

## ЛЕКЦИЯ 9

# Структура биосферы Происхождение человека

### §9.1 Структура биосферы

В настоящее время биосферой называют область распространения жизни на Земле. Она включает совокупность всех организмов и их остатков, а также части литосферы, гидросферы и атмосферы, как населенные ныне живущими организмами, так и преобразованные их прошлой деятельностью. Биосфера – оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой определяется совокупной деятельностью живых организмов.

Термин «биосфера» ввел австрийский биолог Э.Зюсс (1875). Разработка учения о биосфере связана с работами Ж-Б. Ламарка (1802), А. Гумбольдта (1845). Заслуга в создании целостного учения о биосфере принадлежит Владимиру Ивановичу Вернадскому.

В самом крупном плане биосфера – это единство всех живых организмов и неживых веществ, вовлеченных в сферу жизни. Существенная составная часть этого единства – **биотический круговорот**, основанный на взаимодействии организмов, создающих и разрушающих органические вещества. Благодаря биотическому круговороту возможно длительное существование и развитие жизни.

Границы биосферы: биосфера охватывает часть атмосферы до высоты озонового слоя (10 – 25 км), часть литосферы, особенно кору выветривания и всю гидросферу. Нижняя граница биосферы опускается в среднем на 2-3 км на суше и на 1 – 2 км ниже дна океана.

Биосфера сформирована в виде относительно самостоятельных природных комплексов – **экосистем (биогеоценозов)**. Каждый биогеоценоз представляет собой своеобразную модель биосферы в уменьшенном варианте. Он включает в себя:

1. фотосинтетики (**автотрофы**) – хлорофиллоносные растения, создающие органические вещества. Они могут непосредственно перерабатывать в необходимые ресурсы солнечную энергию и неорганические вещества;
2. **гетеротрофы**, живущие в созданной автотрофами продукции;
3. **деструкторы**, разрушающие органические вещества тел растений и животных до минеральных элементов;
4. субстрат с каким-то запасом минеральных веществ.

Каждый биогеоценоз включает все основные экологические группы организмов и по своим потенциальным возможностям равен биосфере. Это своего рода первичная ячейка эволюции. Биотический круговорот в рамках биогеоценоза – это своеобразная модель биотического круговорота Земли.

### Геологические функции биосферы.

В.И. Вернадский первым высказал идею о геологических функциях **живого вещества** (сейчас этот термин заменен на «совокупность организмов, «живой покров Земли», «биомасса Земли»), представление о совокупности всего органического мира в виде единого неразделимого целого. Введя понятие живого вещества как совокупность всех живых организмов планеты, в том числе и человека, Вернадский вышел на качественно новый уровень понимания жизни – биосферный. Это дало возможность понимать жизнь как могучую геологическую силу, формирующую облик Земли.

Геологическая роль живого вещества основана на его геохимических функциях, которые разделены на пять категорий:

1) энергетическая; 2) концентрационная; 3) деструктивная; 4) средообразующая; 5) транспортная.

Они основаны на том, что живые организмы своим питанием, дыханием, метаболизмом, непрерывной сменой поколений порождают грандиозное планетное явление – миграцию химических элементов в биосфере. Это предопределило решающую роль живого вещества и биосферы в становлении современного облика Земли, ее атмосферы, гидросферы, литосферы.

### Биосфера и космос.

Биосфера открыта космосу, получая из него потоки космической энергии. Используя ее, живое вещество преобразует нашу планету. Само образование биосферы, в том числе и происхождение жизни на Земле, является результатом действия этих космических сил, важнейшего фактора функционирования биосферы.

Космические излучения и прежде всего энергия Солнца оказывают постоянное действие на все явления на Земле. Основатель гелиобиологии А. Л. Чижевский особенно много занимался изучением солнечно-земных связей. Он отмечал, что самые разнообразные процессы и явления на Земле протекают под непосредственным воздействием Солнца. Солнце является основным (наряду с космическим излучением и энергией радиоактивного распада в недрах Земли) источником энергии, причиной всего на Земле от атмосферных явлений, роста растений до умственной деятельности человека.

Связь между циклами солнечной активности и процессами в биосфере была замечена еще в XVIII веке. Тогда английский астроном В. Гершель обратил внимание на связь между урожаями пшеницы и числом солнечных пятен. В конце XIX века профессор Одесского университета Ф. Н. Шведов, изучая срез ствола столетней акации, обнаружил, что толщина годовых колец изменяется каждые 11 лет, как бы повторяя цикличность солнечной активности.

Обобщив опыт предшественников, А. Л. Чижевский подвел под эти эмпирические данные научную базу. По его мнению, Солнце определяет ритм большинства биологических процессов на Земле. Когда на нем образуется множество пятен, появляются хромосферные вспышки и усиливается яркость короны, на нашей планете развиваются эпидемии, усиливается рост деревьев, особенно сильно размножаются вредители сельского хозяйства и микроорганизмы.

Вся живая природа чутко реагирует на сезонные изменения окружающей температуры, интенсивность солнечного излучения - весной покрываются листвой деревья, осенью листва опадает, затухают обменные процессы, многие животные впадают в спячку и

т. д. Человек не является исключением. На протяжении года у него меняется интенсивность обмена, со-став клеток, тканей.

Состояние солнечной активности влияет на распространение многих заболеваний. Так, в 1957 году, несмотря на проводившуюся, как и в прошлые годы, вакцинацию населения, неожиданно возросло число заболеваний клещевым энцефалитом и туляремией. В 30-е годы нашего века Чижевский предсказал, что в 1960 - 1962 годах произойдет эпидемическая вспышка холеры, что действительно произошло в странах Юго-Восточной Азии. Все жизненные циклы: заболевания, массовые перекочевки, периоды бурного размножения млекопитающих, насекомых, вирусов - протекают синхронно с 11-летними циклами солнечной активности.

Люди также подвержены действию космических энергий и солнечной радиации. Так, человеческий организм, так же как организмы других животных, подстраивается под ритмы биосферы, прежде всего суточные (циркадные) и сезонные, связанные со сменой времен года.

Обмен веществ у человека протекает в наследуемом из поколения в поколение циркадном ритме. В настоящее время считается, что порядка сорока процессов в человеческом организме подчинено строгому циркадному ритму. Например, еще в 1931 году была установлена цикличность в функционировании печени человека, содержании гемоглобина, калия, натрия, кальция в крови. По суточному графику работает и вегетативная нервная система. Статистика утверждает, что даже рождение и смерть чаще случаются в темную часть суток, около полуночи.

Гематологи пришли к выводу, что в годы максимума солнечной активности норма свертывания крови у здоровых людей увеличивается вдвое, поэтому при увеличении солнечных пятен учащаются инфаркты, инсульты.

### Экологические факторы.

**Экологические факторы** — свойства среды обитания, оказывающие какое-либо воздействие на организм. Индифферентные элементы среды, например, инертные газы, экологическими факторами не являются. Экологические факторы отличаются значительной изменчивостью во времени и пространстве. Например, температура сильно варьирует на поверхности суши, но почти постоянна на дне океана или в глубине пещер.

Один и тот же фактор среды имеет разное значение в жизни совместно обитающих организмов. Например, солевой режим почвы играет первостепенную роль при минеральном питании растений, но безразличен для большинства наземных животных. Интенсивность освещения и спектральный состав света исключительно важны в жизни фототрофных организмов (большинство растений и фотосинтезирующие бактерии), а в жизни гетеротрофных организмов (грибы, животные, значительная часть микроорганизмов) свет не оказывает заметного влияния на жизнедеятельность. Экологические факторы могут выступать как раздражители, вызывающие приспособительные изменения физиологических функций; как ограничители, обуславливающие невозможность существования тех или иных организмов в данных условиях; как модификаторы, определяющие морфо-анатомические и физиологические изменения организмов. Организмы испытывают воздействие не статичных неизменных факторов, а их режимов — последовательности изменений за определенное время.

Экологические факторы по характеру воздействия делятся на:

**Прямо действующие** — непосредственно влияющие на организм, главным образом на обмен веществ;

**Косвенно действующие** — влияющие опосредованно, через изменение прямо действующих факторов (рельеф, экспозиция, высота над уровнем моря и др.)

Экологические факторы по происхождению делятся на:

**Абиотические** — факторы неживой природы:

*климатические*: годовая сумма температур, среднегодовая температура, влажность, давление воздуха

*эдафические (эдафогенные)*: механический состав почвы, воздухопроницаемость почвы, кислотность почвы, химический состав почвы

*орографические*: рельеф, высота над уровнем моря, крутизна и экспозиция склона

*химические*: газовый состав воздуха, солевой состав воды, концентрация, кислотность

*физические*: шум, магнитные поля, теплопроводность и теплоёмкость, радиоактивность, интенсивность солнечного излучения

**Биотические** — связанные с деятельностью живых организмов:

*фитогенные* — влияние растений

*микогенные* — влияние грибов

*зоогенные* — влияние животных

*микробиогенные* — влияние микроорганизмов

**Антропогенные (антропические)**:

*физические*: использование атомной энергии, перемещение в поездах и самолётах, влияние шума и вибрации

*химические*: использование минеральных удобрений и ядохимикатов, загрязнение оболочек Земли отходами промышленности и транспорта

*биологические*: продукты питания; организмы, для которых человек может быть средой обитания или источником питания

*социальные* — связанные с отношениями людей и жизнью в обществе

### Биологическое разнообразие живых организмов и его роль в организации и сохранении устойчивости биосферы

За период, охватывающий около 3 млрд лет, на Земле в результате биологической эволюции возникали все новые и новые разнообразные виды живых организмов. Процесс видообразования продолжается и сегодня. В жесткой борьбе за существование многие из них исчезли безвозвратно, другие подвергались эволюционным изменениям и давали начало видам, их сменяющим, многие виды сохранились до наших дней. Сегодня живой мир нашей планеты «бесконечно» разнообразен и включает огромное число видов. Науке известны около 1 500 000 видов животных, 300 000 видов растений, 100 000 видов грибов, 6000 видов бактерий, 800 видов вирусов.

