности (ЧСВ) – один из смертных грехов. Мне больше нравится термин «ЧСВ», чем «гордыня». Потому что слово «гордыня», на мой вкус, слишком высокопарное: в нем самом чувствуется изрядное количество ЧСВ.] и как бы ни ныла от таких слов верхняя височная борозда у таксономистов старой закалки.

Для того чтобы все-таки сохранить возможность говорить о животных, приматах или обезьянах, не имея при этом в виду человека (иногда это бывает полезно), ученым пришлось пойти на хитрость и придумать замысловатые составные термины: non-human animals – нечеловеческие животные, nonhuman primates – нечеловеческие приматы и даже non-human apes – нечеловеческие человекообразные обезьяны. Звучит с непривычки довольно дико, зато корректно с точки зрения науки. Будем привыкать.

Впрочем, новые правила биологической классификации подчас не удается применить на практике, когда дело касается группировок низшего уровня: родов и видов, эволюционная история которых достаточно хорошо известна – по ископаемой летописи или по результатам анализа ДНК. Например, если какая-то популяция или группа популяций плавно и постепенно меняется в ходе эволюции и эти изменения изучены с большой подробностью, палеонтологам приходится методом «волевого решения» проводить условные границы между видами, сменяющими друг друга во времени. Никакого высшего смысла в таких границах и в таких видах нет, но без них не обойтись, иначе классификация получится ужасно неудобной. Есть и другие причины, мешающие новым

правилам проникнуть на низшие уровни классификации. Мы о них говорить не будем, потому что это завело бы нас слишком далеко. В итоге биологическая систематика остается противоречивой. На низших уровнях во многих случаях по-прежнему используются старые правила, на высоких – новые. Уже не полагается говорить, что птицы произошли от динозавров, а люди – от обезьян. Птицы у нас теперь – одна из групп динозавров, а люди (Homo) – один из родов обезьян. Однако точно такие же высказывания, относящиеся к более низким этажам иерархии, по-прежнему считаются допустимыми. «Белый медведь произошел от бурого», «люди произошли от австралопитеков», «Homo heidelbergensis произошел от Homo erectus» – все эти утверждения предполагают произвольное общипывание ветвей эволюционного дерева, но при этом остаются разрешенными.

Почему не все обезьяны стали людьми?

Этот вопрос тревожит не только детей, но и взрослых, не очень хорошо разбирающихся в биологии. Не понимая этого, трудно понять все остальное, о чем пойдет речь в книге. Поэтому нужно разобраться с этой важной теоретической проблемой прямо здесь, в предисловии.

Итак, если люди произошли от обезьян… пардон, от древних нечеловеческих обезьян, то почему тогда все остальные нечеловеческие обезьяны не превратились в людей?

Они этого не сделали по той же причине, по которой не все рыбы вышли на сушу и стали четвероногими, не все одноклеточные стали многоклеточными, не все животные стали позвоночными, не все архозавры стали птицами. По той же причине, по которой не все цветы стали ромашками, не все насекомые – муравьями, не все грибы – белыми, не все вирусы – вирусами гриппа. Каждый вид живых существ уникален и появляется только один раз. Эволюционная история каждого вида определяется множеством причин и зависит от бесчисленных случайностей. Совершенно невероятно, чтобы у двух эволюционирующих видов (например, у двух разных видов обезьян) судьба сложилась абсолютно одинаково и они пришли к одному и тому же результату (например, обе превратились в человека). Это так же невероятно, как то, что два писателя не сговариваясь напишут два одинаковых романа или что на двух

разных материках независимо возникнут два одинаковых народа, говорящие на одном и том же языке.

Мне кажется, этот вопрос часто задают просто потому, что думают: ну как же, ведь человеком быть прикольнее, чем скакать по веткам без штанов. Вопрос основан как минимум на двух ошибках. Во-первых, он предполагает, что у эволюции есть некая цель, к которой она упорно стремится или по крайней мере некое «главное направление». Некоторые думают, что эволюция всегда направлена от простого к сложному. Движение от простого к сложному в биологии называют прогрессом. Но эволюционный прогресс – это не общее правило, он характерен не для всех живых существ, а только для небольшой их части. Многие животные и растения в ходе эволюции не усложняются, а, наоборот, упрощаются – и при этом отлично себя чувствуют. Кроме того, в истории развития жизни на земле гораздо чаще бывало так, что новый вид не заменял старые, а добавлялся к ним. В результате общее число видов на планете постепенно росло. Многие виды вымирали, но еще больше появлялось новых. Так и человек – добавился к приматам, к другим обезьянам, а не заменил их.

