

Основные направления эволюции

(текст к презентации)

Слайд № 1 (титульный)

Эволюция в широком смысле этого слова обозначает постепенное изменение сложных систем во времени. В этой работе мы будем рассматривать эволюцию живого на Земле и её направления.

Слайд № 2 (биологическая эволюция - общие понятия)

Биологическая эволюция – это наследственное изменение свойств и признаков живых организмов в ряду поколений. В ходе биологической эволюции достигается и постоянно поддерживается согласование между свойствами живых организмов и условиями среды, в которой они живут. Поскольку условия постоянно меняются, в том числе и в результате жизненной активности самих организмов, а выживают и размножаются только те особи, которые наилучшим образом приспособлены к жизни в измененных условиях среды, то свойства и признаки живых существ постоянно меняются.

Условия жизни на Земле бесконечно разнообразны, поэтому приспособление организмов к жизни в этих разных условиях породило в ходе эволюции фантастическое разнообразие жизненных форм.

Эволюционная биология - это наука, которая изучает, как происходила и происходит эволюция, исследует механизмы, закономерности и пути эволюции. Эволюционная биология дает ключ к пониманию принципов, по которым устроена жизнь на Земле.

Идеи, методы и подходы эволюционной биологии внесли и продолжают вносить фундаментальный вклад во многие отрасли биологии, такие как генетика, молекулярная биология и биология развития, физиология, экология, а также в геологию, палеонтологию, медицину, сельскохозяйственные науки, психологию, антропологию, информатику и другие науки.

Понимание механизмов эволюции чрезвычайно важно для разработки методов сохранения фауны и флоры.

Без анализа механизмов эволюции популяций исчезающих видов невозможна разработка эффективных методов их сохранения в природе.

Изучение и сравнение геномов различных видов позволяет выделять гены, которые могут оказаться полезными для повышения продуктивности культивируемых растений и домашних животных.

Тот же подход используется для выделения и картирования генов, вызывающих наследственные болезни человека.

Слайд № 3 (биологическая эволюция сопровождается):

- изменением генетического состава популяций,
- формированием адаптаций,
- образованием и вымиранием видов,
- преобразованием экосистем и биосферы в целом.

Проблему главных направлений эволюции сформулировал А.Н. Северцов в своей работе «Главные направления эволюционного процесса». Представления А.Н. Северцова об эволюции развил И.И. Шмальгаузен в работе «Пути и закономерности эволюционного процесса».

Слайд № 4 (главные направления эволюции - схема)

К главным направлениям эволюции относятся биологический регресс, биологическая стабилизация и биологический прогресс, который может идти путём ароморфоза, идиоадаптации или дегенерации.

Слайд № 5 (биологический прогресс)

Биологический прогресс является основным, магистральным направлением эволюции.

Биологический прогресс характеризует отдельные группы организмов на определенных этапах развития органического мира.

Критериями биологического прогресса служат следующие показатели (критерии):

1. Увеличение числа особей рассматриваемой группы.
2. Расширение ареала.
3. Интенсивное формо- и видообразование.

В итоге наблюдается *выход в новую адаптивную зону с последующей адаптивной радиацией*, то есть распространение в различных условиях обитания.

В настоящее время, в состоянии биологического прогресса, безусловно, находятся покрытосеменные растения, насекомые, птицы и млекопитающие.

Слайд № 6 (арогенез и ароморфоз), Слайд № 7 (примеры ароморфозов)

Основным способом достижения биологического прогресса является арогенез. Арогенез неразрывно связан с появлением ароморфозов.

Ароморфоз - главный путь достижения биологического прогресса. Ароморфоз, или морфофизиологический прогресс, - возникновение в ходе эволюции признаков, повышающих уровень организации живых существ.

По представлениям А.Н. Северцова, ароморфозы – это приспособительные изменения, при которых повышается общая энергия жизнедеятельности.

По представлениям И.И. Шмальгаузена, ароморфозы дают возможность использования новых ресурсов среды.

Высшей формой ароморфоза является эпиморфоз. Эпиморфоз – это уникальное явление в истории органического мира Земли, достигнутое человеком. В основе эпиморфоза лежит развитие коры больших полушарий головного мозга у человека. В результате происходит изменение формы позвоночника, изменение строения таза и конечностей, положения головы и других признаков, связанных с прямохождением. Перечисленные признаки обеспечивают возможность коллективного труда с использованием орудий труда, что и позволило человеку овладеть средой обитания.