Стабильность существования биосферы как экологической системы планетарного масштаба зависит именно от многообразия составляющих ее видов живых организмов. Все виды организмов находятся в прямой или косвенной взаимосвязи друг с другом. На основании изучения естественных экологических систем с небольшим числом видов, их составляющих, (например: пещерные экосистемы, тундровые), а также искусственных (агробиогеоценозы, лабораторные экспериментальные экосистемы) убедительно показана

нестабильность таких систем, их уязвимость. Так, изъятие, гибель даже одного вида может повлечь сильное повреждение и гибель всей системы.

Фундаментальной основой современной систематики в биологии является единство происхождения живых организмов и эволюции органического мира, приведших к существующему многообразию живых организмов. Степень родственных отношений между сравниваемыми видами базируется на их морфологическом, анатомическом, биохимическом, генетическом и т. д. сходстве или различии.

### *§9.2 Антропогенез. Происхождение человека.*

**Антропогенез** — часть биологической эволюции, которая привела к появлению человека разумного (лат. Homo sapiens), отделившегося от прочих гоминид, человекообразных обезьян и плацентарных млекопитающих, процесс историко-эволюционного формирования физического типа человека, первоначального развития его трудовой деятельности, речи. Изучением антропогенеза занимается множество наук, в частности антропология, палеоантропология, генетика, лингвистика.

В эволюционном контексте термин «человек» относится не только к ныне живущим людям, но и к представителям вымерших видов рода Homo. Кроме того, исследования антропогенеза распространяются на других гоминид, например, австралопитеков. Род Homo отделился от австралопитеков или подобных им гоминин около 2 млн лет назад в Африке. Существовало несколько видов людей, большинство из которых вымерло. К ним, в частности, относятся эректусы и неандертальцы.

Важнейшими этапами антропогенеза, отделившими человека от других гоминид и выделившими его из мира животных, были начало изготовления орудий труда, освоение огня и появление языка. Начиная с H. habilis, люди использовали каменные орудия, всё более искусно изготовленные (см. Палеолит). В последние 50 тыс. лет технология и культура изменяются быстрее, чем в предшествующие эпохи.

### **Дисциплины, изучающие человека.**

**Археогенетика** — область исследований молекулярной генетики, в которой методы популяционной генетики применяются к изучению истории человечества. Автором термина «археогенетика» является британский археолог Колин Ренфрю.

К методам археогенетики, в частности, относятся:

- анализ ДНК, полученной из археологических останков (древней ДНК, англ. aDNA);
- анализ ДНК современных популяций (людей, домашних растений и животных) с целью изучения человеческого прошлого и генетического наследия взаимодействия человека с биосферой;
- применение статистических методов молекулярной генетики к археологическим данным.

Предшественниками археогенетики являлись исследования групп крови и ранние работы о связях между классическими генетическими маркерами и языковыми и этническими группами. Среди первых исследователей в этом направлении известны Людвик Хиршфельд и Ханка Хиршфельд, Уильям Бойд и Артур Муран. Начиная с 1960-х

годов Луиджи Лука Кавалли-Сфорца использовал классические генетические маркеры для исследования доисторического населения Европы, вершиной чего стала публикация его исследования «История и география человеческих генов» (The History and Geography of Human Genes) в 1994 году.

Позднее генетики провели анализ генетической истории всех основных культурных растений (таких, как пшеница, рис, кукуруза) и домашних животных (таких, как коровы, козы, свиньи, лошади). Были предложены модели хронологии и биогеографии их одомашнивания и последующего разведения, в основном по данным митохондриальной ДНК.

Антонио Аморим (Antonio Amorim, 1999) использовал термин «Археогенетика» исключительно в отношении генетических данных антропогенеза. Весьма амбициозную концепцию восстановления исчезнувших видов методами генетики выдвинули Лайнус Полинг и Эмиль Цукеркандл (Linus Pauling and Emile Zuckerkandl, 1963).

**Палеоантропология** — раздел физической антропологии, изучающий эволюцию гоминид на основе ископаемых останков.

**Палеогенетика** — отрасль генетики в применении к проблемам палеонтологии. Обычно применяется для изучения эволюции с использованием данных древней ДНК. Термин «палеогенетика» предложили в 1963 году Эмиль Цукеркандл и химик Лайнус Полинг, а «крёстным отцом» новой дисциплины стал биолог Сванте Паабо.

**Психогенетика** (греч. psyche — душа и греч. genesis — происхождение) — наука о наследственности и изменчивости психических и психофизиологических свойств, возникающая на стыке психологии и генетики. В западной литературе чаще применяется термин «генетика поведения» (behavioral genetics).

Предметом психогенетики является взаимодействие наследственности и среды в формировании межличностной вариативности психологических свойств человека (когнитивных и двигательных функций, темперамента). В последние годы активно развиваются такие отрасли психогенетики как генетическая психофизиология, исследующая наследственные и средовые детерминанты биоэлектрической активности мозга, генетика индивидуального развития, а также геномика поведения, изучающая влияние генетических эффектов на поведение и различные виды психопатологий.

Психогенетикой изучаются в первую очередь те психические и психофизические свойства человека, которые могут быть достоверно оценены и изучены. В частности, предметом исследования часто становится наследуемость и изменчивость:

- девиантных форм поведения;
- психических болезней;
- типов темперамента;
- типов мозговых ритмов;

### **Методы психогенетики**

Так называют методы, позволяющие определить влияние наследственных факторов и среды на формирование тех или иных психических особенностей человека. Основными методами психогенетики являются: популяционный, генеалогический, метод приемных детей и метод близнецов.

**Метод близнецов** является одним из наиболее информативных.

Он основан на том, что монозиготные (однойяцевые) близнецы имеют идентичный генотип, дизиготные (двуйяцевые) — неидентичный. При этом члены близнецовых пар любого типа должны иметь сходную среду воспитания, тогда большее внутриварное сходство монозиготных близнецов по сравнению с дизиготными может свидетельствовать о наличии наследственных влияний на изменчивость изучаемого признака. Существенное ограничение этого метода состоит в том, что сходство собственно психологических признаков монозиготных близнецов может иметь и негенетическое происхождение.

**Генеалогический метод** — исследование сходства между родственниками в разных поколениях.

Для этого необходимо точное знание ряда признаков прямых родственников по материнской и отцовской линиям и охват возможно более широкого круга кровных родственников. Возможно также использование данных по достаточному числу разных семей, позволяющему выявить сходство родословных. Этот метод применим главным образом в медицинской генетике и антропологии. Однако сходство поколений по психологическим признакам может объясняться не только генетической их передачей, но и социальной преемственностью.

**Популяционный метод** позволяет изучать распространение отдельных генов или хромосомных аномалий в человеческих популяциях.

Для анализа генетической структуры популяции необходимо обследовать большую группу лиц, которая должна быть репрезентативной, то есть представительной, позволяющей судить о популяции в целом. Этот метод также более информативен при изучении различных форм наследственной патологии.

**Анализ наследуемости нормальных психологических признаков** — данный метод, взятый изолированно от других методов психогенетики, надежных сведений не дает, ибо различия между популяциями в распределении той или иной психологической особенности могут вызываться социальными причинами, обычаями и т. д.

**Метод приемных детей** — сопоставление сходства по какому-либо психологическому признаку между ребенком и его биологическими родителями, с одной стороны, ребенком и воспитавшими его усыновителями — с другой.

Методы предполагают обязательную статистическую обработку, специфическую для каждого метода. Наиболее информативные способы математического анализа требуют одновременного использования по крайней мере двух первых методов.

### §9.3 Основные стадии антропогенеза

Люди (лат. **Номо**) — род приматов семейства гоминид. Включает вид человек разумный (*Homo sapiens*) и близкие ему вымершие виды. Предками Номо, вероятно, являются австралопитеки. Место человека в биологической классификации представлено в таблицах:

Надцарство прокариоты (безъядерные организмы)	Надцарство эукариоты (ядерные организмы)
1 царство – бактерии	1 царство – протисты
2 царство – архебактерии	2 царство – растения
	3 царство – грибы
	<b>4 царство – животные</b>

<i>Царство</i>	Животные
<i>Тип</i>	Хордовые
<i>Подтип</i>	Позвоночные
<i>Класс</i>	Млекопитающие
<i>Отряд</i>	Приматы
<i>Подотряд</i>	Антропоиды
<i>Секция</i>	Узконосые
<i>Надсемейство</i>	Высшие узконосые
<i>Семейство</i>	Гоминиды
<i>Род</i>	Номо (человек)
<i>Вид</i>	Человек разумный ( <i>homo sapiens</i> )

Существует уже устаревшая классификация видов внутри рода (и схема антропогенеза) как последовательная смена «этапов», каждый из которых включает в себя несколько видов.