Во-вторых, многие люди ошибочно считают, что человек как раз и является той целью, к которой всегда стремилась эволюция. Но биологи не нашли никаких подтверждений этому предположению. Конечно, если мы посмотрим на нашу родословную, то увидим что-то очень похожее на движение к заранее намеченной цели – от одноклеточных к первым животным, потом к первым хордовым, первым рыбам, первым четвероногим, потом к древним синапсидам, зверозубым ящерам, первым млекопитающим, плацентарным, приматам, обезьянам, человекообразным и, наконец, к человеку. Но если мы посмотрим на родословную любого другого вида – например, комара или дельфина, – то увидим точно такое же «целенаправленное» движение, но только не к человеку, а к комару или дельфину.

Кстати, наши родословные с комаром совпадают на всем пути от одноклеточных до примитивных червеобразных животных и только потом расходятся. С дельфином у нас больше общих предков: наша родословная начинает отличаться от дельфиньей только на уровне древних плацентарных млекопитающих, а все более древние наши предки одновременно являются и предками дельфина. Нам приятно считать себя «вершиной эволюции», но комар и дельфин имеют не меньше оснований считать вершиной эволюции себя, а не нас. Каждый из ныне живущих видов – такая же вершина эволюции, как и мы.

Каждый из них имеет такую же долгую эволюционную историю, каждый может похвастаться множеством разнообразных и удивительных предков.

У человека, конечно, есть кое-что особенное, чего нет у других животных. Например, у нас самый умный (в некоторых отношениях) мозг[7 - Интеллект животных не универсален, и человек не исключение. Например, мы сильно уступаем сойкам, кедровкам, белкам и другим животным, запасающим пищу в тайниках, по способности запоминать точки на местности; крыса обставит нас в решении задач по поиску выхода из запутанного лабиринта; некоторые «нечеловеческие» обезьяны быстрее запоминают лица по фотографиям и т. д. (Резникова, 2009).] и самая сложная система общения (речь). Правда, у любого другого вида живых существ тоже есть хотя бы одно уникальное свойство или сочетание свойств (иначе его просто не считали бы особым видом). Например, гепард бегает быстрее всех зверей и гораздо быстрее нас. Докажите ему, что думать и говорить важнее, чем быстро бегать. Он так не считает. Он с голоду помрет, если обменяет быстрые ноги на большой мозг. Ведь мозгом-то еще нужно научиться пользоваться, нужно наполнить его какими-то знаниями, а для этого нужна культура. Много пройдет времени, прежде чем гепарды научатся извлекать пользу из большого мозга, а кушать хочется сейчас.

Большой мозг, кроме человека, появился в ходе эволюции еще у слонов и китообразных. Но ведь они и сами очень большие, куда больше нас. А в целом эволюция до сих пор редко приводила к появлению видов с таким большим мозгом. Ведь этот орган обходится животным очень дорого. Во-первых, мозг потребляет огромное количество калорий, поэтому животному с большим мозгом требуется больше пищи. Во-вторых, большой мозг затрудняет роды: у наших предков до изобретения медицины была поэтому очень большая смертность при родах, причем умирали как дети, так и матери[8 - Мы еще вернемся к обсуждению этих вопросов.]. А главное, есть множество способов прекрасно прожить и без большого мозга, чему свидетельством является вся живая природа вокруг нас. Требовалось некое уникальное стечение обстоятельств, чтобы естественный отбор стал поддерживать увеличение мозга у тех обезьян, которые стали нашими предками. Ученые, изучающие эволюцию человека, изо всех сил пытаются понять, что это были за обстоятельства. Мы к этой теме обязательно вернемся.

И последнее: кто-то ведь должен быть первым! Мы – первый вид на этой планете, достаточно сообразительный для того, чтобы задаться вопросом: «Откуда я появился и почему другие животные не стали такими же, как я?» Если

бы первыми разумными существами стали муравьи, они бы терзались тем же вопросом. Станут ли другие виды животных разумными в будущем? Если мы, люди, им не помешаем, не истребим их и позволим спокойно эволюционировать, то это не исключено. Может быть, вторым видом разумных существ когда-нибудь станут потомки нынешних дельфинов, или слонов, или шимпанзе.

