

## **ЛЕКЦИЯ 9. ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНОВ И ФУНКЦИЙ**

- 1 Целостность организма, мультифункциональность
- 2 Принципы преобразования органов и функций
- 3 Первичные и вторичные формы филогенеза

### **1 Целостность организма, мультифункциональность**

Положение о целостности организма довольно подробно рассмотрено выше. Однако следует отметить, что одновременно с этой особенностью для организма характерна автономность его отдельных органов. Это положение находит подтверждение в явлении мультифункциональности и возможности качественных и количественных изменений функций. Филогенетические преобразования органов и их функций имеют две предпосылки: для каждого органа характерна мультифункциональность, а для функций - способность изменяться количественно. Эти категории и лежат в основе принципов эволюционного изменения органов и их функций. Мультифункциональность органов заключается в том, что каждый орган несет, кроме характерной для него главной функции, еще ряд второстепенных. Так, главная функция листа – фотосинтез, но, кроме того, он выполняет функции отдачи и поглощения воды, запасающего органа, органа размножения и т.д. Пищеварительный тракт у животных – это не только орган пищеварения, но и важнейшее звено в цепи органов внутренней секреции, важное звено в лимфатической и кровеносной системах. Одна и та же функция может проявляться у организмов с большей или меньшей интенсивностью, поэтому любые формы жизнедеятельности имеют не только качественную, но и количественную характеристику. Функция бега, например, выражена сильнее у одних видов млекопитающих и слабее – у других. По любому из свойств всегда существуют количественные различия между особями вида. Любая из функций организма количественно меняется в процессе индивидуального развития особи.

### **2 Принципы преобразования органов и функций**

Известно более полутора десятков способов эволюции органов и функций, принципов их преобразования. Главнейшими из них являются приведенные ниже.

1) Смена функций: при изменении условий существования главная функция может терять значение, а какая-либо из второстепенных – приобрести значение главной (разделение у птиц желудка на два – железистый и мускульный).

2) Принцип расширения функций: нередко сопровождается прогрессивное развитие (хобот слона, уши африканского слона).

3) Принцип сужения функций (ласты кита).

4) Усиление, или интенсификация функций: связано с прогрессивным развитием органа, большей его концентрацией (прогрессивное развитие головного мозга млекопитающих).

5) Активация функций – превращение пассивных органов в активные (ядовитый зуб у змей).

6) Иммобилизация функций: преобразование активного органа в пассивный (потеря подвижности верхней челюсти в ряду позвоночных).

7) Разделение функций: сопровождается разделением органа (например, мышцы, части скелета) на самостоятельные отделы. Примером может служить разделение непарного плавника рыб на отделы и связанные с этим изменения функций отдельных частей. Передние отделы – спинные и анальные плавники становятся рулями, направляющими движение рыбы, хвостовой отдел – основным двигательным органом.

8) Фиксация фаз: стопоходящие животные при хождении и беге приподымаются на пальцах, через эту фазу устанавливается пальцехождение копытных.

9) Субституция органов: в этом случае какой-либо орган утрачивается и его функцию выполняет другой (замена хорды позвоночником).

10) Симиляция функций: ранее различные по форме и функциям органы становятся подобными друг другу (у змей сходные сегменты тела возникли в результате симиляции их функций).

11) Принципы олигомеризации и полимеризации. При олигомеризации сокращается количество гомологичных и функционально однотипных органов, что сопровождается принципиальными изменениями коррелятивных связей между органами и системами. Так, тело кольчатых червей состоит из многих повторяющихся сегментов, у насекомых их количество значительно уменьшено, а у высших позвоночных одинаковых сегментов тела нет совсем. Полимеризация сопровождается умножением числа органелл и органов. Она имела большое значение в эволюции простейших. Такой путь развития приводил к появлению ко-