- Архантропы — древнейшие люди.
- Палеоантропы — древние люди (*Homo neandertalensis* и, возможно, *Homo heidelbergensis*).
- Неоантропы — люди современного облика.

Приматы были в числе первых появившихся млекопитающих. Это случилось 60–65 млн лет назад во время коренных геологических преобразований, когда равновесие в мире живых организмов было неотвратимо нарушено. Динозавры навсегда исчезли, а млекопитающие, птицы и насекомые стали преобладающими формами животной жизни. В то время все млекопитающие были похожи друг на друга. Насекомоядные (землеройки, ежи и др.), приматы и хищники мало чем различались. Все они имели удлиненное тело, короткие конечности, небольшие глаза, вытянутую и подвижную мордочку. Все они питались насекомыми, личинками и небольшими ящерицами.

С появлением настоящих лесов с лиственными цветущими деревьями млекопитающие начали эволюционировать, обособляясь в отдельные группы. Нижний ярус лесов остался прибежищем насекомоядных и других мелких млекопитающих, а кроны деревьев заселили приматы.

Расхождение филогенетических стволов эволюционного дерева, ведущих к двум семействам — человекообразным обезьянам (понгидам) и людям (**гоминидам**<sup>1</sup>), произошло по разным оценкам около 10 млн лет назад.

<sup>1</sup> Гоминиды (также известные как большие человекообразные обезьяны) (лат. *Hominidae*) — семейство наиболее прогрессивных приматов, включающее в том числе и людей.

В настоящее время признается, что эволюция гоминид была не линейной, а, скорее, кустообразной. Часто одновременно существовало по три, четыре и может быть даже больше вида гоминид, в том числе на одной и той же территории.

Вся ранняя эволюция **гоминин** (гоминины – подсемейство гоминид, включающая человека) происходила в Африке. 6-7 млн лет назад в Африке жил **сахелантроп**. Около 6 млн лет назад там же жил **оррорин**, а примерно 4,2 млн лет назад появились **австралопитеки**. Отличительной особенностью всех этих существ было передвижение на двух ногах (бипедализм). На сегодняшний день стало ясно, что бипедализм был свойствен гомининам изначально, то есть практически сразу после разделения линий человека и шимпанзе. Эта адаптация не была напрямую связана с жизнью на безлесных пространствах. Существует целый ряд теорий, объясняющих происхождение бипедализма. Таким образом, в период примерно от 6 до 1 млн лет назад в Африке жила довольно большая и разнообразная группа обезьян, передвигавшихся на двух ногах. Однако по размеру мозга эти обезьяны не отличались от современного шимпанзе, и нет оснований предполагать, что они превосходили его по своим интеллектуальным способностям.

**(вики)**

В 1924 г. в Южной Африке были обнаружены останки человекообразной обезьяны — австралопитека, возраст которых составлял 3,5–4 млн лет. Именно род австралопитеков считается началом уже не прерывавшейся позднее ветви, ведущей к человеку. Австралопитеки постоянно использовали двуногое передвижение, пропорции их черепа и особенности зубочелюстной системы более сходны с человеческими, чем с обезьяньими. Средний объем мозговой коробки составлял в среднем 550 см<sup>3</sup>. Австралопитеки достаточно часто потребляли мясную пищу. В 1959 г. в Восточной Африке (ущелье Олдовай) в отложениях с возрастом 1,5–2 млн лет были обнаружены ископаемые останки высокоразвитого австралопитека, а также другого антропоморфного примата, которого называли человек умелый (*Homo habilis*) и которого стали считать представителем настоящих людей (род *Homo*). Основание для этого были несколько больший объем мозговой коробки (до 775 см<sup>3</sup>) и использование примитивных каменных орудий из грубо обколотых ударами галек кварца, кварцита, лавы (так называемая «олдовайская галечная культура»). Позже были обнаружены останки *Homo habilis* с еще большим объемом мозга (800–900 см<sup>3</sup>). Так как во всех случаях останки *Homo habilis* были обнаружены вместе с остатками австралопитеков, существует сомнение, что последние являются настоящими предками людей.

Примерно 2,4 миллиона лет назад в одной из линий гоминид наметилась новая эволюционная тенденция — началось увеличение мозга.

Самый древний из рода *Homo* — ***Homo habilis***, или **человек умелый**, первые представители которого появились на Земле около 2,5 млн. лет назад. До этого времени, вероятно, существовали только австралопитеки. Около 2,5 млн. лет назад произошло расщепление в эволюции гоминид, в результате которого обособились массивные австралопитеки (тупиковая ветвь эволюции) и род *Homo*. Человек умелый - первый представитель гоминин, у которого объем мозга превысил типичные для шимпанзе и австралопитеков 400—450 куб см. Он первым стал изготавливать простейшие каменные орудия. По некоторым данным, наиболее примитивная **олдувайская культура** обработки камня возникла около 2,7 миллионов лет назад, а исчезла около 1 миллиона лет назад.

Кроме находок из Олдувайского ущелья, к виду *Homo habilis* относят и так называемого рудольфского человека, *Homo rudolfensis*, череп которого был найден в Кении в 1972 году в районе оз. Рудольф (ныне оз. Туркана), а также находки из Эфиопии и Южной

Африки. Древность этих видов от 2,4 до 1,9 млн. лет. Предполагается, что эти первые люди были творцами орудий древнейшей на Земле олдувайской (галечной) культуры. Существуют находки, которые не нашли таксономического определения и частью исследователей относятся к *Homo habilis*, а другой частью — к группам архантропов (древнейших людей), пришедших на смену *Homo habilis* примерно 1,6—1,5 млн. лет назад.

В группу архантропов входят два основных вида. Это вид азиатских древнейших людей, **человек прямоходящий (*Homo erectus*)**, и его африканский вариант, **человек работающий (*Homo ergaster*)**.

У *Homo ergaster*, которые появились около 1,9 млн лет назад, объем мозга, а также размеры тела ещё увеличились. Предполагается, что это связано с увеличением доли мясной пищи в рационе. Возможно, *Homo ergaster* научился охотиться на крупную и среднюю дичь, или он просто научился более эффективно конкурировать с другими падальщиками.

1,76 млн лет назад в Африке появилась более развитая ашэльская культура. Это первая человеческая культура, покинувшая пределы Африки.

*Homo erectus* заселили обширные территории Евразии. Это была первая волна расселения людей за пределами Африки. Около 1,1-1,2 млн лет их потомки появились и в Западной Европе (Испания). Они описаны как особый вид *Homo antecessor*. По-видимому, они близки к общему предку неандертальцев и современных людей. В то же время считается, что аббевильская культура в Европе возникла приблизительно 1,5 миллиона лет назад. Около 550—475 тыс. лет назад в Европе существовала клектонская культура.

Первые свидетельства использования огня людьми относятся к периоду примерно 1,5 миллиона лет. Приготовление пищи на огне привело к улучшению питания.

От *Homo habilis*, вероятно, произошел *Homo erectus* (человек прямоходящий). Более крупный, обладающий большим мозгом и более высокоразвитым интеллектом, с более совершенной техникой изготовления орудий, этот человек раннего каменного века освоил новые места обитания, заселил небольшими группами Африку, Европу и Азию. Человек прямоходящий по строению тела во многих отношениях походил на современного человека. Его рост составлял 1,6–1,8 м, а вес — 50–70 кг. Объем голов ного мозга достигал 880–1100 см<sup>3</sup>.

Человек прямоходящий широко пользовался различными орудиями из камня, дерева и костей. Он был активным охотником. Охота осуществлялась достаточно большим количеством участников, а это позволяло нападать на крупную дичь. Для *Homo erectus* было характерно устраивать жилище в виде хижин, использовать пещеры. Внутри жилища устраивался примитивный очаг. Огонь уже систематически использовался для обогрева и приготовления пищи, сохранялся и поддерживался.

Классическим представителем палеоантропов (древних людей) является **неандерталец**, или человек неандертальский, — ***Homo neanderthalensis***. Неандертальцы появились примерно 140 тысяч лет назад на территории современной Европы. Они являлись параллельной ветвью развития человечества («другое человечество»). Недавно выделен ещё один вид — **гейдельбергский человек, *Homo heidelbergensis***, более поздний, чем древнейшие люди *Homo erectus* и *Homo ergaster*. Некоторыми исследователями он относится к палеоантропам. *Homo neanderthalensis* ассоциируется с ашэльской и мустьерской каменными культурами.

Неандерталец был низкорослым и коренастым (рост — до 1,7 м, вес — до 75 кг). Череп массивный с толстыми надглазничными валиками и покатым лбом. В то же время по объему головного мозга (до 1500 см<sup>3</sup>) неандерталец превосходил современного человека. Неандертальцы занимались охотой и рыболовством, охотились, в частности, на таких крупных животных, как мамонты. Они изготавливали одежду из шкур, строили жилища,

умели добывать огонь. Их орудия характеризуются тонкостью отделки и повторяемостью формы. Захоронения, ритуалы и зачатки искусства говорят о том, что неандертальцы в большей степени обладали самосознанием, способностью к абстрактному мышлению, были в большей степени «социальны», чем их предок *Homo erectus*. Предположительно, неандертальцам была свойственна речь. Неандертальцы явились первыми людьми, которые систематически хоронили умерших. Погребение умерших было обрядом, свидетельствующим о том, что неандертальцы придавали значение жизни и смерти отдельного человека и, возможно, имели представление о загробном существовании.