С ароморфозами прежде всего связаны эволюционные преобразования кровеносной, дыхательной, нервной и других систем органов, оказывающих непосредственное влияние на увеличение интенсивности обмена веществ и энергии.

Эволюция кровеносной системы от трубчатого сердца у ланцетника к двух-, трех- и четырехкамерному сердцу у высших позвоночных, сопровождавшаяся обособлением большого и малого кругов кровообращения, шла по пути ароморфозов.

Высокий общий уровень организации млекопитающих был достигнут на основе прогрессивного развития кровеносной системы, легких, головного мозга, возникновения живорождения, теплокровности и других ароморфозов.

Крупными ароморфозами в развитии растений были переход от размножения спорами к размножению семенами, образование цветка и др.

Ароморфозы формируются на основе наследственной изменчивости и естественного отбора и являются приспособлениями широкого значения. Они дают преимущества в борьбе за существование и открывают возможности освоения новой, прежде недоступной среды обитания.

Приобретение теплокровности позволило млекопитающим и птицам заселить даже холодные зоны Арктики и Антарктиды, почти недоступные другим организмам.

Образование пыльцевой трубки освободило процесс оплодотворения от необходимости водной среды, что позволило цветковым растениям широко распространиться на суше. Этому способствовало приобретение и других ароморфных признаков: эпидермиса, устьиц, проводящей системы.

Родоначальные виды, выходящие на путь ароморфозов и дающие начало новым крупным таксонам, в своей организации сочетали наряду с признаками старой формы новые прогрессивные черты, позволившие им осваивать новую среду обитания.

Слайд № 8 (Аллогенез и его формы – идиоадаптация, теломорфозы, ...)

Аллогенез – это процесс появления частных адаптаций в определенных условиях обитания, не сопровождающийся повышением общего уровня организации. Аллогенез – необходимое условие достижения биологического прогресса, поскольку любая группа организмов обитает в конкретных условиях. В результате аллогенеза в пределах ароморфозов формируются алломорфозы, теломорфозы и гиперморфозы.

Алломорфозы, или идиоадаптации – это анатомо-морфологические адаптации, обеспечивающие приспособленность к определенным условиям обитания. При этом организмы не испытывают ни значительного усложнения, ни упрощения уровня организации: одни органы дифференцируются далее, другие – теряют свое значение и редуцируются. Соответственно, и энергия жизнедеятельности остается на прежнем уровне. Примерами алломорфозов являются характерные признаки отрядов млекопитающих (рукокрылые, китообразные, приматы...) и семейств растений (злаки, бобовые, орхидные...).

Теломорфозы – это признаки узкой специализации. Теломорфозы связаны с переходом от общей среды к частной, более ограниченной. Примерами теломорфозов могут служить адаптивные комплексы специализированных организмов (кроты, муравьеды, хамелеоны...).

Гиперморфозы – это гипертрофированные (избыточно развитые) признаки. Примерами гиперморфозов может служить общий гигантизм (гигантские динозавры, пещерный медведь, усатые киты, слоны) или непропорциональное развитие органов (клыки саблезубых кошек, клыки бабируссы, рога ирландского торфяного оленя...).

Теломорфозы и гиперморфозы как признаки частной специализации ограничивают время существования группы организмов временем существования узкой адаптивной зоны.

Между ароморфозами и алломорфозами не всегда можно провести четкое разграничение. Например, появление чешуи у рыб, перьевого покрова у птиц и шерстного покрова у млекопитающих можно рассматривать и как частные ароморфозы, и как очень крупные алломорфозы (идеоадаптации).

Особую группу алломорфозов составляют эпектоморфозы – адаптации, которые, не повышая общий уровень организации, оказывают широкое воздействие на организмы и открывают им доступ в новые адаптивные зоны, например, раковина у моллюсков, панцирь у черепаха. Эти признаки являются ключевыми, поскольку оказывают глубокое влияние на уровень организации: происходит перестройка скелетной мускулатуры с ограничением общей подвижности. Эпектоморфозы обеспечивают биологический прогресс групп на протяжении длительного эволюционного времени.

Слайд № 9, Слайд № 10 (примеры идиоадаптации)

Слайд № 11 (дегенерация, примеры)

Дегенерация - это уменьшение уровня организации в процессе эволюции. Она выражается в утрате органов и прочих элементов строения организма в процессе видообразования.