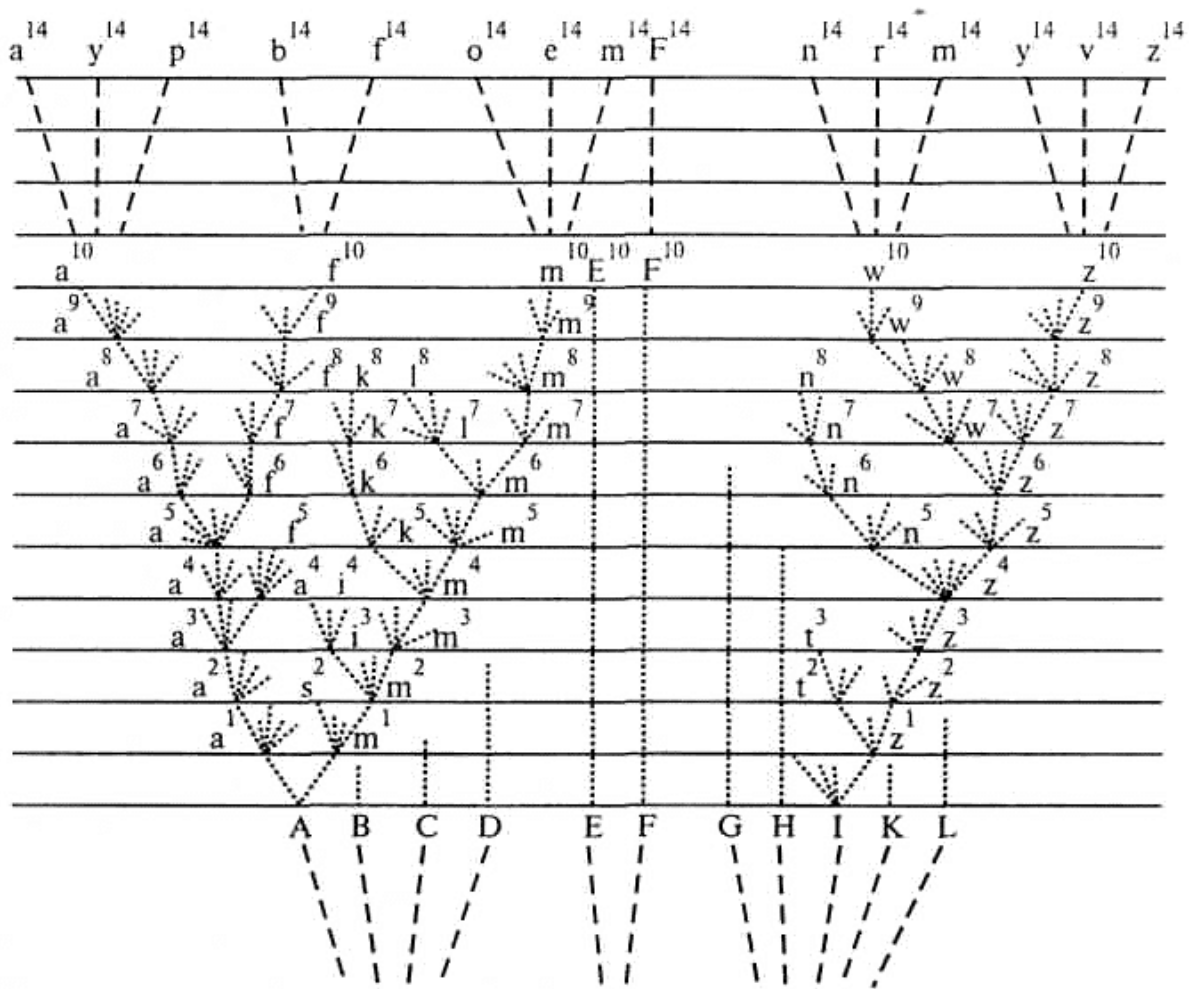
лоний, а затем и к появлению многоклеточности. Увеличение числа однородных органов происходило и у многоклеточных животных (как у змей). В ходе эволюции олигомеризация сменялась полимеризацией и наоборот.

Следует отметить, что любой организм – координированное целое, в котором отдельные части находятся в сложном соподчинении и взаимозависимости. Как было отмечено выше, взаимозависимость отдельных структур (корреляция) хорошо изучена в процессе онтогенеза, также как и корреляции, проявляющиеся в процессе филогенеза и обозначаемые как координации. Сложность эволюционных взаимоотношений органов и систем видна при анализе принципов преобразования органов и функций. Эти принципы позволяют глубже представить эволюционные возможности преобразования той или иной организации в разных направлениях, несмотря на ограничения, накладываемые корреляциями.