Первыми свидетельствами о возникновении вполне современного человека, относящегося к подвиду *Homo sapiens*, были находки останков человека в гроте КроМаньон на юго-западе Франции в 1868 г. Впоследствии многочисленные останки кроманьонцев были обнаружены в различных районах Европы, Африки, Азии, Америки и Австралии.

**Кроманьонцы** были выше ростом (до 1,8 м) и менее грубо сложены, чем неандертальцы. Голова была относительно высокая, укороченная в направлении лицо–затылок, а черепная коробка более округлая и содержала мозг, средний объем которого составлял 1400 см<sup>3</sup>. Имелись и другие новые характерные особенности — голова посажена прямо, лицевая часть прямая и не выступает вперед, надглазные валики отсутствуют или развиты слабо, нос и челюсти сравнительно невелики, зубы сидят теснее, хорошо развит подбородочный выступ. По сравнению с неандертальцами кроманьонцы производили более тщательно изготовленные ножи, скребки, пилы, наконечники, сверла и другие каменные орудия. В этот период начинается одомашнивание животных и окультуривание растений человеком. Возможность жить в условиях ледникового периода обеспечивалась более совершенными жилищами, систематическим использованием огня.

Высокий уровень социальности человека, способность к совместной производительной деятельности, развитие все более совершенных орудий труда уменьшали зависимость человека от условий окружающей среды. Поэтому эволюция человека вышла изпод ведущего действия биологических законов развития и стала направляться законами социальными.

Далее следует вид современного человека, или человека разумного, ***Homo sapiens***, который разделяется на два подвида — Человек Идалту (*Homo sapiens idaltu*) и **человек разумный разумный (*Homo sapiens sapiens*)**.

Древнейшие представители вида *Homo sapiens* появились в результате эволюции 400—250 тыс. лет назад. Господствующей в наши дни гипотезой происхождения людей является африканская, согласно которой наш вид появился в Африке и оттуда распространился по всему свету, замещая существовавшие популяции *Homo erectus* и неандертальцев. Альтернативная гипотеза называется мультирегиональной. Согласно последней, люди, начиная, по-видимому, от *Homo erectus*, эволюционировали как единый вид, в котором генные потоки могли свободно циркулировать. Имеющиеся в настоящее время данные палеоантропологии не позволяют сделать окончательный выбор между этими гипотезами, хотя данные генетики поддерживают африканскую теорию.

Древнейшие люди современного типа в культурном отношении ничем не превосходили современных им ранних неандертальцев из Европы. У тех и других были примерно одинаковые среднепалеолитические каменные орудия.

Сравнение полиморфизмов митохондриальной ДНК и датирование окаменелостей позволяют заключить, что *Homo sapiens* происходит из Африки, где около 200 тыс. лет назад жил последний общий предок (англ.)русск. ныне живущих людей по женской линии («митохондриальная Ева»).

В 2009 году группа учёных из Университета Пенсильвании опубликовала в журнале *Science* результаты комплексного исследования генетического разнообразия народов Африки. Они установили, что самой древней ветвью, испытавшей наименьшее количество смешиваний, как раньше и предполагалось, является генетический кластер, к которому принадлежат бушмены и другие народы, говорящие на койсанских языках. Скорее всего, они и являются той ветвью, которая ближе всего к общим предкам всего современного человечества.

Можно предположить, что 60 000 — 40 000 лет назад люди мигрировали в Азию, и оттуда в Европу (40 000 лет назад), Австралию и Америку (35 000 — 15 000 лет назад).

Трудовая деятельность стала важнейшим фактором дальнейшей эволюции человека. Естественный отбор благоприятствовал изменениям организации древних людей, которые способствовали совершенствованию трудовой деятельности и социального поведения. Это были прогрессивные изменения структуры и массы головного мозга, мускулатуры и скелета передних конечностей, механизмов тонкой нервной координации движений. Отбор благоприятствовал развитию у людей таких форм поведения, которые облегчали их общение в процессе трудовой деятельности, а также в организации совместной охоты или защиты от нападения хищников. В связи с этим совершенствовались способы обмена информацией, в частности система членораздельной речи, а на ее основе — второй сигнальной системы, сыгравшей огромную роль в развитии человеческой культуры и интеллекта.

Сообщества древних людей подвергались групповому отбору, благоприятствовавшему сохранению тех коллективов, в которых преобладали более развитые в социальном отношении индивиды. Это выражалось в совершенствовании тормозных механизмов мозга, позволяющих снизить взаимную агрессивность, а также в развитии свойств, способствовавших обогащению знаний на основе своего и чужого опыта.

Некоторые этапы антропогенеза

Временной период	Стадии антропогенеза	Объем мозговой коробки, см <sup>3</sup>	Отличительные признаки
25–4 млн. лет назад	Дриопитеки	350	Стадо животных
4–2 млн. лет назад	Австралопитеки	550	Человекообразные обезьяны
2 – 1,5 млн. лет назад	Человек умелый	775	Поддержание огня
1,5 – 0,3 млн. лет назад	Человек прямоходящий	1000	Изготовление орудий
300 – 50 тыс. лет назад	Неандерталец	1500	Добывание огня, ритуалы, возможно речь
50 тыс. лет назад	Кроманьонец	1400	Речь, ритуалы

Сравнительная таблица видов рода *Номо*

Виды	Эпоха (млн лет назад)	Ареал обитания	Средний рост(м)	Масса Тела (кг)	Объём головного Мозга(см3)	Ископаемые останки	Дата открытия/перво й публикации
<i>H. habilis</i>	2.2– 1.6	Африка	1– 1.5	33– 55	660	множество	1960/1964
<i>H. erectus</i>	2– 0.03	Африка, Евразия(Ява, Кавказ, Китай)	1.8	60	850– 1100	множество	1891/1892
<i>H. rudolfensis</i>	1.9	Кения	—	—	—	1 череп	1972/1986
<i>H. georgicus</i>	1.8	Грузия	—	—	600	несколько	1999/2002
<i>H. ergaster</i>	1.9– 1.4	Южная и Восточная Африка	1.9	—	700– 850	множество	1975
<i>H. antecessor</i>	1.2– 0.8	Испания	1.75	90	1000	2 стоянки	1997
<i>H. cepranensis</i>	0.9– 0.8	Италия	—	—	1000	1 черепная крышка	1994/2003
<i>H. heidelbergensis</i>	0.6– 0.25	Европа, Африка, Китай	1.8	60	1100– 1400	множество	1908
<i>H. neanderthalensis</i>	0.33– 0.03	Европа, Западная Азия	1.6	55– 70	1200– 1700	множество	(1829)/1864
<i>H. rhodesiensis</i>	0.3– 0.12	Замбия	—	—	1300	очень мало	1921
<i>H. sapiens sapiens</i>	0.2– до наст. время	повсеместно	1.4– 1.9	50– 100	1000– 1850	Ныне живущий	-/1758
<i>H. sapiens idaltu</i>	0.16– 0.15	Эфиопия	—	—	1450	3 черепа	1997/2003
<i>H. floresiensis</i>	0.1– 0.012	Индонезия	1	25	400	7 особей	2003/2004

Современное человечество представляет собой один вид — *Homo sapiens*, в пределах которого традиционно выделяют три основных расы — европеоидную (евразийскую), австрало-негроидную (экваториальную) и монголоидную (азиатско-американскую). Расы — это исторически сложившиеся группы людей, характеризующиеся общностью наследственных физических особенностей (цвет кожи, глаз и волос, разрез глаз, очертания головы и т. п.), являющихся второстепенными. По основным же признакам, характерным для человека (объем и строение головного мозга, строение кисти и стопы, форма позвоночного ствола, строение голосовых связок, способности к творческой и трудовой деятельности), расы не различаются.

Образование рас — сложный процесс, многие расовые признаки возникали путем мутаций, но они могли возникать и в результате таких эволюционных факторов, как дрейф генов и изоляции. С развитием цивилизации роль естественного отбора и изоляции начинает снижаться.

В результате усиления взаимодействия между народами начинает проявляться метисация (смешение рас), особенно ускоряющаяся в наши дни, благодаря возрастающим масштабам миграции людей, разрушению социально-расовых барьеров и т. п. По-видимому, эти процессы приведут к исчезновению расовых различий, хотя на это и уйдут тысячи и тысячи лет.

## Дальнейшая эволюция человека

В условиях современного общества влияние на эволюцию человека таких факторов, как естественный отбор, волны численности и изоляция, значительно снизилось. Неизменным осталось лишь влияние мутационного процесса. Таким образом, в обозримом будущем ожидать существенного изменения биологического облика человека не приходится.