Так отсутствие кишечника и вообще органов пищеварения у солитёра есть явление дегенеративное. Несомненно, что предки нынешних ленточных глистов, имевшие сходство, вероятно, с современными сосальщиками, были, как и последние, снабжены пищеварительным трактом, но все более и более полное приспособление к паразитизму и к питанию веществами, не нуждающимися в пищеварительной обработке, повлекло за собой полное исчезновение (атрофию) всяких органов пищеварения.

Причина подобного рода дегенерации должна лежать - во внешних условиях, в образе жизни организма. Такое действие оказывает, например, *паразитический образ жизни*. Большинство истинных паразитов обнаруживает большую или меньшую степень дегенеративного строения. Чем полнее приспособление к паразитизму, тем эта дегенерация значительнее. С особенную силу дегенеративное упрощение совершается у паразитов внутренностных, живущих в глубине органов или тканей другого животного и устраненных от всякого непосредственного влияния внешней среды.

Тогда как паразиты наружные обыкновенно сохраняют в большей или меньшей степени способность передвижения, сохраняют органы движения и органы чувств,— у внутренностных паразитов дегенерация влечёт за собою часто полное исчезновение этих органов. В некоторых случаях дегенерация строения доходит до потери пищеварительного канала (ленточные глисты).

Другое весьма распространенное явление, влекущее за собой дегенеративные изменения организма, — это *сидячий, прикрепленный образ жизни*.

Существуют неподвижно-прикреплённые формы червей, моллюсков, ракообразных и др. У сидячих форм вырабатываются обыкновенно особые механические приспособления для пассивного собирания плавающих в воде питательных веществ, и в то же время наблюдается более или менее полная дегенерация органов внешних отношений — органов движения и чувств. Жизненный режим таких животных приближается к образу жизни растений, и по первому внешнему впечатлению они и напоминают нередко растительные организмы (полипы, трубчатые черви).

Нередко дегенерации подвергаются лишь отдельные органы, причём однородные причины вызывают дегенерацию однородных органов у животных самых различных классов. Так *мало подвижная жизнь* вызывает дегенерацию органов движения. *Жизнь в постоянной темноте* сопровождается дегенерацией глаз у самых различных животных: подземные животные (крот), пещерные (протей), глубоководные.

Не всегда, однако, дегенерация отдельных органов является выражением упадка, шага назад, регрессивных изменений организма. Напротив, и всякое совершенствование, прогрессивное изменение сопровождается дегенерацией именно тех органов, которые перестают служить, став, излишними или будучи заменены более совершенными.

Подобного рода дегенерации обязаны своим происхождением огромное множество рудиментарных органов в животном царстве. Пример: превращение непарного, теменного глаза позвоночных в так называемый надмозговой придаток.

Слайд № 12 (основные пути достижения биологического прогресса)

Взаимоотношения трех основных путей биологического прогресса, их чередование А.Н.Северцов изобразил в виде схемы.

Слайд № 13 (биологическая стабилизация, примеры)

Фаза биологического прогресса сменяется фазой биологической стабилизации.

«Стабилизация не означает прекращения эволюции, наоборот, она означает максимальную согласованность организма с изменениями среды. Стабильное состояние не бывает длительным» (Шмальгаузен).

Слайд № 14, Слайд № 15, Слайд № 16, Слайд № 17 (живые ископаемые) Мощный стабилизирующий отбор способствует сохранению таксонов. Известны многочисленные *персистентные формы* — "живые ископаемые" (плеченогие, мечехвосты, гаттерия, латимерия, гинкго). У мечехвостов внутривидовой полиморфизм не меньше, чем у молодых видов членистоногих, однако любое отклонение от среднего значения признака (от адаптивной нормы) приводит к снижению приспособленности.

Слайд № 18 (признаки биологического регресса)

Биологическому прогрессу противостоит биологический регресс. Он характеризуется обратными признаками: снижением численности особей, сужением ареала, постепенным или быстрым уменьшением популяционного и видового многообразия группы.

Биологический регресс может привести вид к вымиранию.

Так же как и биологический прогресс, состояние регресса может длиться очень долго. Оставшиеся немногочисленные представители некогда биологически прогрессивной группы, найдя соответствующую их организации экологическую нишу проходят стадию стабилизации и могут продолжать существовать на протяжении сотен миллионов лет. Они называются *реликтами*, обладают консервативностью организации и крайне медленно эволюционируют. Примерами реликтов являются современная кистеперая рыба — латимерия, ближайшие родственники которой жили в девонском

периоде более 200 млн. лет назад, а также дерево гинкго, непосредственные предки которого существовали на Земле уже в первой половине мезозойской эры.