Скорость эволюции отдельных признаков и структур, а также скорость эволюции форм (видов, родов, семейств, отрядов и т. д.) определяют темпы эволюции в целом.. Последнее необходимо принимать во внимание в практической деятельности человека. Например, применяя химические препараты, следует знать, как быстро у того или другого вида может возникнуть устойчивость к препаратам: лекарственным - у человека, инсектицидам - у насекомых и др. Скорость эволюции отдельных признаков в популяциях, так же как и скорость эволюции целых структур и органов, зависит от многих факторов: числа популяций внутри вида, плотности особей в популяциях, продолжительности жизни поколений. Любые факторы первично окажут свое воздействие на скорость изменения популяции и вида посредством изменения давления элементарных эволюционных факторов.

### **3 Первичные и вторичные формы филогенеза**

Среди *форм филогенеза* выделяют первичные – *дивергенцию и филетическую эволюцию*, лежащие в основе любых изменений таксонов. *Дивергенция* – это возникновение различий на основе одной и той же организации (рисунок 15). Дивергенция означает независимое приобретение родственными организмами различных признаков. При дивергенции сходство объясняется родством, общностью происхождения, а различия – приспособлениями к разной среде. В результате изменения направления отбора в разных условиях происходит расхождение ветвей древа



**Рисунок 15. Схема дивергенции в процессе эволюционного развития видов и любых других групп [10]**

жизни от единого ствола предков. Причина дивергенции на начальных этапах ее возникновения – это расхождение по разным экологическим нишам и межгрупповая конкуренция. В результате конкуренции двух экологически близких групп преимущество получают особи, максимально отличающиеся от особей другой группы. В качестве примеров дивергенции можно привести следующие: класс млекопитающих распался на многочисленные отряды, характеризующиеся родом пищи, особенностями местообитания, т.е. экологическими условиями существования (насекомоядные, рукокрылые, хищные, копытные, китообразные, грызуны, приматы и т.д.). Каждый из этих отрядов распался на подотряды и семейства, которые, в свою очередь, характеризуются не только морфологическими и генетическими признаками, но и экологическими

особенностями (формы бегающие, скачущие, лазающие, роющие, плавающие). Внутри любого семейства есть роды и виды, различающиеся по образу жизни, по объекту питания. Ясная экологическая дивергенция имеется у таких амфибий, как озерная лягушка, огненная саламандра, сирена, кольчатая червяга. Процессы дивергенции внутри вида (микроэволюционный уровень) и в группах более крупных, чем вид (макроэволюционный уровень), имеют принципиальное сходство, но между ними существует и важное различие. Оно состоит в том, что на микроэволюционном уровне процесс дивергенции обратим: две разошедшиеся популяции могут легко объединиться путем скрещивания в следующий момент эволюции и существовать вновь как единая популяция. Процессы же дивергенции в ходе макроэволюции необратимы: раз возникший вид не может слиться с прародительским (в ходе эволюции и тот и другой вид неизбежно измениться и возврат их к старому виду становится невозможным). Механизм дивергентной эволюции основан на действии элементарных эволюционных факторов (рисунок 16, Б).

*Филетическая эволюция* – преобразование популяций без дивергенции, когда наблюдается постепенность нарастания обособленности таксона. Примером служит исторический ряд изменения раковин палюдин. Схема филетической эволюции представлена на рисунке 16, А.

Среди вторичных *форм филогенеза* выделяют *конвергенцию и параллелизм*.

*Конвергенция* – это возникновение сходных черт организации на изначально разной основе, то есть путь развития аналогичных приспособлений (рисунки 17, 18). Конвергенция означает независимое приобретение неродственными организмами сходных признаков. При конвергенции сходство объясняется приспособлением к сходной среде, а различия – различным происхождением, отсутствием близкого родства. Примеры конвергенции наблюдаются в разных группах: сходство способов передвижения у планирующих млекопитающих – шерстокрыла, сумчатой белки, белки летяги; форма тела и плавников у быстро плавающих животных – акулы, ихтиозавра, дельфина; воронковидная форма различных сидячих животных. Конвергенция как форма эволюции групп характерна для эволюционного процесса на любом уровне. Конвергенция никогда не бывает глубокой, в отличие от сходства, основанного на филогенетическом родстве (рисунок 16, В, Г).