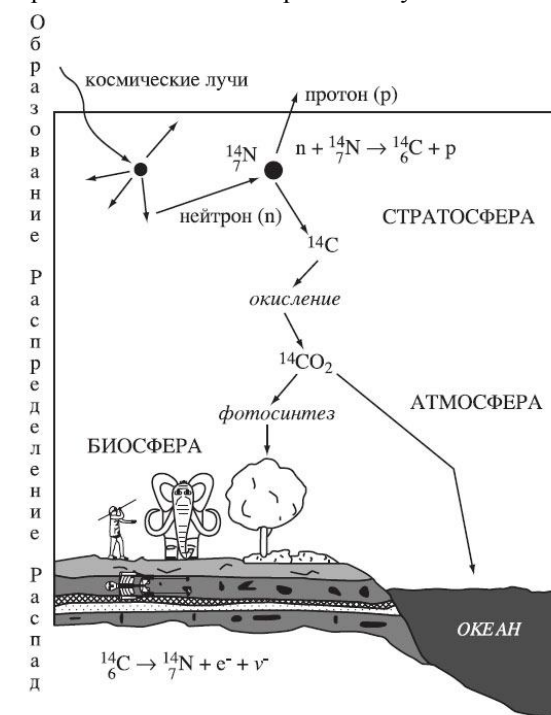
### §9.4 Радиоуглеродный метод

Радиоуглеродный метод, разработанный более 60 лет назад и отмеченный Нобелевской премией, первоначально использовался для определения возраста археологических и геологических объектов, но вскоре сфера его применения существенно расширилась. Метод доказал свою универсальность и с большим успехом продолжает применяться в науке, технике, медицине и других областях человеческой деятельности.

Радиоуглеродный метод оказывает существенное влияние на развитие разных областей науки - от ядерной физики до криминалистики, но в первую очередь геологии и археологии. В марте 1949 г. была опубликована статья, в которой обосновывался принцип работы данного метода. Его авторы - учёные из Университета Чикаго (США) Уиллард Ф. Либби, Эрнст С. Андерсон и Джеймс Р. Арнольд - показали, что могут определить возраст геологических или исторических событий, которые имели место не только сотни и первые тысячи лет назад, но и вплоть до 40-50 тыс. лет назад. При этом предложенный метод обладал достаточно высокой точностью и был совершенно независим от других технологий, применявшихся в то время в науках о Земле и в археологии. Можно без преувеличения

сказать, что радиоуглеродный метод произвёл подлинную революцию в представлениях о времени в научном знании. Признанием важности этого открытия явилось присуждение У.Ф. Либби в 1960 г. Нобелевской премии по химии.

Суть метод заключается в следующем. В природной среде Земли химический элемент углерод состоит из трёх изотопов: двух стабильных —  $^{12}\text{C}$  и  $^{13}\text{C}$  и одного радиоактивного —  $^{14}\text{C}$ , или радиоуглерода. Изотоп  $^{14}\text{C}$  постоянно образуется в стратосфере Земли в результате бомбардировки атомов азота нейтронами, входящими в состав космических лучей (рис. 1, уровень «образование»). В течение нескольких лет «новорождённый»  $^{14}\text{C}$  наряду со стабильными изотопами  $^{12}\text{C}$  и  $^{13}\text{C}$  попадает в кругооборот углерода Земли в атмосфере, биосфере и гидросфере (см. рис. 1, уровень «распределение»). Пока организм находится в состоянии обмена



веществ с окружающей его средой (например, дерево получает углерод в виде углекислого газа из атмосферы в результате фотосинтеза), содержание  $^{14}\text{C}$  в нём остаётся постоянным и находится в равновесии с концентрацией данного изотопа в атмосфере. Когда организм отмирает, обмен углеродом с внешней средой прекращается; содержание радиоактивного изотопа начинает уменьшаться, так как уже нет притока «свежего»  $^{14}\text{C}$  извне (см. рис. 1, уровень «распад»). Радиоактивный распад любого элемента происходит с постоянной скоростью, которая весьма точно определена. Так, для изотопа  $^{14}\text{C}$  период полураспада составляет около 5730 лет. Следовательно, зная изначальное количество  $^{14}\text{C}$  в организме по отношению к стабильным изотопам  $^{12}\text{C}$  и  $^{13}\text{C}$  в состоянии равновесия (когда организм жив) и содержание  $^{14}\text{C}$  в ископаемых остатках, можно установить, сколько времени прошло с момента смерти углеродсодержащей субстанции. Такова суть модели, созданной У.Ф. Либби с соавторами. Несмотря на то, что в своём развитии радиоуглеродный метод прошёл через ряд значительных обновлений, по выражению К. Ренфрю – «революций», его основы, заложенные в 1949 г., остаются неизменными по сей день.

Иными словами, находя в природе и на поселениях древнего человека остатки растений и животных, а также некоторые другие вещества, содержащие углерод, можно с помощью радиоуглеродного метода определить, сколько времени прошло с момента прекращения жизни организма, то есть установить возраст данных объектов. А это, в свою очередь, значит, что можно ответить на извечный вопрос геологов и археологов: как давно существовал данный организм или древнее поселение? Радиоуглеродный метод позволяет установить возраст углеродсодержащих веществ вплоть до 47 000  $^{14}\text{C}$  лет, что соответствует астрономическому возрасту около 50 000 лет.

Известно, что химический элемент углерод входит в состав практически всей живой материи, а также во многие вещества из разряда неживых (то есть созданных без участия живых организмов). Таким образом, радиоуглеродный метод поистине универсален. С его помощью определяется возраст целого ряда объектов, которые можно условно разделить на следующие группы: «геологические» – карбонатные осадки океанов и пресноводных водоёмов, ледяные керны, метеориты; «биологические» – древесина и древесный уголь, семена, плоды и веточки растений, торф, почвенный гумус, пыльцевые зёрна, остатки насекомых и рыб, кости, рога, бивни, зубы, волосы, кожа и шкура позвоночных животных и человека, копrolиты; «антропогенные» – жжёные кости, керамика, кричный металл, пригоревшие остатки пищи, следы крови на древних орудиях, ткани, папирус, пергамент и бумага.

### *§9.5 Человек и остальной живой мир. Отличия и сходства.*

Какие черты человека, отличающие его от других живых существ, традиционно принято выделять?

Человек имеет самый большой и развитый **мозг**. Следствием этого является высокоразвитый интеллект (развитую психику): человек способен логически мыслить, планировать свои действия, имеет способности к критической самооценке и метапознанию. Другие животные, принято считать, либо не имеют интеллекта, либо имеют весьма скромные умственные способности.

Человек имеет развитые **речевые способности** в том смысле, что он использует свой голосовой аппарат в качестве средства передачи информации.

Человек способен создавать **орудия труда** и успешно ими пользоваться. Данный навык приводит к тому, что человек существенно преобразовывает окружающий его мир.

Способности передавать не наследуемую информацию в больших объемах и способности к орудийной деятельности приводят к тому, что человек имеет **высокоразвитую культуру**, то есть сложный комплекс материальных объектов, созданных собственными руками, и объектов духовной культуры (знаний, навыков, других видов информации), не наследуемых генетически, но передаваемых из поколения в поколение в процессе обучения.

Человек может проявлять **альтруистическое поведение** (бескорыстную помощь и/или жертвенность без извлечения прямой выгоды для себя). Причем в отличие от других представителей живой природы человек способен на альтруистические поступки не только в отношении близких сородичей, но даже и незнакомых людей. Жертвовать собой люди могут даже во имя абстрактных (нематериальных) идей.

Человек способен на сопереживание (эмпатию).

Человек имеет высокоразвитый социум и сложные социальные отношения внутри социума.

Сравнительные анатомические исследования головного мозга у разных млекопитающих свидетельствуют о прогрессивном его развитии в эволюционном ряду видов — от примитивных к высшим, достигая максимального развития у человекообразных обезьян. Палеонтологические данные о головном мозге предковых форм современного человека говорят о более или менее «плавном» увеличении его объема и развития центров речи и понимания звуковых сигналов.

Способность к орудийной деятельности, которая часто рассматривается как уникальная особенность человека, свойственна в значительной степени и современным антропоидам. На основании палеонтологических данных о гоминидах можно говорить о существовании прямой зависимости между совершенствованием орудийной деятельности и прогрессивном развитии головного мозга и передней конечности (руки) у предков современного человека. Социальная природа человека также возникла не на «пустом месте». Современная этология (наука о поведении животных) располагает обширными данными о социальном поведении животных многих видов. Особый интерес представляют исследования социальной организации у человекообразных обезьян.

В стадно-групповой организации антропоидов отчетливо просматриваются преимущества социального образа жизни:

- организованность на базе поведения по типу «доминирования–подчинения», строгая иерархия членов группы (стада) способствует вытеснению агрессивности между ними;
- под руководством вожака могут осуществляться совместные действия членов группы;
- в пределах группы (стада) имеет место постоянная взаимопомощь;
- большую роль в поведении членов группы (стада) антропоидов играет обучение;
- в группе (стаде) существует система разнообразных средств общения (сигналов) мимика, позы, жесты, звуки, которые усиливают контакты и взаимопомощь в процессе совместных действий.

Движущей силой развития сообщества антропоидов послужил групповой отбор, значение которого было подчеркнuto еще Ч. Дарвином: «Естественный отбор действует на уровне группы на отдельные особи путем сохранения тех изменений, которые выгодны для сообщества. Сообщество, заключающее в себе много наделенных полезными качествами



особей, увеличивается в числе и остается победителем над другими, менее благоприятствующими».

