

коацерватов клеточных *мембран*, без которых невозможна нормальная жизнедеятельность клетки (рис. 138). Мембраны, которые, как вы знаете, состоят из липидов и белков, могли образоваться из липидных плёнок, появляющихся на поверхности первичного бульона. Сюда могли поступать образующиеся в этом бульоне пептиды. Во время волнения воды липидные мембраны могли замыкаться в пузырьки, в которых оказывались нуклеиновые кислоты (скорее всего, РНК) и белки-ферменты. Дальнейшее усложнение процессов биохимической регуляции привело к появлению первых живых, способных к размножению клеток.

Проверьте свои знания

1. В чём заключается теория панспермии?
2. Чем отличалась атмосфера древней Земли от современной?
3. Какие результаты получил в своих экспериментах Миллер?
4. Каким образом могли образоваться клеточные мембраны?

§ 45

ПЕРВЫЕ ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ТЕОРИИ И ВОЗРАЖЕНИЯ ПРОТИВ НИХ

В болотистых местах под влиянием солнца из смешения тёпло-сухого и мокро-холодного самопроизвольно произошли животные, достигшие высших степеней развития вместе с развитием Земли, даже человек в своём развитии прошёл стадии рыб и зверей.

Анаксимандр Милетский, греческий философ, VI в. до н. э.

Как следует из приведённого эпитафия, представление об эволюции живой природы никак нельзя считать приобретением нового времени. Однако средневековые мыслители были вполне удовлетворены креационистской позицией, и вопрос об изменяемости видов не попадал в поле их внимания. Кроме того, надо помнить, что возраст Земли оценивался в то время приблизительно в 6 тыс. лет и ни о каком серьёзном изменении видов за такой период говорить не приходилось. Идея эволюционного развития вновь получила распространение в эпоху Возрождения, причём в первую очередь среди философов, а не биологов. Эту точку зрения разделяли Лейбниц, Кант, Гегель и другие философы, а французские просветители Дени Дидро (1713—1784) и Моро де Мопертюи (1698—1759) даже говорили о принципе естественного отбора.

Эволюционная теория Ж. Б. Ламарка. Создателем первой последовательной эволюционной теории считается **Жан Батист де Ла-**

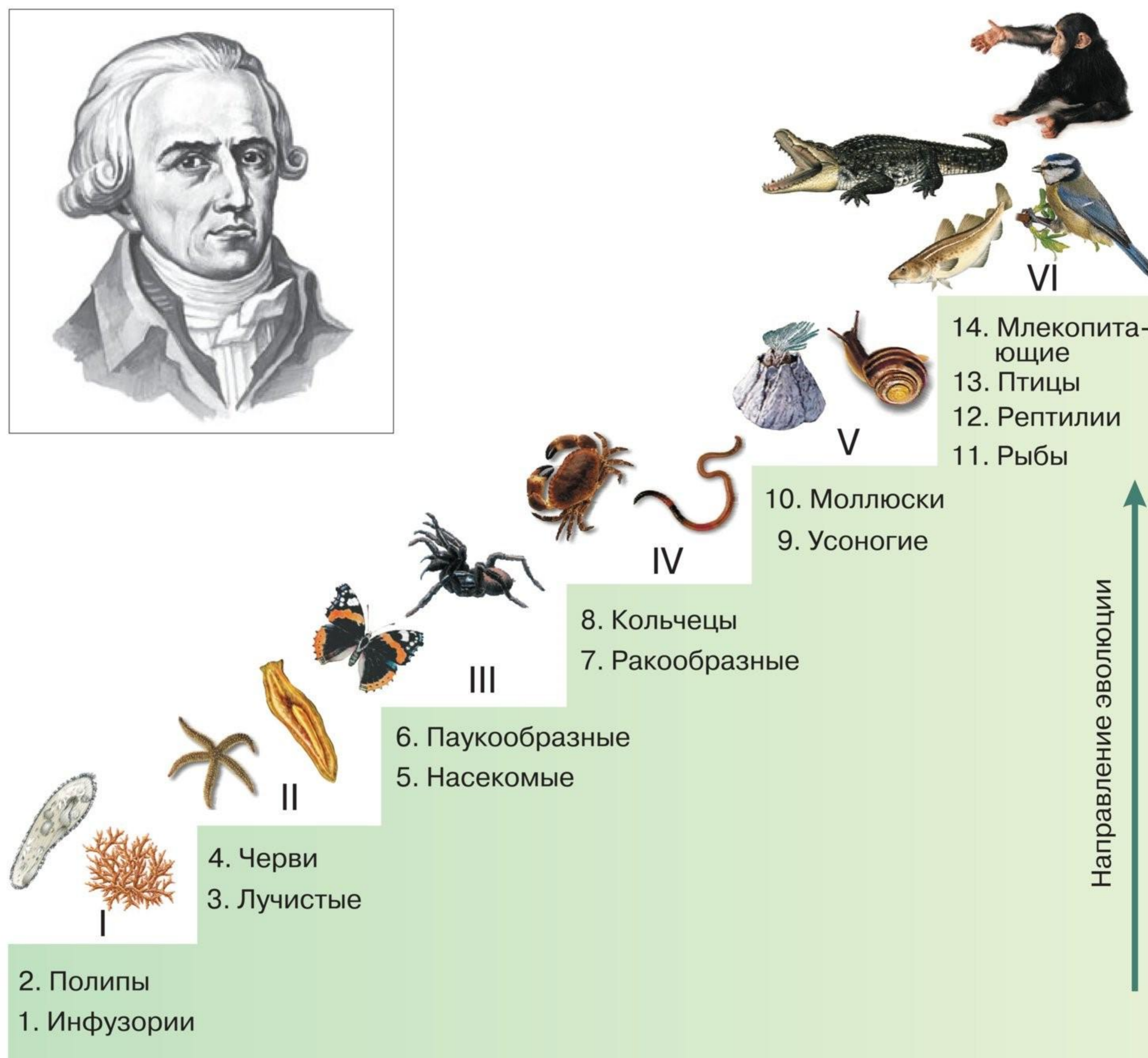


Рис. 139. Градации Ламарка. Ламарк считал, что первые организмы произошли из неорганической природы путём самозарождения. Их дальнейшее развитие привело к усложнению живых существ, поэтому классификация организмов не может быть произвольной, она должна отображать процесс движения от низших форм к высшим. Всех животных учёный разделил на 14 классов, которые распределил по степени усложнения организации, образовав 6 ступеней — градаций