Но эволюция – ужасно медленный процесс. Чтобы заметить хоть какие-то эволюционные изменения у таких медленно размножающихся и медленно взрослеющих животных, как шимпанзе, нужно наблюдать за ними как минимум несколько веков, а лучше – тысячелетий. Но мы начали наблюдать за шимпанзе в природе лишь несколько десятилетий назад. Даже если бы шимпанзе сейчас действительно эволюционировали в сторону «поумнения», мы просто не сумели бы это заметить. Впрочем, я не думаю, что они это делают. Но вот если бы все люди сейчас переселились из Африки на другие материки, а Африку сделали бы одним огромным заповедником, то в конце концов потомки нынешних шимпанзе, бонобо или горилл вполне могли бы стать разумными. Конечно, это будут вовсе не люди, а другой вид разумных приматов. Только ждать придется очень долго. Может быть, 10 миллионов лет, а может, и все 30.

А мы точно уверены?

Среди откликов на книгу «Рождение сложности» преобладали положительные, но кое-какие упреки тоже были высказаны. Один из них меня сильно удивил. Критику показалось, что, включив в книгу несколько страниц полемики с креационистами (людьми, отрицающими эволюцию), я проявил неуважение к читателю. Дескать, книга рассчитана на грамотных людей, и оскорбительно думать, что кто-то из них может всерьез относиться к таким глупостям, как креационизм.

Так-то оно так, но приверженцы этих глупостей весьма активны, лезут во все щели, а многие пусть и грамотные, но далекие от биологии люди не очень хорошо ориентируются в фактах, на которых основана железобетонная уверенность биологов в реальности эволюции. Дорогие читатели, я вас уважаю. Но на всякий случай все-таки приведу здесь пару фактов, которые могут пригодиться в бытовых спорах с креационистами. Время от времени креационисты попадаются на жизненном пути каждого нормального человека.

Недавно мы с коллегами опубликовали в интернете большой текст, фактически целую электронную книгу, под названием «Доказательства эволюции» (Борисов и др., 2010). Эта подборка во многом избыточна. Для того чтобы признать реальность эволюции (включая происхождение человека от древних нечеловеческих обезьян), достаточно десятой доли того, что там изложено. Доказательств так много и они такие разные, что для удобства их обычно делят на тематические группы: эмбриологические доказательства, палеонтологические, биогеографические, сравнительно-анатомические, молекулярно-генетические и т. д. Здесь я приведу лишь несколько фактов из последней группы: они достаточно просты, компактны и неопровержимы. Прочие доказательства доступны по адресу http://evolbiol.ru/evidence.htm (http://evolbiol.ru/evidence.htm).

Итак, какие же свидетельства эволюционного происхождения человека от «нечеловеческих животных» дает нам молекулярная генетика? Напомню, что гены – это фрагменты молекул ДНК, а ДНК – это полимер, представляющий собой длинную цепочку последовательно соединенных мономеров – нуклеотидов. В состав ДНК входят нуклеотиды четырех типов, обозначаемых буквами А, Т, Г и Ц (или A, T, G и C). Из этих букв складываются длинные тексты, примерно такие:

… АТТГГААТАТГЦГЦАТГЦАТАААГ…

Генетические тексты, записанные в молекулах ДНК (хромосомах[1 - Каждая хромосома состоит из одной молекулы ДНК и множества вспомогательных белков, которые помогают правильно упаковывать ДНК, «считывать» с нее информацию, размножать и т. д. У человека в ядре каждой клетки находится 23 пары хромосом, причем одна хромосома в каждой паре получена от мамы, а другая – от папы. У шимпанзе и других «нечеловеческих человекообразных обезьян» 24 пары хромосом. У предков человека две хромосомы слились в одну (наша вторая хромосома сохранила четкие следы этого слияния). Вообще изменение числа хромосом – не редкость в эволюции. Вопреки распространенному среди креационистов заблуждению различия в числе хромосом не являются непреодолимым препятствием для скрещивания и производства плодовитого потомства. Известны виды организмов (растений, насекомых, млекопитающих), у которых есть внутривидовая изменчивость по числу хромосом, причем особи с разным числом хромосом скрещиваются и дают нормальное плодовитое потомство. Один из примеров – дикие кабаны, у которых имеется значительный хромосомный полиморфизм.]) в виде

последовательностей из четырех нуклеотидов, передаются по наследству от родителей к потомкам. В них особым образом (ужасно сложным) зашифрованы наследственные свойства организма. У каждого организма свой уникальный набор таких текстов, который называется геномом (исключение – однояйцевые близнецы, у них геномы одинаковые).

У близких родственников геномы очень похожи – например, из каждых 10 000 букв может различаться в среднем лишь одна, а остальные 9999 будут одинаковы. Чем отдаленнее родство, тем больше различий. Сравнение нуклеотидных последовательностей ДНК – превосходный метод определения степени родства сравниваемых организмов. Это обстоятельство широко применяется на практике, в том числе для установления отцовства (или более отдаленного родства). Например, недавно на основе анализа ДНК из человеческих костей, обнаруженных под Екатеринбургом, удалось доказать, что это действительно (как и предполагалось) останки семьи последнего российского императора Николая II. При этом для сравнения был использован генетический материал ныне живущих родственников царской семьи (Rogaev et al, 2009).