В. М. Бехтерев, обсуждая вопрос о роли группового отбора в становлении и развитии социальных форм поведения антропоидов, писал: «В борьбе за существование наибольшие шансы дает не индивидуальная приспособленность, а большая согласованность действий».

Противопоставление человека животным на основании наличия у него речи и способности к высшему, ассоциативному мышлению было традиционным в науке начала XX в. и еще нередко встречается сегодня. Однако уже Ч. Дарвин в своей книге «О выражении ощущений у человека и животных» (1872) показывает сходство мимики у человека и обезьян и определяет, что мимика, выражение эмоций являются средством коммуникации. В этой работе Дарвин утверждает, что интеллект человекообразной обезьяны отличается от человеческого только количественно, но не качественно.

О высоком уровне интеллектуальных способностей антропоидов говорил и И. П. Павлов, поражаясь тому, «каким манером человек ухитряется вырыть столь глубокую яму между собой и животными...» И далее: «Когда обезьяна строит свою вышку, чтобы достать плод, то это условным рефлексом назвать нельзя. Это есть случай образования знания, уловление связи вещей. Это — другой случай. Тут нужно сказать, что это есть начало образования знания, улавливания постоянной связи между вещами — то, что лежит в основе всей научной деятельности, законов причинности и т. д.».

В настоящее время наука располагает многочисленными свидетельствами необыкновенных интеллектуальных способностей человекообразных обезьян, полученными в результате исследований зоологов-приматологов, физиологов, зоопсихологов, медиков и психологов, работающих с антропоидами. Например, многими исследователями установлена способность шимпанзе к классифицированию предметов, различению их множеств, нахождению середины количества. Так, четырехлетняя шимпанзе легко отделяла фотографии с живыми объектами от изображений неживых, детей — от взрослых, полное — от частного изображения. Точность различения была до 90% — такая же, как и у человеческого ребенка ее возраста. Разными исследователями в строго контролируемых экспериментах было показано, что шимпанзе на ощупь точно определяют предметы, которые порой видели лишь однажды, или, наоборот, узнавали зрительно предмет, который раньше только ощупывали.

Большой интерес представляют факты самоузнавания шимпанзе и орангутана в зеркале. Обезьянам (незаметно для них) мелом или краской смазывали недоступные прямой видимости участки головы, а затем предьявляли зеркало. Антропоид, «опознав» себя, хватался за те места, которые были измазаны. Многие исследователи считают самоузнавание высшей формой ассоциативного поведения в животном мире. На сегодня установлено, что человек, шимпанзе и орангутаны — единственные из всех существ на Земле, узнающие себя в зеркале<sup>2</sup>. Что же касается других представителей млекопитающих, традиционно считающихся «интеллектуалами» — собак, кошек, то собственное отражение в зеркале вызывает у них либо агрессию («соперник»), либо любопытство («незнакомец»).

Особого упоминания заслуживают исследования, начатые в конце 1960-х гг. американскими психологами А. и Б. Гарднерами, а затем продолженные другими исследователями. Речь идет об обучении шимпанзе языку глухонемых (армсленгу). Результаты, получаемые в этих исследованиях, убедительно подтверждают очень близкое

<sup>2</sup> Примечательно, что люди со сложными умственными отклонениями не узнают себя в зеркале.

филогенетическое родство антропоидов и человека. В экспериментах разных исследователей шимпанзе и гориллы осваивали до 500–700 слов-знаков, умели составлять комбинации из 2–5 слов. Обезьяны изобретали и новые знаки-слова. В возрасте 6–7 лет исследователи зарегистрировали пик «сочинительства» у обучаемых обезьян — они придумывали до 6–9 новых слов в месяц. Наконец, особенно впечатляющие факты — это обмен информацией между шимпанзе, владеющими армсленгом. Так, в эксперименте Гарднеров, самка шимпанзе обучала своего детеныша, который освоил более 200 знаков-слов и пользовался ими при общении не только с матерью, но и с людьми экспериментаторами.

**Логика.** Считается, что, в отличие от других животных, человек способен строить свое мышление на причинных связях, а не ассоциативных, то есть человек из множества совпадений способен выделить истинную причину события. Философы и психологи указывали на это свойство мышления как на главный барьер между человеческим и животным разумом. Однако этологам удалось экспериментально показать, что этот барьер не так уж непроходим. Выяснилось, что не только обезьяны, но и животные, стоящие на более низких ступенях интеллектуального развития, умеют отличать причинно-следственные связи от случайных ассоциаций.

Одним из важных компонентов мышления считается способность делать транзитивные логические выводы. Так называют умозаключения о связях между объектами, сделанные на основе косвенных данных. Например, транзитивным является следующий вывод: "если  $A > B$  и  $B > C$ , то  $A > C$ ". Способность к транзитивной логике вначале была описана как один из рубежей в умственном развитии детей, затем была зарегистрирована у обезьян, крыс и некоторых птиц (голубей, ворон) — то есть у млекопитающих и птиц, в сообразительности которых теперь уже мало кто сомневается. сообразительности которых теперь уже мало кто сомневается.

Недавно этологи из Стэнфордского университета (США) сумели показать, что рыбы тоже владеют транзитивной логикой. Общая схема этого эксперимента в точности соответствует классическим тестам на транзитивную логику, применяемым при исследовании умственных способностей детей. Самое удивительное, что рыбы успешно справились с тестом, с которым человеческие дети, как правило, начинают справляться лишь в возрасте 4–5 лет! Может показаться невероятным, что четырехлетние дети по каким-то аспектам умственного развития уступают рыбам. Однако транзитивная логика действительно относится к числу способностей, развивающихся у людей довольно поздно. Это можно понять: для Homo sapiens данная способность, по-видимому, не так важна, как для самцов астатотилипий. Мы уже упоминали о том, что наше мышление далеко не универсально, что мы уступаем, например, сойкам по способности запоминать точки на местности, а крысам — по умению находить выход из лабиринта (Резникова, 2009). В данном случае мы просто столкнулись еще с одним примером несовершенства нашего мышления.

**Сопоставление уровней интеллекта.** Современные специалисты-этологи (этология изучает поведение животных и человека) укореняются во мнении, что разница между мышлением человека и других животных все-таки в степени, а не в качестве. Но разница в степени может быть очень большой. Даже в самых сложных своих достижениях самый «интеллектуальный» представитель природы после человека — шимпанзе все-таки не превышает уровня 2–3-летнего ребенка: это их потолок. С другой стороны, этологи в один голос утверждают, что единой шкалы умственных способностей, общей для всех животных,

не существует. Невозможно ответить, кто "вообще" умнее: дельфины, обезьяны или попугаи. Разные виды животных справляются с одними типами задач лучше, с другими — хуже. И человек в этом плане не исключение. В решении некоторых интеллектуальных задач другие животные вполне могут нас "обставить": например, сойки, белки и другие животные, запасаящие пищу в тайниках, лучше нас умеют запоминать точки на местности, а крысы лучше и быстрее нас способны находить выходы из лабиринта. А если нам такое умение не кажется хорошим мерилем интеллекта, то следует задуматься: не потому ли мы его недооцениваем, что сами им плохо владеем?

**Сопереживание.** Способность к сопереживанию (эмпатии) тоже когда-то считалась чисто человеческим свойством. Сегодня существование эмпатии у высших приматов уже признано большинством исследователей, и есть данные, указывающие на зачатки этой способности у других млекопитающих, а также у птиц. Например, было показано, что если крыса, наблюдающая страдания сородича, имеет возможность облегчить его участь, то она это, как правило, делает. Однако ее мотивация при этом неочевидна: может быть, она и не понимает, что товарищу больно, а просто хочет избавиться от раздражающего лично ее фактора в виде визжащего и дергающегося соплеменника.

Физиологические механизмы эмпатии сейчас активно изучаются в основном на людях. Однако возможности экспериментов на людях сильно ограничены (к счастью), поэтому открытие хорошей "животной модели", не защищенной международными конвенциями о правах, выводит исследователей на широкий оперативный простор. Тот факт, что мыши чувствительны только к страданиям знакомых мышей, наводит на мысль, что способность к эмпатии могла развиваться как одна из адаптации к общественному образу жизни. Она может играть особенно важную роль во взаимоотношениях между родителями и детенышами. Чувствительность к эмоциональному состоянию, понимание желаний и намерений детеныша могли бы помочь матери обеспечить потомству наилучший уход, защиту и воспитание.

**Понимание чужих поступков.** В 2002 году были опубликованы результаты изящных экспериментов, показавших, что уже в возрасте 14 месяцев дети способны критически анализировать чужое поведение и отличать осмысленные, целенаправленные поступки от случайных или вынужденных (Gergely et al., 2002). Экспериментатор на глазах у детей включал лампочку, нажимая на кнопку головой, хотя мог сделать это руками. Дети копировали это действие: когда им предоставлялась такая возможность, они тоже нажимали на кнопку головой — очевидно, полагая, что у этого способа нажатия на кнопку есть какие-то важные преимущества, раз взрослый человек так поступает. Однако если у экспериментатора, когда он нажимал головой на кнопку, были чем-то заняты руки, то дети не копировали слепо его действия, а нажимали на кнопку рукой. Очевидно, они понимали, что взрослый воспользовался головой лишь потому, что руки у него были заняты. Следовательно, малыши не просто подражают взрослому, а анализируют их поведение, учитывая при этом всю ситуацию. Для такого анализа нужно обладать тем, что в англоязычной литературе называют *theory of mind* ("теория ума"), то есть пониманием того, что другое существо тоже что-то соображает, что его поступки преследуют определенную цель и обусловлены некими рациональными мотивами. Традиционно считалось, что такое понимание присуще только человеку.