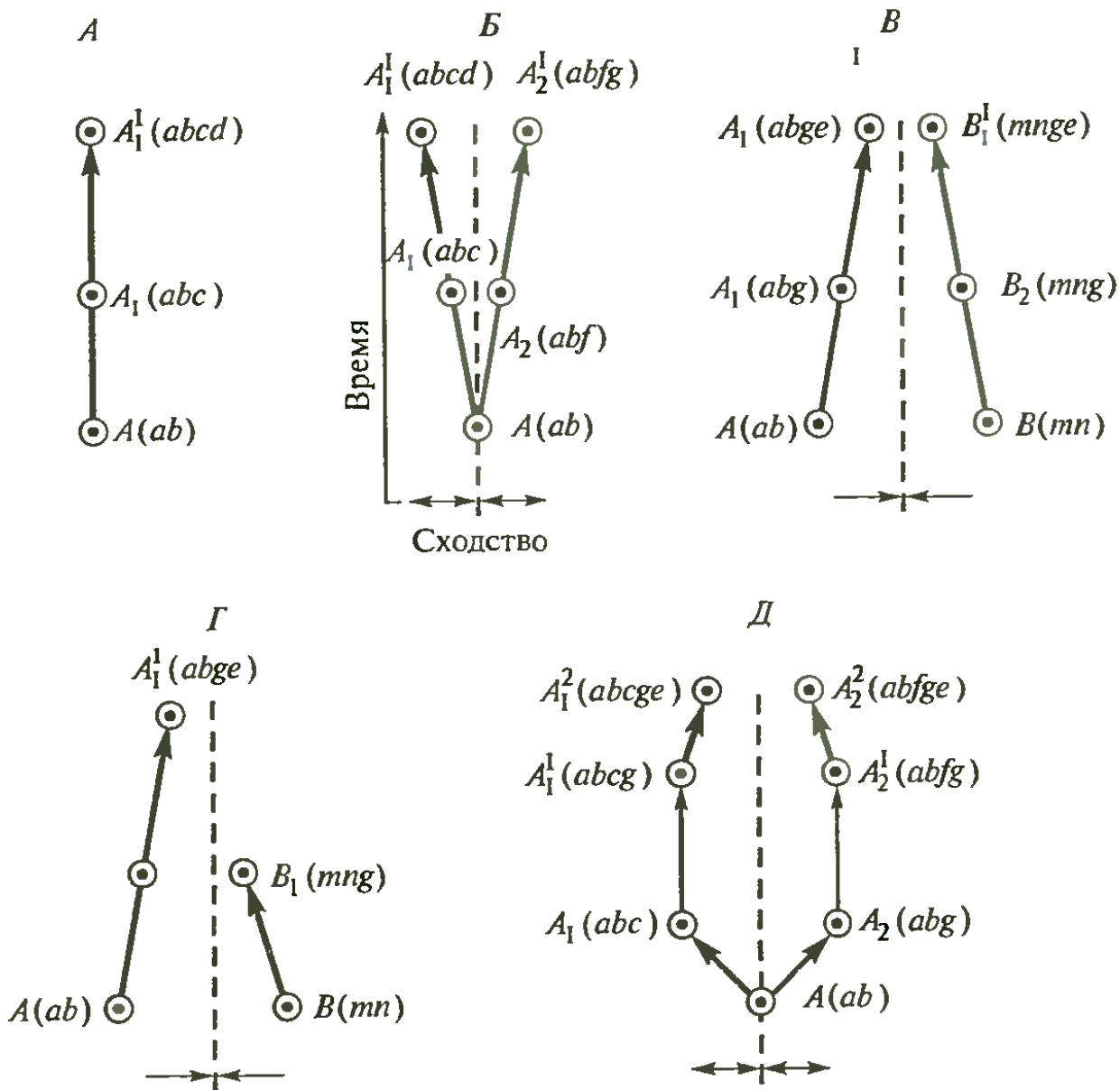