Изучая семьи с известной генеалогией, генетики оценивают скорость накопления различий в ДНК. В частности, большую помощь оказало исследование ДНК населения Исландии – уникальной страны, где по церковным книгам можно выяснить родословную чуть ли не каждого жителя на много веков вспять, порой даже до первопоселенцев, прибывших в Исландию из Норвегии в IX веке. Причем из останков нескольких первых колонистов тоже удалось извлечь ДНК для анализа. Теми же методами можно реконструировать историю целых народов или, к примеру, находить среди современных азиатов потомков Чингисхана. Результаты генетического анализа при этом хорошо согласуются с сохранившимися историческими сведениями. В ходе многочисленных исследований такого рода, где можно было непосредственно сравнить генетические данные с историческими, генетики раз за разом убеждались в достоверности оценок родства на основе сравнения ДНК, а используемые методы развивались и совершенствовались.

Поэтому сегодня мы можем при помощи этих многократно проверенных и «откалиброванных» методов оценивать степень родства и таких организмов, по которым у нас нет летописных данных. Результаты таких исследований позволяют устанавливать степень родства различных видов живых существ с такой же степенью надежности, как и в случае установления отцовства или

идентификации останков царской семьи. Спросите у любого квалифицированного специалиста по молекулярной генетике, какие результаты дало сравнение геномов человека и шимпанзе. Он подтвердит, что близкое родство записано в этих двух геномах аршинными буквами. Рассмотрим три разновидности таких записей.

Сходства и различия генов и белков.

Вот пример сравнения нуклеотидных и аминокислотных последовательностей[9 - Многие (хотя и не все) гены представляют собой инструкции по производству белков. Каждый из 20 типов аминокислот, из которых состоит молекула белка, кодируется тройкой нуклеотидов – триплетом.] человека и шимпанзе (А – аминокислоты, Ш – шимпанзе, Ч – человек).

Здесь показан начальный фрагмент (180 нуклеотидов) одного из генов митохондриального генома шимпанзе и человека[10 - Геном у всех животных делится на две неравные части – основной, или ядерный, и очень маленький митохондриальный. Первый собирается из двух половинок, полученных от матери и отца. Второй наследуется строго по материнской линии – мы получаем его только от матери.]. В этом гене закодирована последовательность аминокислот в молекуле очень важного белка, который называется цитохром b. Соответственно, сам ген называется ген цитохрома b, сокращенно cytb. Аминокислоты обозначены буквами M, T, P, R, K и т. д.

Митохондриальные гены накапливают мутации в 5–10 раз быстрее, чем ядерные. Поэтому митохондриальные гены человека и шимпанзе различаются на 9 %, а ядерные – примерно на 1,2 %. Столько различий они успели накопить с того времени, когда популяции наших предков разошлись, то есть предки шимпанзе перестали скрещиваться с предками людей. Это произошло примерно 6–7 миллионов лет назад.

Здесь показан митохондриальный ген, потому что если бы мы взяли ядерный ген, сходство было бы очень большим, и пришлось бы приводить гораздо более длинную последовательность, чтобы наглядно показать характер различий. А вообще ген можно взять практически любой – картина будет качественно одна и та же.

Из 60 аминокислот, кодируемых этими 180 нуклеотидами, у шимпанзе и человека различаются только две (4-я и 7-я, выделены жирным шрифтом и подчеркиванием). На работу цитохрома b эти различия, скорее всего, влияют очень слабо или не влияют вовсе. Из 60 триплетов (троек нуклеотидов) различаются 16, однако только 2 из 16 различий являются значимыми (несинонимичными), а остальные – синонимичные, не влияющие на структуру белка. Дело в том, что большинству аминокислот соответствует не один, а несколько разных триплетов. Синонимичные нуклеотидные отличия человека от шимпанзе выделены жирным шрифтом, несинонимичные – жирным шрифтом и подчеркиванием.

Генетическое родство человека и шимпанзе доказывается даже не столько сходством последовательностей, сколько характером различий между ними. Легко заметить, что он полностью соответствует предсказаниям эволюционной теории. Больше всего должно быть синонимичных нуклеотидных замен, потому что такие замены не влияют на свойства белка и, следовательно, невидимы для отбора, не отбраковываются им. Именно это мы и наблюдаем.