Слайд № 19 (условия, способствующие биологическому регрессу)

Общая причина биологического регресса - отставание в темпах эволюции группы от скорости изменений внешней среды. Быстрое изменение окружающей среды, вызванное деятельностью человека, ведет к увеличению числа видов переходящих в состояние биологического регресса и обреченных на вымирание (если не сохранится приемлемая для них среда).

Слайд № 20, Слайд № 21, Слайд № 22 (примеры регресса)

Слайд № 23 (основные направления эволюции)

В природе все процессы эволюции идут непрерывно и одновременно, сочетаясь между собой и сменяя друг друга.

Правило смены фаз, разработанное А.Н. Северцовым и И.И. Шмальгаузенем, гласит, что *различные направления эволюционного процесса и пути достижения биологического прогресса закономерно сменяют друг друга в ходе эволюции.*

Ароморфозы первоначально формируются как частные алломорфозы. Например, основные ароморфозы плацентарных млекопитающих представляют собой накопление частных признаков: увеличенные полушария переднего мозга с развитой серой корой (неопаллиум), четырехкамерное сердце, редукция правой дуги аорты, преобразование подвеса, квадратной и сочленовой костей в слуховые косточки, появление шерстного покрова, молочных желез, дифференцированных зубов в альвеолах, предротовой полости, плаценты.

Каждый из этих признаков в отдельности не обеспечивает существенного повышения уровня организации. Только вместе взятые они становятся ароморфозами, которые обеспечивают относительную независимость от климатических условий и неограниченное расширение пищевой базы. В этих условиях биологический прогресс достигается путем арогенеза.

Ароморфозы приводят к возможности освоения новых местобитаний. Это приводит к адаптивной радиации и формированию адаптивных зон с помощью алломорфозов. В этих условиях биологический прогресс достигается путем аллогенеза.

Дальнейшая конкуренция приводит к появлению частных приспособлений – теломорфозов и гиперморфозов.

В большинстве случаев, специализация приводит к утрате эволюционной пластичности: прогресс сменяется стабилизацией, а при быстрых и крупномасштабных изменениях среды обитания – биологическим регрессом. Однако специализированные признаки не всегда являются теломорфными. При их накоплении они могут приобрести характер ароморфозов. Тогда эволюционный цикл начинается сначала.

Правило смены фаз можно представить следующим образом:

<i>Путь эволюции</i>	<i>Формы борьбы за существование</i>	<i>Направления естественного отбора</i>	<i>Результаты</i>
Исходная группа – неспециализированные предки	Пассивное соревнование	Отбор на плодовитость	Увеличение плодовитости
Арогенез – ароморфные преобразования	Пассивное соревнование и активная конкуренция	Отбор на общую приспособленность	Общебиологический прогресс
Аллогенез – алломорфные преобразования	Активная интерференционная конкуренция	Отбор на приспособленность в частных условиях	Дифференцировка внутри крупных таксонов. Адаптивная радиация
Аллогенез – теломорфные преобразования	Активная косвенная конкуренция	Отбор на приспособленность в ограниченных условиях	Стабилизация. Сокращение плодовитости. Увеличение продолжительности жизни
Дальнейшая	Различные формы	Отбор на	Регресс. Сокращение

специализация, часто связанная с гиперморфозами	сосуществования	экономичность	плодовитости. Увеличение размеров, продолжительности жизни. Вымирание наиболее специализированных групп.
---	-----------------	---------------	--

Нужно отметить, что регресс не всегда связан с вымиранием всей группы. Неизвестен ни один вымерший крупный таксон. В упрощенной форме: вымирание подтипа Трилобитообразных не означает вымирания типа Членистоногих, вымирание динозавров не означает вымирания рептилий. Это подчеркивает ведущую роль ароморфозов в эволюции.

Слайд № 24 (происхождение человека)

Биологическая эволюция объясняет происхождение и историю нашего вида.

Современные люди связаны с общим предком человека и шимпанзе (обыкновенного и карликового, или бонобо) эволюционной ветвью, из предполагаемых промежуточных звеньев которой на схеме показаны австралопитек афарский, человек умелый и человек прямоходящий. По ископаемым остаткам известны и другие виды, отделившиеся от человеческой ветви эволюционного дерева. Парантропы и неандертальцы представляют собой вымершие формы гоминид, сохранившиеся в наши дни только в виде ископаемых.