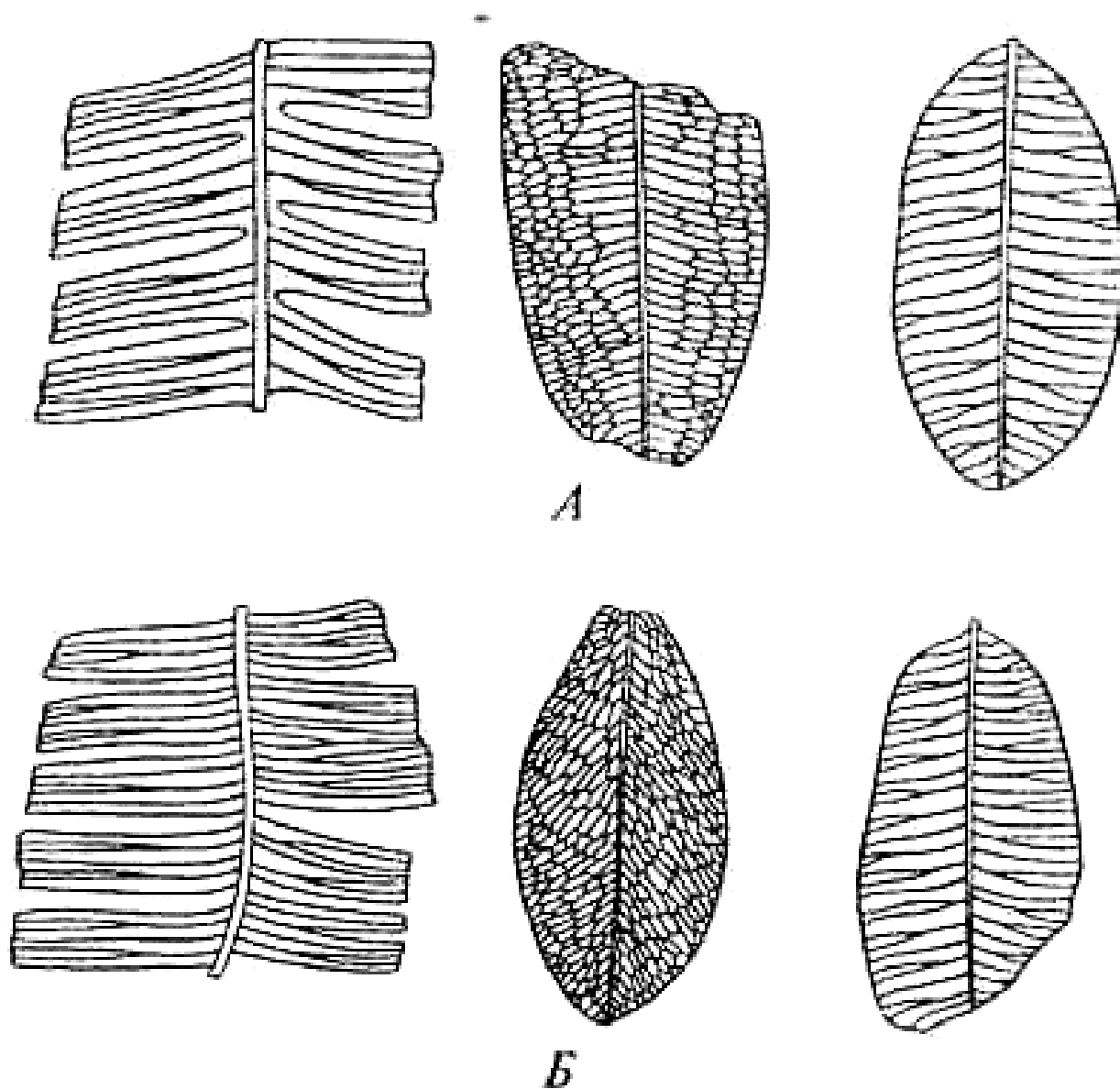