Еще одно свидетельство генетического родства состоит в том, что в большинстве случаев (44 из 58) для кодирования одной и той же аминокислоты в геноме человека и шимпанзе используется один и тот же триплет. С точки зрения «правильности» генетической инструкции нет абсолютно никакой разницы, каким из нескольких триплетов, соответствующих данной аминокислоте, закодировать ее в каждом конкретном случае. Например, аминокислота T (треонин) кодируется любым из четырех триплетов: ACA, ACT, ACG, ACC. Эта аминокислота встречается в одинаковых позициях в данном фрагменте белка у человека и шимпанзе четырежды. При этом во всех четырех случаях она закодирована у обоих видов одним и тем же триплетом (три раза используется триплет ACC, один раз – ACA). Вероятность случайности такого совпадения 0,25

= 0,0039. Если собрать все такие случаи по геномам человека и шимпанзе, вероятность случайности получится невообразимо ничтожной, практически неотличимой от нуля.

Таким образом, дело здесь не просто в сходстве ДНК, дело в характере сходства, которое выходит далеко за пределы любой функциональной оправданности. Его невозможно объяснить «пользой для дела». Особенно важно сходство по бессмысленным частям генетического текста (сюда относится и использование одинаковых синонимичных триплетов), а также по характерным ошибкам в нем (см. ниже).

У специалистов по молекулярной генетике кровное родство человека и шимпанзе не вызывает и тени сомнения. Опытный учитель сразу поймет, что один ученик бездумно списал у другого, если заметит в их сочинениях не только одинаковые мысли (это еще можно объяснить одинаковыми намерениями авторов), но и одинаковые фразы, используемые для их выражения, а особенно – одинаковые ошибки и одинаковые сорные словечки в одних и тех же местах текста. Все эти бесспорные признаки единства происхождения (а не независимого сотворения) в изобилии присутствуют в геномах близкородственных видов, каковыми являются человек и шимпанзе. Кстати, на таком же принципе – сопоставлении ошибок, неизбежно возникающих при переписывании, – основаны и методы реконструкции «генеалогических деревьев» древних летописей и других рукописных текстов.

Сравним теперь аминокислотные последовательности того же самого фрагмента цитохрома b у шимпанзе, человека и макаки резуса (Ш – шимпанзе, Ч – человек, М – макака):

Как видим, у макаки аминокислотная последовательность этого белка сильнее отличается от человеческой и шимпанзиной, чем последовательности первых двух видов друг от друга (14 аминокислотных различий между макакой и шимпанзе, 13 – между макакой и человеком, два – между шимпанзе и человеком). Это полностью соответствует биологической классификации и эволюционному дереву. Шимпанзе – гораздо более близкий родственник

человека, чем макака. Предки человека и шимпанзе разошлись 6–7 миллионов лет назад, а предки макаки и человекообразных обезьян (включая человека и шимпанзе) перестали скрещиваться около 20–30 миллионов лет назад. Дольше срок раздельной жизни – больше различий в аминокислотной последовательности белка. То, что по одной аминокислоте (4-й) макака больше похожа на человека, чем на шимпанзе, скорее всего, означает, что у общего предка макаки и человекообразных в этой позиции стояла аминокислота М, которая сохранилась у макаки и человека.

Но в линии шимпанзе, уже после ее отделения от человеческой линии, произошла замена М на Т.

Интересно взглянуть на ситуацию с точки зрения шимпанзе. Для этого вида человек – более близкий родственник, чем любая другая обезьяна. Даже горилла, внешне не так уж сильно отличающаяся от шимпанзе (по крайней мере на наш человеческий взгляд), приходится шимпанзе более дальней родней, чем человек. В свою очередь для гориллы люди и шимпанзе – самые близкие родственники, значительно более близкие, чем любые другие обезьяны.

Результаты сравнения генов и белков в большинстве случаев подтверждают представления о родственных связях между видами (эволюционном дереве), сложившиеся задолго до прочтения геномов. Аналогичные результаты получаются при сравнении практически любых генов в любых группах организмов. Каждый читатель может убедиться в этом самостоятельно, поскольку все прочтенные гены и программное обеспечение для их анализа находятся в свободном доступе – например, на сайте Национального центра биотехнологической информации США (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/ (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/)).