Л а м а р к (1744—1829). Он считал, что все живые организмы способны к развитию и обладают врождённым стремлением к совершенству (рис. 139). Развитие идёт в процессе взаимодействия с условиями окружающей среды, изменение которых является причиной изменения видов. Главной причиной эволюции Ламарк считал *возможность передачи потомству приобретённых при жизни признаков*. Особое значение он придавал упражнению или, напротив, неупражнению определённых органов. Предположим, что утка, перешедшая к жизни в воде и нашедшая там подходящую для себя экологическую нишу,



пытаясь плыть, гребёт растопыренными пальцами. В результате натяжения кожи между пальцами у неё вытягивается маленькая перепонка. От этой постоянно упражняемой части тела к половым железам направляются управляющие потоки — флюиды (Ламарк считал их электрическим током), которые так действуют на гаметы, что потомство этой утки рождается с крохотными перепонками между пальцами. Упражнение данной перепонки в течение всей жизни новой утки приводит к тому, что у её потомства перепонка увеличивается. И так продолжается до тех пор, пока после многих тысячелетий не появляется современная утка с пальцами, затянутыми перепонкой до самых кончиков. Напротив, если какой-либо орган животным не используется и регулярно не упражняется, то от него перестают течь флюиды к половым клеткам, в результате чего он деградирует, уменьшается в размерах или вообще исчезает. Так произошло, например, с костями таза у китообразных или с глазами у крота.

Работы Ж. Кювье. У эволюционных теорий того времени нашлись серьёзные оппоненты, главным из которых надо считать современника и земляка Ламарка **Жоржа Кювье** (1769—1832). Расцвет научной деятельности Кювье совпал с проведением интенсивных палеонтологических раскопок, позволивших обнаружить многочисленные виды древних, в настоящее время не существующих животных. Кювье создал сравнительную анатомию. Он считал, что строение и функции всех органов находятся в строгом соответствии друг с другом, а также с образом жизни, питанием и поведением данного животного. Он мог по одной найденной кости путём строгих рассуждений восстановить облик целого организма. Впоследствии, когда удавалось раскопать полный скелет, оказывалось, что Кювье почти никогда не ошибался. Про него ходил такой анекдот. Однажды на Рождество в Сорбонне решили устроить маскарад. Один студент нарядился чёртом и, вбежав в кабинет Кювье, закричал: «Профессор! Сейчас я вас съем!» Кювье

внимательно посмотрел на маскарадный костюм студента и спокойно сказал: «Так... Рога... Копыта... Травоядное! Ты не можешь меня съесть».

Именно сравнительная анатомия не позволяла Кювье согласиться с теорией Ламарка и других эволюционистов того времени. Дело в том, что Ламарк настаивал на постепенном и очень медленном изменении признаков организма, что привело его к мысли об отсутствии чёткой границы между видами. Кювье же настаивал на том, что изменения отдельных органов невозможны без перестройки всего организма в целом, а следовательно, постепенное изменение мелких признаков невозможно. В результате в 1830 г. в Парижской академии наук произошёл диспут, в котором участвовали Кювье и единомышленник Ламарка Жоффруа Сент-Илер. На этом диспуте креационист Кювье наголову разбил эволюциониста (или, как тогда выражались, трансформиста) Сент-Илера.

Для объяснения палеонтологических находок, содержащих останки вымерших животных, Кювье выдвинул *теорию катастроф*. Будучи убеждённым сторонником креационизма, он считал, что все виды животных и растений были созданы одновременно и с тех пор не изменялись. Однако за время существования жизни на Земле произошло несколько крупных катастроф (одна из них, известная как Всемирный потоп, описана в Библии). В результате этих катастроф некоторые виды погибли, а другие выжили, размножились и распространились по земному шару. Впоследствии Кювье признал, что после катастроф могли возникать и новые виды, более приспособленные к изменившимся условиям жизни на Земле.

Победа Кювье в диспуте с Сент-Илером надолго отвлекла научную мысль от идеи эволюционного развития жизни. Эта идея вновь, и уже навсегда, возникла после работ Чарлза Дарвина (1809—1882) и выхода в 1859 г. в свет его книги «Происхождение видов путём естественного отбора».

Проверьте свои знания

1. Какие положения лежат в основе эволюционной теории Ламарка?
2. В чём состояли возражения Кювье Ламарку и Сент-Илеру?
3. Что утверждает теория катастроф?
4. Приведите доказательства, опровергающие возможность наследования благоприобретённых признаков.

Задания

Подготовьте дома изображения отдельных частей тела разных животных. Предложите одноклассникам по фрагментам описать облик животных, их образ жизни и способ питания.

§ 46

ДАРВИНИЗМ И СИНТЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ

Научный успех Дарвина был в некоторой своей части и литературным. Читатель испытывал жесточайшую реакцию против всего сентиментального, кисло-сладкого, пуританского. Этот читатель всему на свете предпочитал характерное, картинам природы — социальные контрасты. Реализм Чарлза Дарвина пришёлся как нельзя более кстати. Его научная проза с её биографической сухостью, с её атмосферической зоркостью, с её характеристиками в действии, на взрывающихся пачками примерах была воспринята как литературно-библиографический документ.