**Орудийная деятельность.** Давно прошли те времена, когда изготовление и использование орудий считались уникальными свойствами человека. Сегодня известно

множество видов животных, использующих орудия в повседневной жизни, причем в ход идут как неизменные природные объекты, так и обработанные (например, палки с удаленными сучками и листьями). Людям, исследующим поведение животных, избавиться от антропоцентрических оценок трудно. Возможно, этим отчасти объясняется устоявшееся представление о том, что орудийная деятельность является лучшим показателем интеллектуального уровня (когнитивных возможностей) в целом. Еще бы, ведь мы, люди, достигли самых выдающихся успехов именно в этой области.

Разные эксперты придерживаются разных точек зрения о том, насколько справедлива такая оценка. Например, один из ведущих российских этологов Ж. И. Резникова полагает, что сложная орудийная деятельность не обязательно говорит о большом уме (Резникова). Другие ведущие этологи расставляют акценты несколько иначе (Зорина, Полетаева). Орудийная деятельность особенно широко распространена у млекопитающих, причем отнюдь не только у обезьян. Слоны отгоняют ветками мух, а если сломанная ветка слишком велика, они кладут ее на землю и, придерживая ногой, отрывают хоботом часть нужного размера. Некоторые грызуны используют камешки для разрыхления и отгребания почвы при рытье нор. Каланы (морские выдры) отдирают прикрепленных к скалам моллюсков при помощи крупных камней — «молотков», а другие, менее крупные камни используют для разбивания раковин: лежа на спине на поверхности воды, зверь кладет камень-наковальню на грудь и колотит по нему раковинной. Медведи способны сбивать плоды с деревьев при помощи палок; зафиксировано использование камней и глыб льда белыми медведями для убийства тюленей.

Характерная особенность орудийной деятельности животных — быстрая фиксация и ритуализация найденных однажды решений и полнейшее нежелание переучиваться при изменении обстоятельств. По словам Н.Н. Ладыгиной-Котс (одной из первых исследовательниц обезьяньего интеллекта), "шимпанзе — раб прошлых навыков, трудно и медленно перестраиваемых на новые пути решения".

Дикие шимпанзе в одном из африканских национальных парков научились сбивать плоды с дерева, на которое не могли забраться, с соседнего дерева при помощи сорванных с него веток. Когда все подходящие ветки были оборваны, животные впали в полную растерянность, и никто из них так и не догадался принести ветку с какого-нибудь другого дерева или куста, хотя для других целей (например, для выковыривания насекомых) шимпанзе часто пользуются палками, принесенными издалека.

Тем не менее, несмотря на «наивность» и «детскость» орудийной деятельности животных, нельзя не согласиться, что эта деятельность все-таки имеет место быть.

**Орудийная деятельность и интеллект.** Многие современные антропологи считают, что интеллектуальные способности животных сильно зависят от так называемого объема кратковременной рабочей памяти (ОКРП). Этот объем условно можно измерить количеством идей, образов или концепций, с которыми наш мозг может работать одновременно. ОКРП у человека достигает  $7 \pm 2$ . То есть в среднем человек может удерживать внимание (удерживать в памяти) до семи единиц информации, например семь последних слов данного предложения (попробуйте на себе). У других животных, даже у самых способных ОКРП  $\leq 2$ .

Приведем примечательный пример из жизни шимпанзе. У шимпанзе колка орехов не является врожденным поведением — это настоящая культурная традиция. Молодые обезьяны учатся у матери или старших товарищей. Судя по всему, обезьянам требуется предельное напряжение ума, чтобы овладеть этой наукой. Рид подчеркивает, что далеко не все популяции шимпанзе владеют тайной раскалывания орехов, хотя орехи потенциально

являются для них ценным пищевым ресурсом. Шимпанзе, живущие в неволе, обычно не могут сами догадаться, как вскрыть орех, даже если им предоставить в изобилии и орехи, и подходящие камни.

Детальные наблюдения за шимпанзе, умеющими колоть орехи, проводились в национальном парке Таи в Кот-д'Ивуаре и в лесах у деревни Боссу в Гвинее. Шимпанзе из Таи манипулируют двумя объектами: орехом и камнем, который используется в качестве молотка. Наковальной служат элементы рельефа, которыми не нужно манипулировать, — например, плоский выход скальных пород или корень дерева. В Таи все взрослые обезьяны умеют колоть орехи. Очевидно, управляться с двумя объектами может научиться любой шимпанзе.

Шимпанзе из Боссу пытаются совладать сразу с тремя объектами, потому что у них принято использовать в качестве наковальни небольшой камень, который нужно выбрать и правильно установить. Обычно наковальня получается шаткая, и ее нужно придерживать. Иногда используется и четвертый объект — камень-клин, которым шимпанзе подпирают наковальню, чтобы не шаталась. Но в этом случае сначала обезьяна возится с двумя объектами (наковальной и клином), а потом с тремя (наковальной, которую все равно нужно придерживать, орехом и молотом). С четырьмя предметами одновременно никто работать не пытается (клин не придерживают).

Обучение искусству раскалывания орехов протекает долго и мучительно. В возрасте полутора лет обезьяны начинают имитировать отдельные действия, входящие в комплекс (например, стучат по ореху рукой). Примерно в два с половиной года они уже выполняют последовательности из двух действий (например, кладут орех на камень и стучат рукой). Лишь в возрасте трех с половиной лет они оказываются в состоянии правильно выполнить всю цепочку операций: найти наковальню, положить орех и стукнуть камнем. Если шимпанзе из Боссу не научился колоть орехи до пяти лет, то не научится уже никогда. Бедная обезьяна будет до конца своих дней с завистью смотреть на соплеменников, ловко колущих орехи, но так и не сообразит, в чем же тут секрет. Таких "двоечников" в популяции Боссу **примерно четверть**. Они иногда возобновляют попытки, но не могут понять, что нужны три предмета, и пытаются обойтись двумя. Например, одна семилетняя самка, не научившаяся колоть орехи правильно, время от времени пыталась разбить лежащий на камне орех рукой или ногой (как мы помним, так обычно поступают детеныши в возрасте двух с половиной лет).

Одна из интерпретаций данных наблюдений выглядит следующим образом: для того, чтобы колоть орехи, как это принято в Таи, достаточно ОКРП = 2. Для более сложной технологии, практикуемой шимпанзе из Боссу, требуется ОКРП = 3, однако не все особи достигают таких интеллектуальных высот. Вероятно, у тех обезьян, которые так и не осваивают это искусство, кратковременная память в состоянии вместить только два объекта (ОКРП = 2). Теоретически можно предложить и другие объяснения наблюдаемым фактам. Может быть, шимпанзе делят между собой обязанности — одни ищут орехи, другие раскалывают, и поэтому сборщикам не нужно учиться колоть орехи? Рид скрупулезно разобрал это и ряд других возможных объяснений и заключил, что они не подтверждаются фактами. К аналогичным выводам можно прийти и на основе наблюдений за другими видами орудийной деятельности шимпанзе. Одновременное манипулирование двумя объектами встречается сплошь и рядом, тремя — редко, четырьмя — никогда.

Главный вывод из выше написанного заключается в том, что не только человек способен успешно использовать различные орудия. Более того, у некоторых животных существует даже примитивная культура, то есть определенный объем информации,

необходимой для успешного существования в мире и передаваемой не генетически, а только через обучение.

Длительные и тщательные наблюдения за человекообразными обезьянами привели к удивительному событию — появлению новой научной дисциплины — **археологии шимпанзе**.

**Бескорыстная помощь.** Многие животные (например, общественные насекомые) бескорыстно помогают близким родственникам. Иногда заботятся и о неродственных особях, но такая помощь обычно подкрепляется непосредственной выгодой для помогающего. В обоих случаях альтруистическое поведение способствует выживанию и распространению генов самого альтруиста. Поэтому гены, способствующие такому поведению, поддерживаются отбором (подробнее об этом мы поговорим в главе "Эволюция альтруизма").

Бескорыстная помощь неродственным особям встречается крайне редко. Традиционно считалось, что это свойство присуще только человеку, а у животных полностью отсутствует. Однако сотрудники Института эволюционной антропологии им. Макса Планка в Лейпциге экспериментально показали, что не только маленькие дети, еще не умеющие говорить, но и молодые шимпанзе охотно помогают человеку, попавшему в трудную ситуацию, причем делают это совершенно (Правда, нужно отметить, отдают предметы, которые считают для себя не нужными и не съедобными — да и то, после тщательного изучения).

#### *§9.6 Современные открытия и направления генетики человека*

14 апреля 2003 года был успешно завершён проект «Геном человека». Было секвенировано 99% генома с точностью 99,99%. В 2008 году стартовал очередной международный проект — проект по расшифровке геномов 1000 человек. Прогресс технологий с каждым годом уменьшает цену исследований. Если расшифровка генома первого человека обошлась в миллиарды долларов, то на сегодняшний день стоимость подобного исследования составляет десятки тысяч долларов и занимает многократно меньше времени.