Эндогенные ретровирусы – это следы древних вирусных инфекций в ДНК. Ретровирусы (такие как ВИЧ) встраивают свой собственный геном в хромосомы клеток зараженного организма. Перед каждым клеточным делением хромосомы реплицируются (удваиваются), при этом вместе с хозяйскими генами реплицируется и встроившийся вирусный геном. Если вирусу удалось попасть в геном половой клетки, то встроенную вирусную последовательность могут унаследовать потомки зараженной особи. Такие передающиеся по наследству встроившиеся вирусы и называются эндогенными ретровирусами. Ретровирусы встраиваются в геном более или менее случайным образом. Вероятность того,

что у двух разных организмов один и тот же вирус встроится в одно и то же место генома, ничтожна. Поэтому если мы видим, что у двух животных в одном и том же месте генома сидит один и тот же эндогенный ретровирус, это может означать только одно: наши животные произошли от общего предка, у которого в геноме этот вирус уже присутствовал.

В геноме каждого человека около 30 000 эндогенных ретровирусов; вместе они составляют около 1 % человеческого генома. Некоторые из них встречаются только у человека. Этих вирусов мы «нахватали» за последние 6–7 миллионов лет – уже после отделения наших предков от предков шимпанзе. Другие эндогенные ретровирусы встречаются только у шимпанзе и у человека, причем в одних и тех же позициях в геноме. Тем самым подтверждается происхождение человека и шимпанзе от одного предка. Также есть эндогенные ретровирусы, встречающиеся у горилл, шимпанзе и человека, у орангутанов, горилл, шимпанзе и человека, и т. д. Распределение эндогенных ретровирусов в точности соответствует эволюционному дереву.

Псевдогены – это неработающие, молчащие гены, которые возникают в результате мутаций, выводящих нормальные «рабочие» гены из строя. Псевдогены – настоящие генетические рудименты. Если мутация выведет из строя ген, полезный для организма, такая мутация почти наверняка будет отсеяна отбором. Однако некоторые гены, в прошлом полезные, могут стать ненужными – например, из-за смены образа жизни. Мутация, выводящая из строя такой ген, не отсеивается отбором и может распространиться в популяции.

Псевдогены могут долго сохраняться в геноме в качестве ненужного балласта. Мутации, которые в дальнейшем будут происходить в псевдогене, безразличны для выживания организма, поэтому они не отсеиваются отбором и свободно накапливаются. В конце концов они могут изменить псевдоген до неузнаваемости. Однако на это, как правило, уходит много времени – десятки или даже сотни миллионов лет. Поэтому в геномах большинства организмов, включая человека, псевдогены на той или иной стадии мутационной деградации присутствуют в больших количествах. Псевдогены представляют собой своеобразную историческую хронику, рассказывающую об образе жизни и адаптациях далеких предков изучаемого организма. Например, в геноме человека в псевдогены превратились многие гены обонятельных рецепторов. Это и понятно, поскольку обоняние не имело существенного значения для

выживания наших предков уже давно. Более того, излишнее чутье могло быть даже вредным (см. главу «Двуногие обезьяны»).

Ярким доказательством эволюции является присутствие одинаковых псевдогенов в одних и тех же местах генома у родственных видов. Например, у человека есть псевдоген GULO, который представляет собой «сломанный» ген фермента глюконолактон-оксидазы. Этот фермент необходим для синтеза аскорбиновой кислоты. У других приматов обнаружен точно такой же псевдоген, причем мутационная поломка, нарушившая работу гена, у него такая же, как и в человеческом псевдогене. Причины очевидны: в связи с переходом предков современных приматов к питанию растительной пищей, богатой витамином С, данный ген перестал быть необходимым для выживания. Мутация, испортившая ген, не была отсеяна отбором, закрепилась и была унаследована человеком и другими обезьянами. У других млекопитающих (например у крысы) GULO является не псевдогеном, а работающим геном, и поэтому крысам не нужно получать витамин С с пищей: они синтезируют его сами. У некоторых млекопитающих, которые независимо от приматов перешли к питанию пищей, богатой витамином С (например, у морских свинок), тоже произошла псевдогенизация гена GULO, но мутации, выведшие ген из строя, у них были другие.

Вот так выглядит фрагмент нуклеотидной последовательности псевдогена GULO у макаки резуса (М), орангутана (О), шимпанзе (Ш) и человека (Ч). Жирным шрифтом выделены различающиеся нуклеотиды, звездочками отмечены нуклеотидные различия, наиболее важные для построения эволюционного дерева (по Lents et al., 2009).

Еще один пример: у млекопитающих есть три гена, которые у птиц и рептилий отвечают за производство белка вителлогенина, входящего в состав желтка в яйце. Почти у всех млекопитающих эти три гена – мертвые, псевдогенизированные. Только яйцекладущие однопроходные звери (утконос, ехидна) синтезируют вителлогенин. У однопроходных из трех генов вителлогенина мертвы только два, а третий сохранил функциональность. Между прочим, хотя у плацентарных млекопитающих желток не образуется, в ходе эмбриогенеза развивается рудиментарный желточный мешок (наполненный

жидкостью), присоединенный к кишечнику зародыша.