В одном человеке

Прошедших туманных веков

И грядущих туманных веков

Связаны нити.

Не оборвите!

*В работе использованы термины А.Н. Северцова («Главные направления эволюционного процесса») и И.И. Шмальгаузена («Пути и закономерности эволюционного процесса»).

Термины, используемые в работе:

Арогенез - процесс повышения общего уровня организации. Арогенез неразрывно связан с появлением ароморфозов.

Эпиморфоз – это такой ароморфоз, который позволяет организмам не подчиняться требованиям среды обитания, а овладеть средой обитания, преобразовать эту среду в соответствии со своими потребностями.

Аллогенез – это процесс появления частных адаптаций в определенных условиях обитания, не сопровождающийся повышением общего уровня организации. Аллогенез – необходимое условие достижения биологического прогресса, поскольку любая группа организмов обитает в конкретных условиях. В результате аллогенеза в пределах ароморфозов формируются алломорфозы, теломорфозы и гиперморфозы.

Алломорфозы, или идиоадаптации – это анатомо-морфологические адаптации, обеспечивающие приспособленность к определенным условиям обитания. **Теломорфозы** – это признаки узкой специализации. Теломорфозы связаны с переходом от общей среды к частной, более ограниченной. Примерами теломорфозов могут служить адаптивные комплексы специализированных организмов (кроты, муравьеды, хамелеоны...).

Гиперморфозы – это гипертрофированные (избыточно развитые) признаки.

Теломорфозы и гиперморфозы как признаки частной специализации ограничивают время существования группы организмов временем существования узкой адаптивной зоны.

Эпектоморфозы – адаптации, которые, не повышая общий уровень организации, оказывают широкое воздействие на организмы и открывают им доступ в новые адаптивные зоны.

Информационные источники:

http://www.macroevolution.narod.ru/_pnaug3.htm

<http://evolution2.narod.ru/>

Пуговкин А.П., Михеев В.С., Пуговкина Н.А. Общая биология: учеб. для 10-11 кл. шк. – М.: Просвещение, 2002.

Кордюм В. А. Эволюция и биосфера. — К.: Наукова думка, 1982.

Красилов В. А. Нерешенные проблемы теории эволюции. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986.

Назаров В. И. Эволюция не по Дарвину: Смена эволюционной модели. Учебное пособие. Изд. 2-е, испр.. — М.: Издательство ЛКИ, 2007.

Северцов А.Н. Главные направления эволюционного процесса(3 изд.) – М.: Издательство МГУ, 1967

Шмальгаузен И. И. Пути и закономерности эволюционного процесса - М.-Л.: Изд-во академии наук СССР, 1938

Чайковский Ю. В. Наука о развитии жизни. Опыт теории эволюции. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006.

Воронцов Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии. — М.: Прогресс-Традиция, 1999.

Эксперты Национальной академии наук США и Американского института медицины.

Происхождение жизни. Наука и вера = Science, Evolution, and Creationism. — М.: Астрель, 2010.

Приложение №1

Детский вопрос

Если человек эволюционировал от обезьяны, то почему обезьяны до сих пор остались? Почему не все обезьяны эволюционировали в человека?

(Авторы использовали некоторые материалы Александра Маркова, доктора биологических наук, старшего научного сотрудника Палеонтологического института РАН, специалиста по теории эволюции).

По той же причине, по которой не все рыбы вышли на сушу и стали четвероногими, не все одноклеточные стали многоклеточными, не все земноводные стали рептилиями, не все рептилии стали млекопитающими. 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 разных 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 совершенно одинаковых романа или что на двух разных материках независимо возникнут два совершенно одинаковых народа, говорящие на одном и том же языке.

Сам этот вопрос основан 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 люди 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 очень 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 (видовое богатство, или биоразнообразие) постепенно росло. Многие виды вымирали, но еще больше появлялось новых. Так и человек — «добавился» к приматам, к другим обезьянам, а не «заменял» 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 рептилиям, зверозубым ящерам, первым млекопитающим, 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 всём пути от одноклеточных до примитивных червеобразных животных и только потом расходятся. С дельфином у нас гораздо больше общих предков: наша родословная начинает отличаться от дельфиньей только на уровне древних 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 мозг 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 бежит 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 очень 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. А главное, есть множество способов прекрасно прожить и без большого мозга, чему свидетельством 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, и кое-что им уже удалось выяснить, но это — отдельный разговор.

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.