О. Э. Мандельштам. К проблеме научного стиля Дарвина

Дивергенция и искусственный отбор. Чарлз Дарвин, родившийся в семье врача, окончил Эдинбургский университет и получил прекрасное естественно-научное образование. В 1832 г. его пригласили принять участие в кругосветном плавании на корабле «Бигль» в качестве натуралиста и собирателя коллекций (рис. 140). Во время этого путеше-

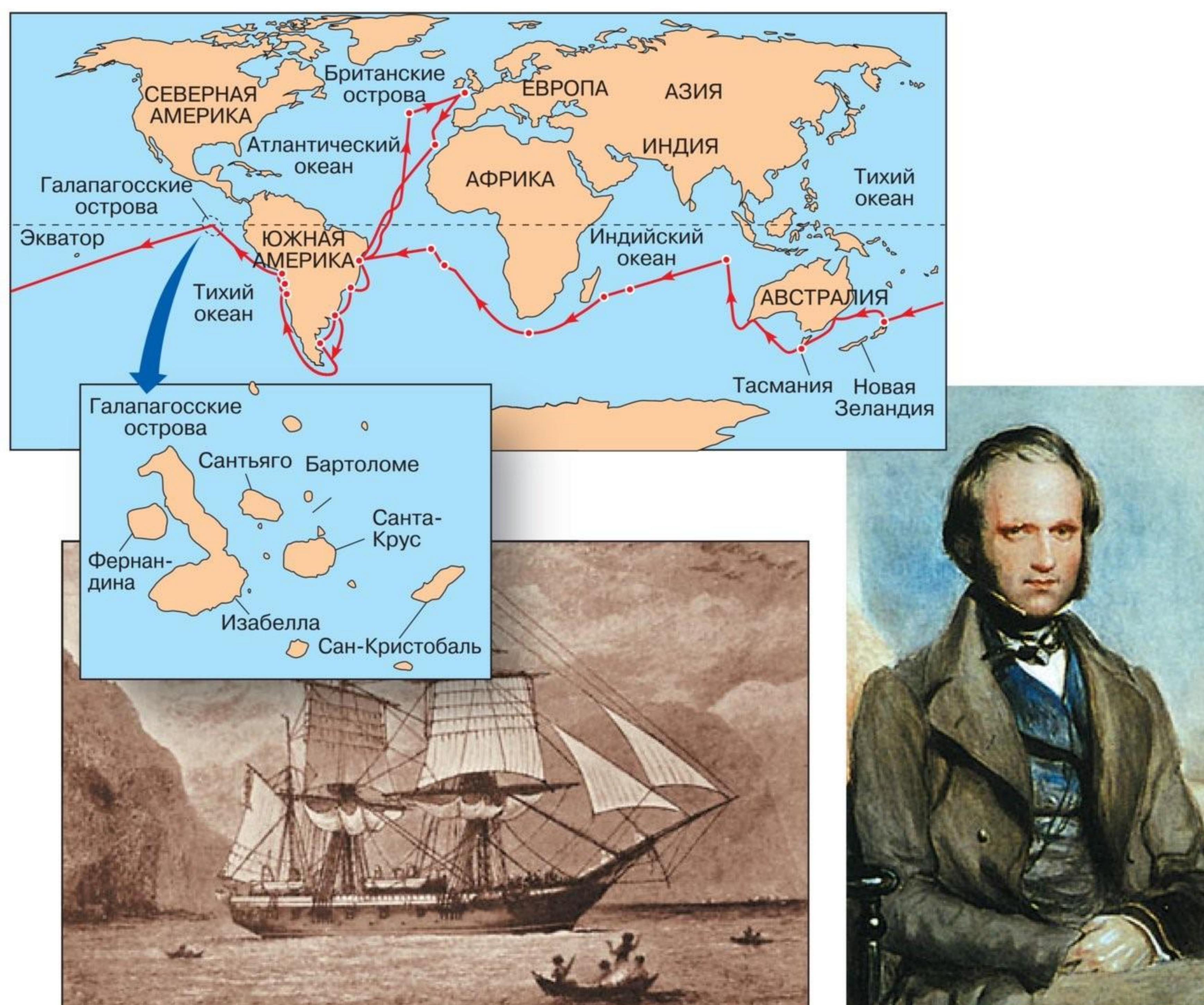


Рис. 140. Ч. Дарвин и маршрут его экспедиции

ствия Дарвин всё больше и больше убеждался в том, что виды живых организмов постепенно изменялись. Одним из ключевых наблюдений, подтолкнувших Дарвина к созданию его теории, было изучение галапагосских вьюрков.

Вьюрки — это семейство небольших птиц отряда Воробьинообразные, обитающее практически по всему земному шару. Живут они и в Южной Америке, и на Галапагосских островах, расположенных недалеко от этого материка, однако не настолько близко, чтобы маленькая птичка могла преодолеть разделяющее их водное пространство. Дарвин обнаружил на островах 13 различных видов вьюрков, отлич-