Перечислять доказательства родства человека с нечеловеческими обезьянами можно долго, очень долго. Но я уважаю читателя и поэтому считаю, что сказанного более чем достаточно. Если кто-то хочет ознакомиться с другими фактами такого рода, он может найти их в вышеупомянутом обзоре «Доказательства эволюции» по адресу http://evolbiol.ru/evidence.htm (http://evolbiol.ru/evidence.htm).

Слова благодарности

Эта книга не появилась бы на свет без помощи многих людей, которым я глубоко признателен.

Вот уже более пяти лет я пишу статьи для сайта «Элементы большой науки» (www.elementy.ru). Многие из этих статей сразу готовились как кусочки будущей книги. Все это было бы невозможно без моральной и профессиональной поддержки сотрудников «Династии» и «Элементов» – Михаила Воловича, Валентина Кориневского, Елены Мартыновой. Не могу не выразить благодарность бывшим сотрудникам отдела науки и образования радиостанции «Свобода», которые, образно говоря, ввели меня в мир профессиональной научной популяризации, – Владимиру Губайловскому, Александру Костинскому, Ольге Орловой, Александру Сергееву. Хочу поблагодарить также Александра Соколова – создателя замечательного веб-сайта Антропогенез. ру (http://antropogenez.ru), а заодно и порекомендовать этот сайт читателям в качестве надежного источника справочной информации по нашим ископаемым предкам.

Эта книга не была бы написана без помощи моей верной соратницы, коллеги, главной музы и абсолютно героического человека Елены Наймарк, которая не только предоставила мне возможность ее написать, взвалив на себя многие мои обязанности на то время, пока я работал над книгой, но и сама написала для нее несколько разделов.

Я глубоко признателен художникам, создавшим иллюстрации для этой книги, – Николаю Ковалеву, Елене Мартыненко и Елене Серовой, а также редактору

Евгении Лавут, чья тщательная работа над текстом позволила существенно его улучшить.

Не будучи профессиональным антропологом (в настоящее время я считаю себя биологом-теоретиком широкого профиля), браться за написание популярной книги по эволюции человека – шаг рискованный, может быть, даже вызывающий. Вряд ли бы я решился на это, если бы не бесценная возможность общения с ведущими отечественными специалистами: Т. С. Балуевой, С. А. Боринской, А. П. Бужиловой, С. А. Бурлак, М. Л. Бутовской, Е. В. Веселовской, Е. З. Годиной, М. В. Добровольской, С. В. Дробышевским, З. А. Зориной, М. Б. Медниковой, И. И. Полетаевой, Ж. И. Резниковой, В. С. Фридманом.

В работе над рукописью огромную помощь мне оказали замечания рецензентов С. А. Бурлак и С. В. Дробышевского, профессионалов высочайшего уровня. Ответственность за все ошибки и неточности, оставшиеся в книге, безусловно, лежит исключительно на мне.

Глава 1

Двуногие обезьяны

Шимпанзе задает точку отсчета

Ближайшими современными (то есть невымершими) родственниками людей являются шимпанзе. Об этом недвусмысленно свидетельствуют данные сравнительной анатомии и молекулярной генетики, о чем мы немного поговорили в Предисловии. Палеонтологические и сравнительно-генетические данные указывают на то, что эволюционные линии, ведущие к человеку и шимпанзе, разделились примерно 6–7 миллионов лет назад.

Шимпанзе делятся на два вида: обыкновенный шимпанзе (Pan troglodytes), проживающий к северу от великой реки Конго, и карликовый шимпанзе, или бонобо (Pan paniscus), живущий от нее к югу. Эти виды обособились друг от

друга не более 1–2 млн лет назад, то есть намного позже, чем «наша», человеческая, линия отделилась от предков шимпанзе. Из этого следует, что оба вида шимпанзе имеют одинаковую степень родства с человеком.

Шимпанзе очень важны для любого популярного рассказа об эволюции человека, потому что они задают точку отсчета. Признаки, имеющиеся и у людей, и у шимпанзе, интересуют нас меньше, чем те, что есть только у нас. Это, конечно, не очень логично и отдает дискриминацией и ксенофобией. Тем не менее книги по эволюции человека редко начинаются с обсуждения важного вопроса о том, почему у нас нет хвоста.

Это мало кому интересно, ведь у шимпанзе тоже нет хвоста. И у горилл нет хвоста, и у орангутанов нет, и у гиббонов нет. Это общий признак всех человекообразных обезьян. Это не наша уникальная особенность. Нам же хочется знать, почему мы такие-растакие особенные и совсем-совсем не такие, как те лохматые и дикие, что в зоопарке.