На сегодняшний день известно, что в человеческом организме, в его клетках, содержится приблизительно 25 тысяч генов. Функции многих генов, их влияние на фенотип до сих пор не известны. Однако наука не стоит на месте. Современные генетика и молекулярная биология — одни из самых перспективных и активно развивающихся направлений науки.

Какие факторы затрудняют выяснение функций генов?

Во-первых, практически каждый наш признак (внешний (цвет глаз или волос) или внутренний (строение внутренних органов), качественный (черты характера) или количественный (масса мозга)) формируется под действием не одного гена, а множества генов. Признаков у любого человека миллионы, а генов всего 25 тысяч.

Во-вторых, один отдельный ген может влиять на несколько признаков сразу, причём часто весьма сложным образом.

В-третьих, гены могут взаимодействовать между собой.

## Три важнейших способа использования генетических данных в изучении антропогенеза:

### 1. Анализ генетического разнообразия современного человечества и его географического распределения

Данный метод позволяет определять различия в геномах представителей разных рас, в частности выискивать гении различных расовых заболеваний. Другое направление исследования – реконструкция древних миграций человечества вплоть до 30-40 тысяч лет назад в прошлом.

### 2. Сравнение генома человека с геномами других современных животных (поиск «генов человечности»)

Между геномами человека и шимпанзе (нашего ближайшего генетического родственника) 1-2% отличий, что соответствует 30-60 млн. нуклеотидов (полный размер генома человека 3 млрд. нуклеотидов). Так как генетический аппарат у всех живых существ на Земле практически идентичен (от бактерий до млекопитающих), сравнивая геномы разных видов, мы можем получать большое количество важной информации. В частности мы можем определять так называемые «гены человечности». Суть данной проблемы можно описать просто и кратко: человек существенно отличается от, к примеру, того же шимпанзе. Но на уровне генов отличия составляют лишь 1-2 процента. 98-99% наших генов идентичны. Очевидно, что гены, отличающие человека находятся именно в этих одном-двух процентах.

**Зоны ускоренного развития у человека** (HAR-области, англ. Human accelerated regions, HARs) — 49 сегментов человеческого генома, значительно отличающихся от аналогичных сегментов у эволюционных предков человека. Эти области не претерпевали больших изменений на протяжении всей эволюции позвоночных, но у человека за последние несколько миллионов лет темп их изменения в 70 раз превысил скорость мутации генома в целом. Сообщения об обнаружении HAR-областей появились в августе 2006 года[1]. Зоны были пронумерованы в порядке ослабления их отличия от аналогичных областей генома шимпанзе. HAR-области могут содержать информацию об изменениях, приведших к эволюции человеческого мозга, развитию языка и абстрактного мышления.

Сравнительный анализ ДНК человека и обыкновенного шимпанзе (Pan troglodytes) показал, что почти на 99% наши ДНК идентичны. Другими словами, из 3 млрд букв (нуклеотидов), составляющих геном человека, лишь 15 млн (менее 1%) изменились за последние 6 млн лет, прошедших с момента расхождения эволюционных путей человека и шимпанзе. Теоретически большая часть изменений вообще никак не повлияла на нашу биологию, однако где-то среди 15 млн нуклеотидов лежат именно те отличия, которые и делают нас людьми.

Поскольку большая часть случайных генетических мутаций не приносит организму ни вреда, ни пользы, они накапливаются с постоянной скоростью; по ним можно судить о времени, минувшем с момента обособления двух видов, произошедших от общего предка (скорость накопления таких изменений называют ходом молекулярных часов). Ускорение темпов накопления модификаций в некоторой части генома говорит о положительном давлении естественного отбора, когда мутации, увеличивающие шансы организма на выживание и размножение, передаются потомкам с повышенной вероятностью. Другими словами, части кода, претерпевшие наибольшие изменения со времени разделения человека

и шимпанзе, скорее всего и представляют собой как раз те самые последовательности, благодаря которым человек стал человеком.

Компьютерный анализ списка быстро изменявшихся последовательностей поставил первым номером последовательность из 118 нуклеотидов, названную HAR1. Показано, что человеческая HAR1 располагается в двух перекрывающихся генах. Общая для них последовательность HAR1 является представителем совершенно нового структурного типа РНК, обнаруженного сверх шести известных классов генов РНК.

Другим примером быстроизменившейся эволюционно последовательности, является последовательность, содержащаяся в гене FOXP2. Показано, что она связана с речью.

Как правило, приматы имеют относительно более крупный мозг в сопоставлении с размерами тела, однако объем человеческого мозга увеличился еще в три с лишним раза по сравнению с объемом мозга общего предка человека и шимпанзе. Генетические исследования случаев микроцефалии, при которой размер мозга человека может снижаться на 70%, выявили, что в регулировании размеров мозга участвуют ASPM и еще три гена: MCPH1, CDK5RAP2 и CENPJ. Было показано также, что по ходу эволюции приматов ASPM несколько раз претерпевал значительные изменения и, следовательно, подвергался положительному давлению естественного отбора. По крайней мере один из таких периодов изменений приходится на отрезок эволюции человека уже после обособления от предков шимпанзе; вероятно, в этом заключается одна из потенциальных причин увеличения нашего мозга.

### 3. Палеогенетика: изучение ДНК из ископаемых останков

Одним из удивительных и действительно знаковых событий в современной генетике и геномных технологиях стало возникновение новой дисциплины – «палеогенетики». Современные технологии позволяют извлекать образцы ДНК из ископаемых останков организмов, живших тысячи и десятки тысяч лет назад. Это дает возможность определять геномы давно исчезнувших видов, геномы предков человека. С помощью технологий палеогенетики были расшифрованы геномы неандертальца и денисовца (представителей двух параллельных ветвей человечества, исчезнувших десятки тысяч лет назад).

*Генетика, эволюция и психология*

В заключительной главе дарвиновского "Происхождения видов" есть примечательный прогноз: "В будущем, я предвижу, откроется еще новое важное поле исследования. Психология будет прочно основана на необходимости приобретения каждого умственного качества и способности постепенным путем". Здесь Дарвин, по сути дела, предсказал развитие научной дисциплины, которую в наши дни называют эволюционной психологией.

Любые серьезные попытки обобщения и систематизации имеющихся данных в современной антропологии, эволюционной биологии и нейропсихологии сегодня могут быть основаны только на идее о происхождении человеческого разума в ходе биологической и культурной эволюции.

На чем основана такая уверенность? Она основана на совокупности данных нейробиологии, генетики поведения, этологии, экспериментальной психологии и смежных дисциплин. Можно выделить четыре основных идеи, или вывода, которые по мере развития всех этих наук становятся все более очевидными и бесспорными.

**Во-первых**, у животных в той или иной форме обнаружены многие — чуть ли не все — аспекты мышления и поведения, которые традиционно считались "чисто человеческими".

Непреодолимой пропасти между человеком и другими животными в сфере психологии нет — точно так же, как нет ее в строении скелета, кишечника и прочих органов. Во многом прав был Дарвин, когда в книге "Происхождение человека и половой отбор" прямо написал о том, что различия между мышлением человека и животных имеют не столько качественный, сколько количественный характер (мысль по тем временам совершенно крамольная!).

**Во-вторых**, все аспекты нашей психики, включая и самые 'высшие', такие как мораль, имеют вполне материальную нейрофизиологическую основу.

**В-третьих**, особенности нашей психики зависят от генов<sup>3</sup>. Свойства души (в научной литературе термин «душа» тождествен термину «психика») определяются не только воспитанием, но и врожденными свойствами мозга, генетически обусловленными предрасположенностями к тем или иным чувствам, эмоциям, пристрастиям. А поскольку гены действительно влияют на все это, следовательно, эти признаки вполне могли развиваться эволюционным путем, так же как и любые другие признаки, по которым в популяции есть (или была в прошлом) наследственная изменчивость.

**В-четвертых**, эволюционные модели происхождения разных аспектов нашей психики позволяют делать предсказания, то есть выводить проверяемые следствия, которые затем проверяются в ходе специальных экспериментов. Результаты таких проверок, как правило, оказываются положительными. Это, наверное, самый важный источник уверенности ученых в адекватности эволюционного подхода.

*рекомендуемые источники*

1. З. А. Зорина и А. А. Смирнова "О чем рассказали "говорящие" обезьяны: Способны ли высшие животные оперировать символами?"
2. Ж. И. Резникова "Интеллект и язык животных и человека. Основы когнитивной этологии"
3. <http://antropogenez.ru/article/373/> – Радиоуглеродный метод и его применение в современной науке
4. Александр Марков «Эволюция человека (в двух томах)»

Современная естественнонаучная картина мира. Лекция 9. Биосфера. Человек  
Подымов Л.И. УВАУ ГА (И). 2014  
[podymovl.narod.ru](http://podymovl.narod.ru)

<sup>3</sup>

Не определяются генами, а именно зависят. Никакого жесткого генетического детерминизма! Гены вообще влияют на фенотип лишь вероятностным образом. Особи с идентичными геномами, даже выращенные в одинаковых условиях, все равно будут чуть-чуть разные. Влияние генов на психические и поведенческие признаки еще менее детерминистично, чем на признаки морфологические и физиологические.