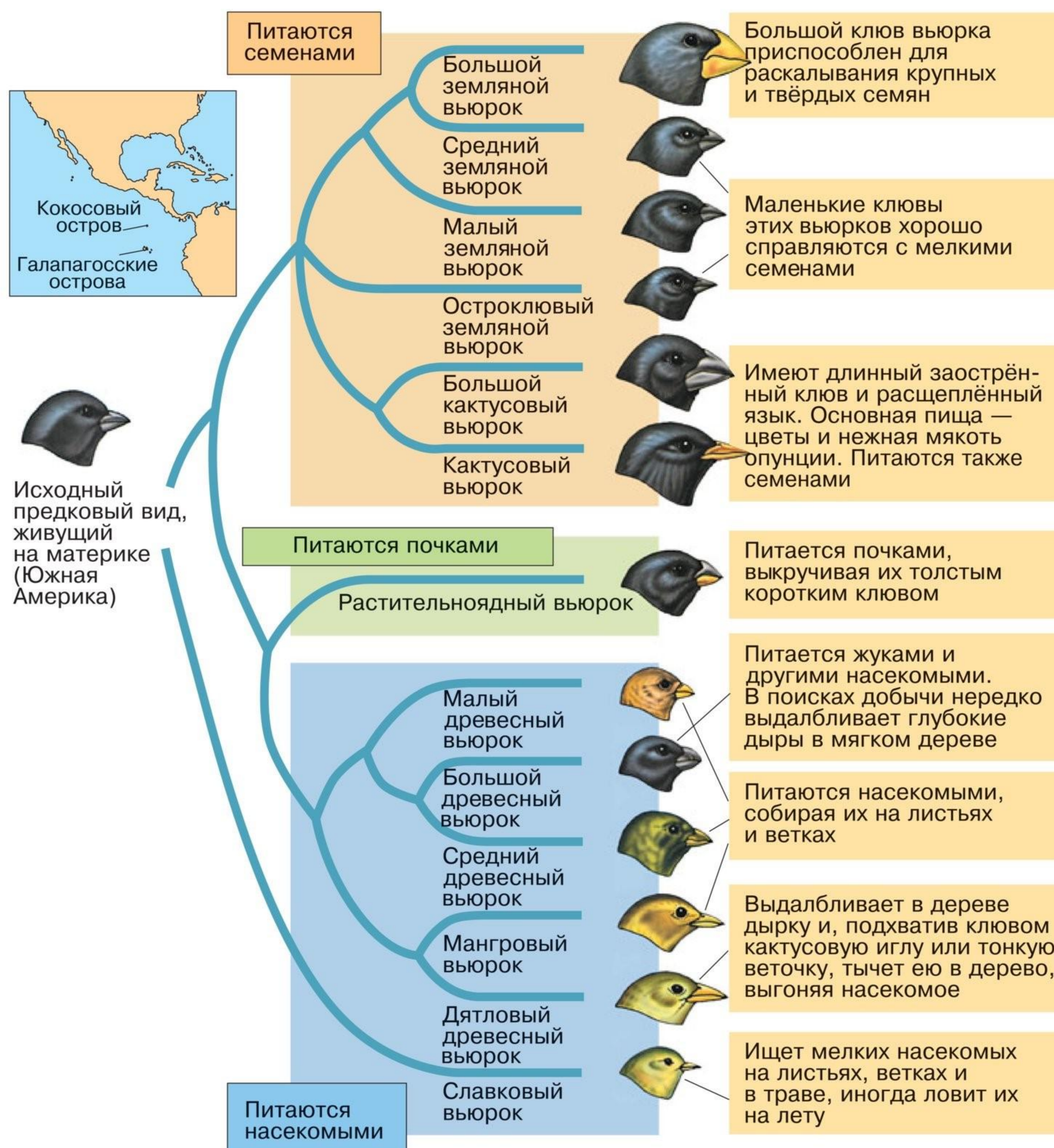


Рис. 141. Разнообразие вьюрков на Галапагосских островах

ных от материковых видов и различающихся между собой из-за того, что каждый из них занимал собственную, отличную от других, экологическую нишу (рис. 141). Было очевидно, что эти виды не зародились или тем более не были сотворены на островах, а произошли от общих предков, видимо, когда-то случайно занесённых с материка. Этот предок, очевидно, принадлежал к одному материковому виду, но в результате приспособления к островным условиям и конкуренции расселился по разным нишам и в результате изменил свой облик и распался на несколько различных видов.

Это заключение и привело Дарвина к мысли, что существующая в настоящее время флора и фауна постепенно, путём расхождения признаков (*дивергенции*) образовалась от вымерших предковых форм. Напрашивалось сравнение с селекцией, т. е. с выведением новых пород животных и сортов растений из изначально диких, одомашненных человеком, животных и растений (рис. 142). Желая получить наиболее выгодные для него формы живых организмов, например коров с высоким удоём, кур, несущих большое количество яиц, или сладкие яблоки, человек отбирал особей с наиболее подходящими признаками и старался получить от них как можно больше потомства. То же он проделывал в следующем поколении и так далее много раз, пока не получал особь с требуемыми качествами. При этом потомки иногда разительно отличались от предков. Сравните волка с болонкой или дикого свирепого кабана с домашней свиньёй, с трудом встающей на ноги. Процесс выведения человеком новых пород и сортов называют *искусственным отбором*.