Рисунок 16 – Схема филетической эволюции (A), дивергентного (B), конвергентного (B – синхронного, Г – асинхронного) и параллельного (Д), развития групп (a, b, c...mn – разные признаки) [34]

*Параллельная эволюция, параллелизм* – это возникновение сходных признаков на общей организационной основе (рисунок 19). Параллелизм означает независимое приобретение родственными организмами сходных признаков. При параллельном развитии сходство объясняется, с одной стороны – общностью происхождения, с другой - приспособлением



**Рисунок 17 – Конвергентное сходство строения листьев у растений: А – палеозойские глоссоптериды Индии и Южной Африки; Б – триасовые цикадовые Гренландии [34]**

к сходной среде. Параллельная эволюция происходит на общей, унаследованной от предков основе в сходных условиях обитания (рисунок 169, Д). Примерами параллелизма являются: сходство у морского котика, моржа и тюленя как результат приспособления к жизни в море; параллелизм в развитии складчатых зубов у кистеперых рыб и у стегоцефалов.

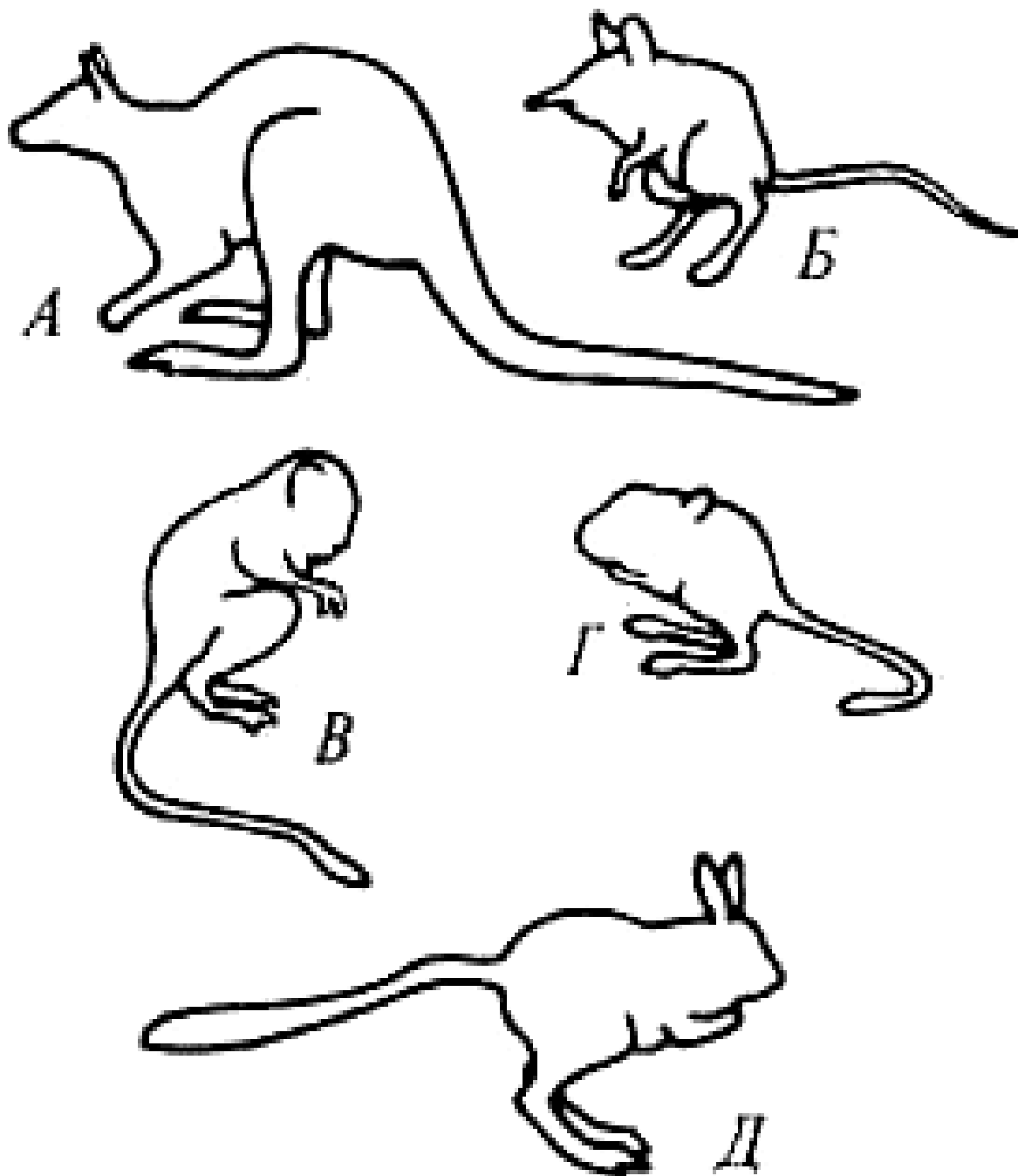
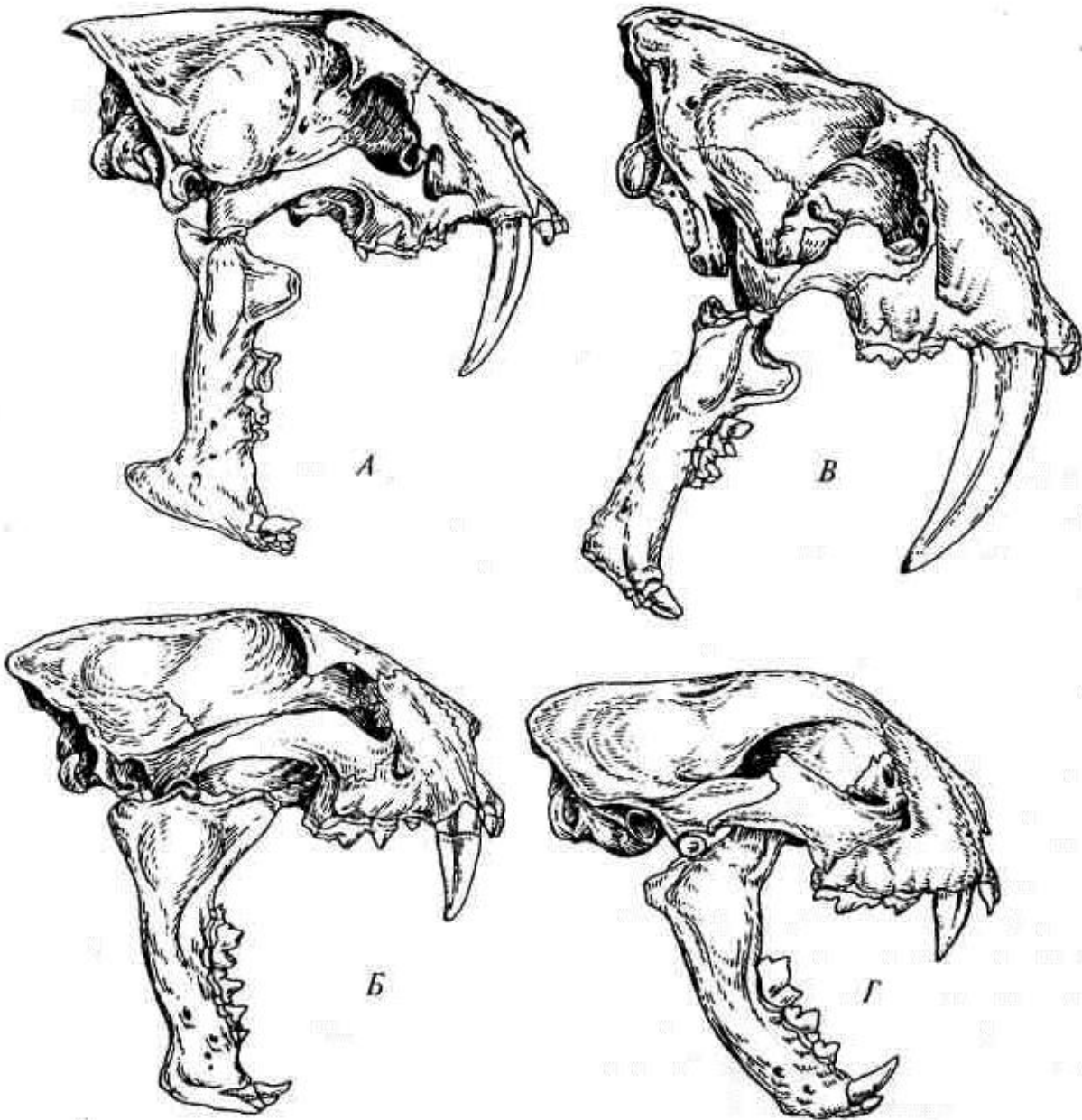


Рисунок 18 – Пример конвергенции по форме тела у млекопитающих: возникновение биологического типа «прыгуна» в разных филогенетических группах: А – кенгуру; Б – насекомоядный прыгунчик; В – полуобезьяна долгопят; Г – грызун тушканчик; Д – кафрский долгоног [34 ]





**Рисунок 19. Пример параллелизмов в эволюции: развитие саблезубости у крупных кошек. А – махайрод, олигоцен; Б – лжесаблезубая настоящая кошка, существовавшая в то же время; В – представитель, возникший в подсемействе махайродовых через 20-30 млн. лет; Г – плейстоценовый саблезубый тигр из семейства настоящих кошек [34]**

С генетической точки зрения параллельная эволюция объясняется общностью геной структуры родственных групп и сходной ее изменчивостью (закон гомологических рядов наследственной изменчивости, по Н.И. Вавилову). При параллельной эволюции, если имеется общая генетическая структура, направленный отбор формирует и схожие фенотипы.