Рассказ об эволюции человека обычно начинают не с утраты хвоста, а с бипедализма – хождения на двух ногах. Это вроде бы наше, чисто человеческое. Правда, гориллы, шимпанзе и бонобо тоже иногда так ходят, хоть и не очень часто (до 5–10 % времени). Но всем, кроме нас, такая походка неудобна. Да особо и ни к чему: руки такие длинные, чуть сгорбился – и ты уже на четвереньках. Нечеловеческим обезьянам легче ходить, опираясь на костяшки пальцев, на кулак или ладонь.

Интерес к бипедализму наглядно показывает, что именно современные обезьяны задают точку отсчета при обсуждении антропогенеза. Сегодня нам хорошо известно, что начиная примерно с 7 млн лет назад в Африке жила и процветала большая и разнообразная группа двуногих

Конец ознакомительного фрагмента.

notes

Примечания

1

Имя знаменитой самки афарского австралопитека у нас обычно произносят с ударением на последнем слоге. Люси, однако, получила свое имя в честь песни The Beatles Lucy in the sky with diamonds, которая играла в лагере исследователей в момент находки. По-английски имя «Люси» произносится с ударением на первом слоге.

2

Вторым по скромности считается замечание Уотсона и Крика, сделанное ими в заключительной части эпохальной статьи о структуре ДНК. По словам авторов, «от их внимания не ускользнуло то обстоятельство», что открытый ими принцип специфического спаривания нуклеотидов позволяет понять, каким образом происходит размножение (репликация) молекул ДНК.

3

Фенотип в широком смысле – это все, на что влияют гены данного организма (включая, например, устройство бобровых плотин и птичьих гнезд), в узком – строение самого организма, в еще более узком – какие-то отдельные признаки организма, интересующие нас в данный момент, такие как цвет шерсти.

4

Подробнее см. в заметке «Отбор на уровне видов не позволяет растениям утратить самонесовместимость» на сайте «Элементы». http://elementy.ru/news/431441 (http://elementy.ru/news/431441)

5

Группа, объединяющая архозавров и ящериц, тоже вполне естественная и называется диапсиды.

6

Чувство собственной важности (ЧСВ) – один из смертных грехов. Мне больше нравится термин «ЧСВ», чем «гордыня». Потому что слово «гордыня», на мой вкус, слишком высокопарное: в нем самом чувствуется изрядное количество ЧСВ.

7

Интеллект животных не универсален, и человек не исключение. Например, мы сильно уступаем сойкам, кедровкам, белкам и другим животным, запасающим пищу в тайниках, по способности запоминать точки на местности; крыса обставит нас в решении задач по поиску выхода из запутанного лабиринта; некоторые «нечеловеческие» обезьяны быстрее запоминают лица по фотографиям и т. д. (Резникова, 2009).

8

Мы еще вернемся к обсуждению этих вопросов.

9

Многие (хотя и не все) гены представляют собой инструкции по производству белков. Каждый из 20 типов аминокислот, из которых состоит молекула белка, кодируется тройкой нуклеотидов – триплетом.

10

Геном у всех животных делится на две неравные части – основной, или ядерный, и очень маленький митохондриальный. Первый собирается из двух половинок, полученных от матери и отца. Второй наследуется строго по материнской линии – мы получаем его только от матери.

Комментарии

1

Каждая хромосома состоит из одной молекулы ДНК и множества вспомогательных белков, которые помогают правильно упаковывать ДНК, «считывать» с нее информацию, размножать и т. д. У человека в ядре каждой клетки находится 23 пары хромосом, причем одна хромосома в каждой паре получена от мамы, а другая – от папы. У шимпанзе и других «нечеловеческих человекообразных обезьян» 24 пары хромосом. У предков человека две хромосомы слились в одну (наша вторая хромосома сохранила четкие следы этого слияния). Вообще изменение числа хромосом – не редкость в эволюции. Вопреки распространенному среди креационистов заблуждению различия в числе хромосом не являются непреодолимым препятствием для скрещивания и производства плодовитого потомства. Известны виды организмов (растений,

насекомых, млекопитающих), у которых есть внутривидовая изменчивость по числу хромосом, причем особи с разным числом хромосом скрещиваются и дают нормальное плодовитое потомство. Один из примеров – дикие кабаны, у которых имеется значительный хромосомный полиморфизм.

Купить: https://tellnovel.com/aleksandr-markov/obezyany-kosti-i-geny-kupit

надано
Прочитайте цю книгу цілком, купивши повну легальну версію: Купити