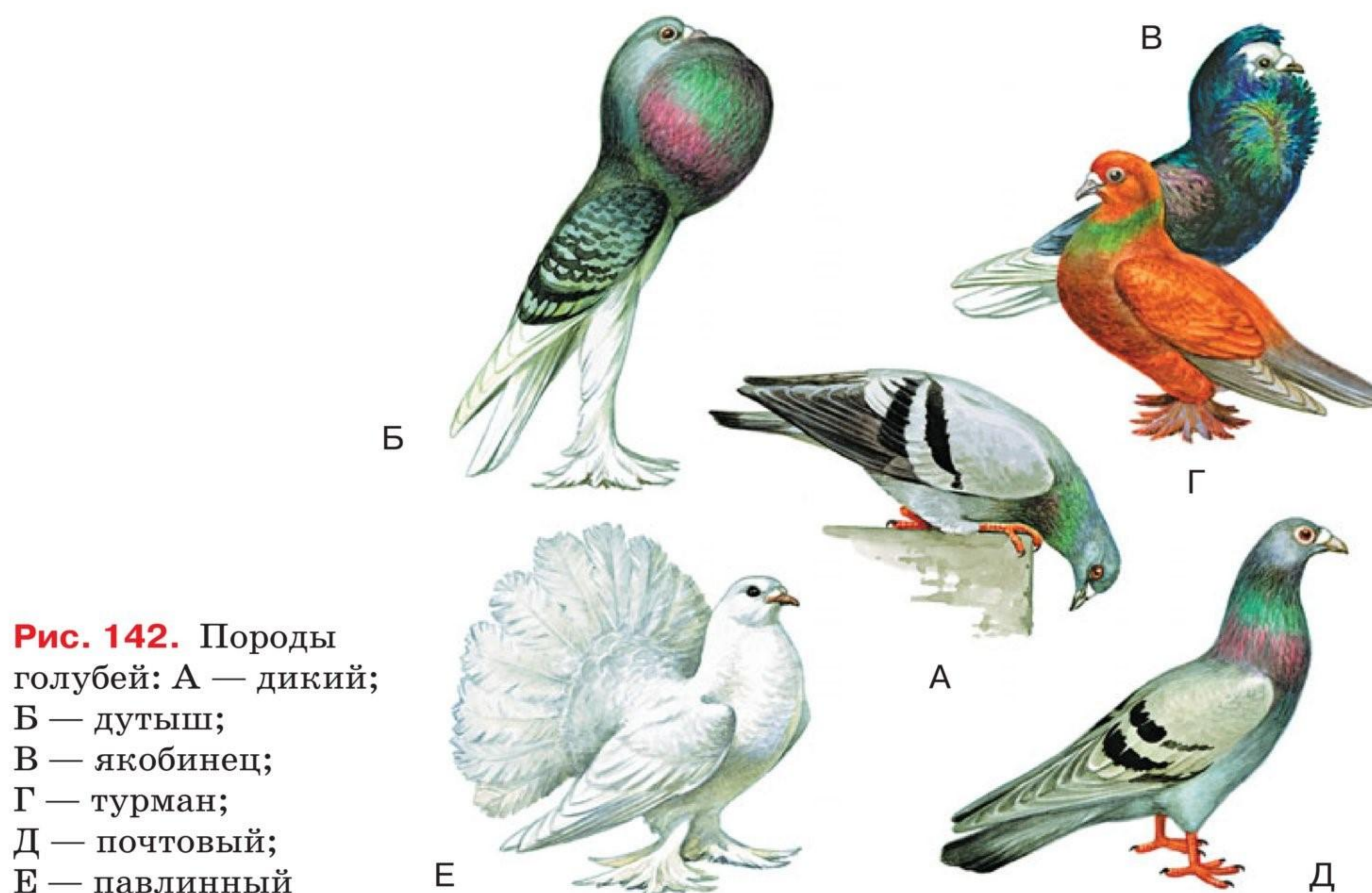


Рис. 142. Породы голубей: А — дикий; Б — дутыш; В — яacobинец; Г — турман; Д — почтовый; Е — павлинный

Естественный отбор и борьба за существование. Дарвин предположил, что в природе в процессе происхождения видов осуществляется схожий отбор, но поскольку в этом случае нет человека, ставящего перед собой определённую цель, то этот отбор является не искусственным, а *естественным*. Каким же образом происходит отбор в отсутствие ставящего перед собой цели человека?

Дарвин предположил, что в основе естественного отбора лежит **борьба за существование**. Причиной же борьбы за существование является несоответствие между уровнем рождаемости животных и растений и возможностями окружающей среды обеспечить существование всех родившихся особей. Например, треска за один нерест вымётывает более миллиона икринок. Но поскольку в течение множества лет численность трески на Земле не увеличивается, то значит, что до состояния половой зрелости из этого огромного числа доживают только две рыбы, так как потомства должно быть столько же, сколько родителей. Папоротник разбрасывает за сезон около миллиарда спор, но поскольку мы не видим разрастания зарослей этого растения, то должны сделать вывод, что из этого миллиарда до состояния взрослого куста дорастает только одна спора. Все остальные икринки, споры, семена или детёныши *обязаны погибнуть*, не успев произвести потомства. Это и есть борьба за существование, в которой побеждают и выживают наиболее приспособленные особи.

Дарвин выделял три вида борьбы за существование. Первая — это *внутривидовая борьба*, т. е. конкуренция между особями одного вида. Дарвин считал её самой напряжённой, поскольку эти особи занимают одну и ту же экологическую нишу и имеют одинаковые потребности, а следовательно, между ними существует постоянная конкуренция: за пищу, убежище, полового партнёра и пр. Второй вид борьбы за существование — *межвидовая борьба*. Это может быть отношение хищник — жертва или конкуренция между видами с частично пересекающимися экологическими нишами. Третьим видом является *борьба с неблагоприятными условиями окружающей среды* — возможность или стремление попасть в условия с оптимальной освещённостью, влажностью, содержанием минеральных веществ и пр. В результате борьбы за существование и происходит естественный отбор наиболее приспособленных к данным условиям представителей вида. Например, в результате борьбы волков и оленей выживут самые быстроногие волки, которые смогут догнать и съесть оленя, и самые быстроногие олени, которые смогут избежать нападений волков и успеть оставить потомство.

Причиной эволюционного прогресса Дарвин считал индивидуальную наследственную изменчивость организмов¹. Если у какого-либо животного или растения произойдёт изменение некоторого признака, дающее ему преимущества в борьбе за существование, то этот орга-

¹ Терминов «ген» и «мутация» во времена Дарвина ещё не существовало.

низм имеет больше шансов дожить до половой зрелости и оставить потомство. Это потомство получит признак по наследству и, в свою очередь, будет иметь преимущества в борьбе за существование. Популяция таких особей с полезным изменённым признаком будет разрастаться и может в конце концов дать начало новому виду, существенно отличающемуся от вида-предка.

Развитие дарвинизма. По мере развития биологии и особенно появления таких наук, как генетика и экология, учение Дарвина стало развиваться и видоизменяться. Генетика внесла заметные уточнения в представления Дарвина и его первых последователей о механизмах наследственности. Вместо неопределённого понятия «изменчивость», ответственной за которую считали неопределённую субстанцию организма, иногда даже кровь, появилось понятие мутации. Его ввёл в науку в 1901 г. голландский ботаник Гуго де Фриз. Мутации — небольшие изменения в хромосомах или отдельных генах — чаще всего бывают вредными или безразличными, но иногда могут возникать и полезные мутации. Если мутации рецессивные, то они могут долго «путешествовать» по генофонду популяции, передаваясь из поколения в поколение, до тех пор пока условия не изменятся настолько, что определяемый мутацией признак станет полезным. Тогда обладатели двух копий мутированного гена, у которых проявится оказавшийся полезным признак, получат преимущество в борьбе за существование и, размножаясь, увеличат в генофонде частоту этих новых полезных аллелей.

Существенный вклад в теорию эволюции внесли и экологические исследования. Если во времена Дарвина в качестве единицы эволюции рассматривали отдельную особь, то сейчас такой единицей считают популяцию. Продолжительность жизни каждого организма слишком мала в масштабах эволюции, и к тому же изменить свою наследственность в течение жизни организм не может. Популяция же существует в течение очень продолжительного времени и в течение этого времени сохраняет и проявляет самые разные мутации.

Теория, объединяющая в своей основе учение Дарвина о естественном отборе с достижениями XX в. в области генетики и экологии, получила название *синтетической теории эволюции (СТЭ)* и позволила объяснить многие эволюционные процессы, особенно процессы микроэволюции.

Проверьте свои знания

1. В чём состоит цель работы селекционера?
2. Что лежит в основе борьбы за существование? Назовите виды борьбы за существование. Приведите примеры разных видов борьбы за существование в природе.
3. Какие изменения внесли в дарвинизм достижения генетики и экологии?

Задания

1. Сравните искусственный и естественный отбор. В чём их сходство и различия? Выберите критерии, составьте и заполните таблицу «Сравнительная характеристика искусственного и естественного отбора».
2. Организуйте и проведите дискуссию на тему «Может ли эволюция идти на уровне одной особи?».

§ 47

МИКРОЭВОЛЮЦИЯ И ВИДООБРАЗОВАНИЕ

Времена меняются, и мы меняемся вместе с ними.

Гораций

Микроэволюцией называют изменения, происходящие в популяциях и приводящие к образованию нового подвида или вида. Материалом для микроэволюции, согласно СТЭ, служит наследственная изменчивость. Изменения в геноме имеют случайный и ненаправленный характер. Они могут быть результатом комбинативной или мутационной изменчивости. Следствием этих изменений может стать появление новых свойств и признаков. Если новые признаки окажутся полезными, то их обладатели получают преимущество в борьбе за существование, следовательно, их потомство будет становиться всё более и более многочисленным. В конце концов признак может распространиться на всю популяцию. Например, если в какой-то области климат станет более холодным, то этот факт никак не повлияет на гены, определяющие длину и густоту шерсти обитающих там животных. Но если у кого-нибудь из них случайно произойдёт мутация, вызывающая увеличение теплоизоляции организма, то потомки счастливого обладателя этой мутации будут побеждать в борьбе за существование своих менее удачливых собратьев. А вот признаки, являющиеся результатом модификационной изменчивости, которые изначально имеют приспособительный характер, не наследуются¹ и в эволюционном процессе участия не принимают.

Формы отбора. Строго говоря, для изменения структуры и общего фенотипа популяции можно обойтись и без новых мутаций. Отбор часто даёт преимущества тем признакам, которые уже существовали, но при прежних условиях были бесполезными. Мы рассмотрим три фор-

¹ В этом как раз и заключается главное противоречие между последователями Ламарка и сторонниками СТЭ.

мы отбора, которые выделял русский биолог-эволюционист Иван Иванович Шмальгаузен (1884—1963). Первый из них действует тогда, когда условия, в которых обитает популяция, не изменяются. Такой отбор называют *стабилизирующим* (рис. 143, А). Предположим, что речь идёт всё о той же густоте шерсти. При определённом климате наиболее предпочтительной будет определённая густота, поэтому именно она будет свойственна большинству животных.

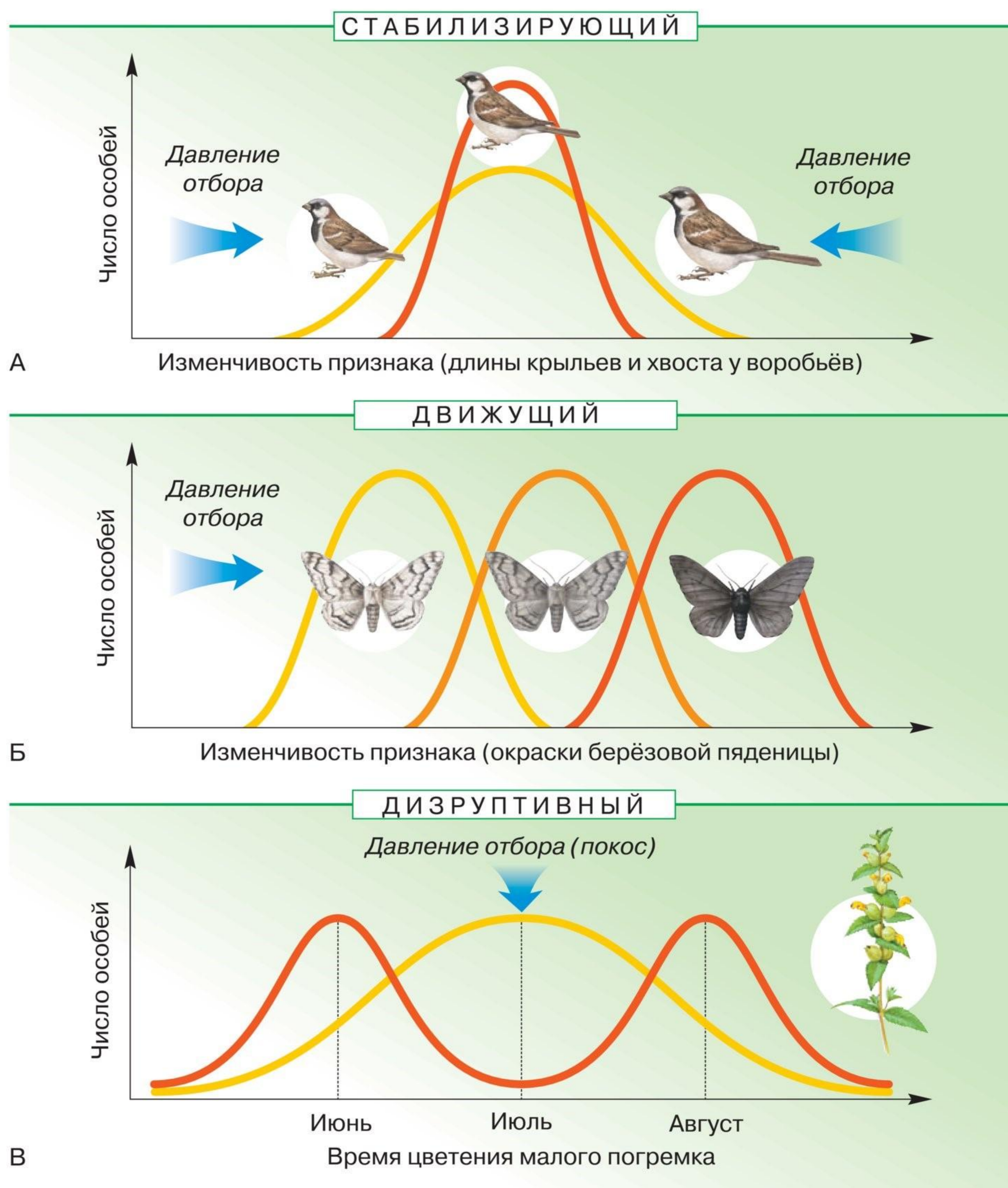


Рис. 143. Формы естественного отбора

Это изображено на графике, где по оси абсцисс отложена густота шерсти, а по оси ординат — доля членов популяции, которые именно такой густотой обладают. Видно, что для большинства животных характерна средняя частота, хотя имеются отклонения от этого значения как в меньшую, так и в большую сторону. Почему животные с такими отклонениями составляют меньшинство? Потому что им либо слишком холодно, либо слишком жарко, и они оказываются неудачниками в борьбе за существование. Они не могут выживать и оставлять потомство в достаточном количестве. Поэтому такой отбор и называют стабилизирующим — он сужает область, в пределах которой может изменяться некий признак, и удерживает среднее значение признака на постоянном уровне.

Теперь предположим, что климат изменился в сторону похолодания. Теперь те животные, у которых густота шерсти превышает среднюю, получают преимущество и начнут усиленно размножаться; те, у которых шерсть была короткой и редкой, не выдержат низкой температуры и погибнут. Те же, которые обладали в прошлом оптимальной, т. е. средней густотой, останутся, но в гораздо меньшем, чем прежде, количестве. Как видно на рисунке, график распределения сдвинется, характер популяции изменится. Такой вид отбора называется *движущим* или *прогрессивным* (рис. 143, Б).

Третью форму отбора называют *расщепляющей* или *дизруптивной* (рис. 143, В). Представим себе, что на графике теперь показана не густота шерсти животных, а их размер. В существующих условиях оптимальным является какой-то средний размер, и большинство представителей популяции имеют именно его. Теперь предположим, что в места, где обитает эта популяция, мигрировал новый хищник, который предпочитает питаться именно этим видом животных. Но с крупными особями ему будет трудно справиться, а мелкие найдут себе подходящее убежище. Тогда страдать, а следовательно, снижать свою численность, придётся животным среднего размера. В результате через некоторое время исходная популяция распадётся на две части — «великаны» и «карлики». Так как из-за большого различия в размерах им будет сложно спариваться друг с другом и производить общее потомство, то, по сути, мы вместо единой популяции получим две, так как мы знаем, что одним из основных критериев популяции является свободное скрещивание её представителей. Между двумя частями популяции возникнет то, что называют *репродуктивной изоляцией*. В результате каждая популяция будет обладать собственным, отличным от другой популяции, генофондом.

Дрейф генов. К изменению генофонда популяции часто приводит процесс, который называется *дрейфом генов* и представляет собой случайное изменение частот аллелей в популяции. Представим себе, что на берегу широкой реки живёт популяция мышей, имеющая достаточно редкий аллель, которым обладают 5% её представителей. Допустим, что в какой-то момент к берегу реки прибывает бревно,

на которое с исследовательской целью забираются десять мышей (рис. 144). После этого бревно вместе с находящимися на нём мышами сносится течением и в конце концов прибывает к острову, на котором никакие мыши до этого не обитали. Наши мыши выходят на остров, поселяются там, начинают размножаться и создают новую популяцию. Предположим, что у трёх из десяти забравшихся на бревно мышей в генотипе был этот редкий аллель. Тогда в результате размножения частота этого гена в островной популяции будет уже не 5, а 30%, что может существенно повлиять на внешний вид и образ жизни этой популяции. Если же среди мигрантов случайно не окажется ни одного носителя редкого гена, то в островной популяции он будет вообще отсутствовать. Так или иначе через некоторое время береговая и островная популяции будут значительно отличаться друг от друга.

Ещё одной причиной, которая может вызвать дрейф генов, являются так называемые *популяционные волны*. Мы знаем, что численность популяции — величина непостоянная. Мы уже рассматривали

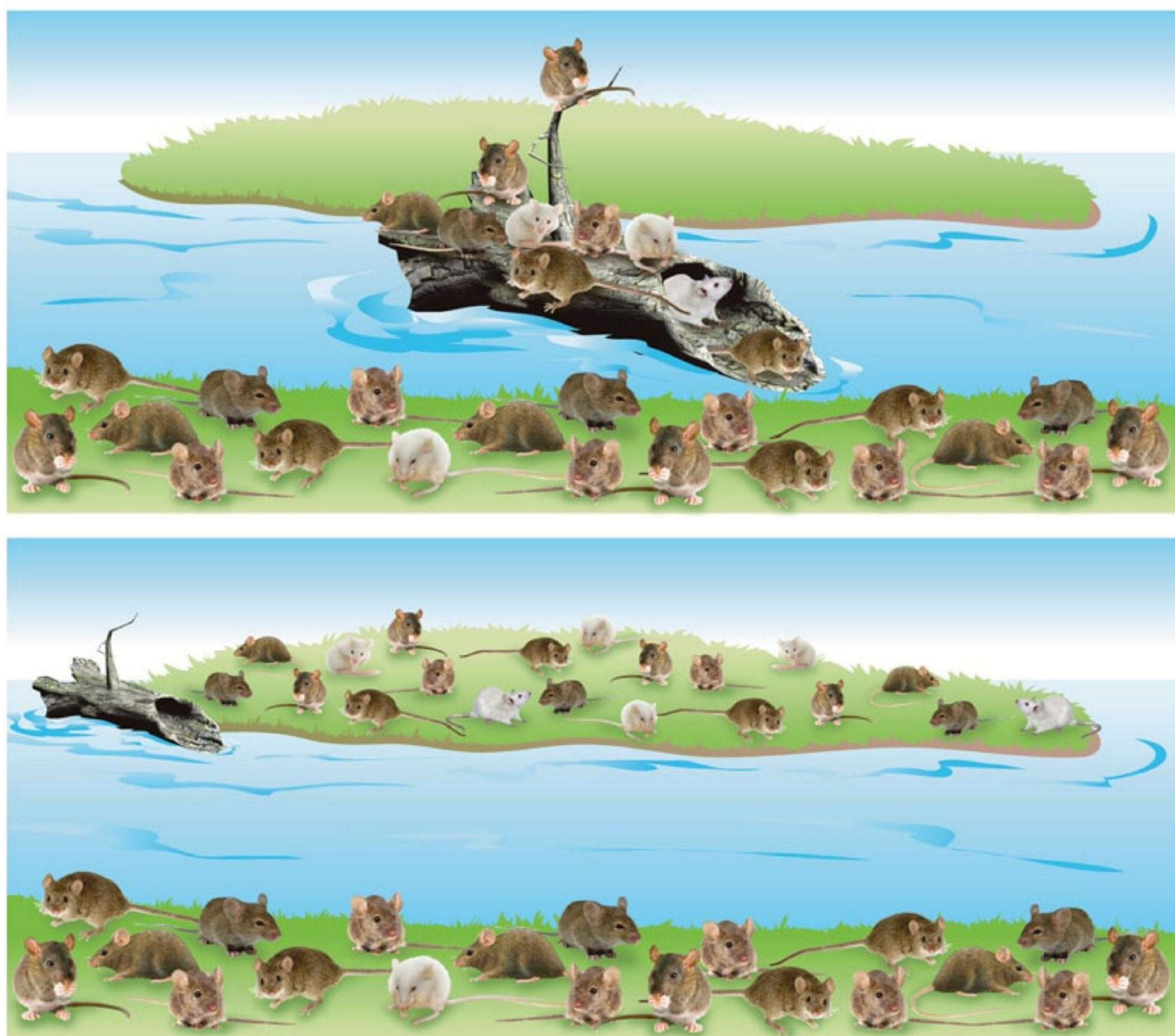


Рис. 144. Дрейф генов в результате переселения мышей на остров

колебания, которые возникают в результате взаимодействия хищника и жертвы. Кроме того, существуют сезонные колебания, когда зимой из-за бескормицы и переохлаждения значительная часть популяции погибает, а весной вновь начинается интенсивное размножение. В период резкого снижения численности популяции соотношение аллелей и число мутантных генов в её генофонде случайно может измениться. Например, доля обладателей редких мутаций случайно может оказаться выше или ниже, чем она была во время предыдущего пика численности. Тогда после восстановления численности популяции её генофонд окажется уже иным по сравнению с тем, каким он был до её спада.

Изоляция. Итак, мы видим, что генофонд популяции может изменяться в силу тех или иных причин. Иногда популяция, как в случае расщепляющего отбора или миграции мышей на остров, может разделиться на две различные популяции, которые окажутся изолированными друг от друга. Если такая изоляция будет продолжаться недолго (например, если брёвна будут часто переправляться с берега на остров и обратно или если к острову вскоре проложат мост), то животные смогут вновь производить совместное потомство и вновь сольются в единую популяцию. Однако если изоляция окажется долгой, то вновь образовавшиеся популяции начнут всё более и более отдаляться друг от друга. Причиной этого могут быть различные условия жизни на разных территориях, т. е. различный характер отбора, или случайные мутации, по-разному возникающие в разделённых группах. Так

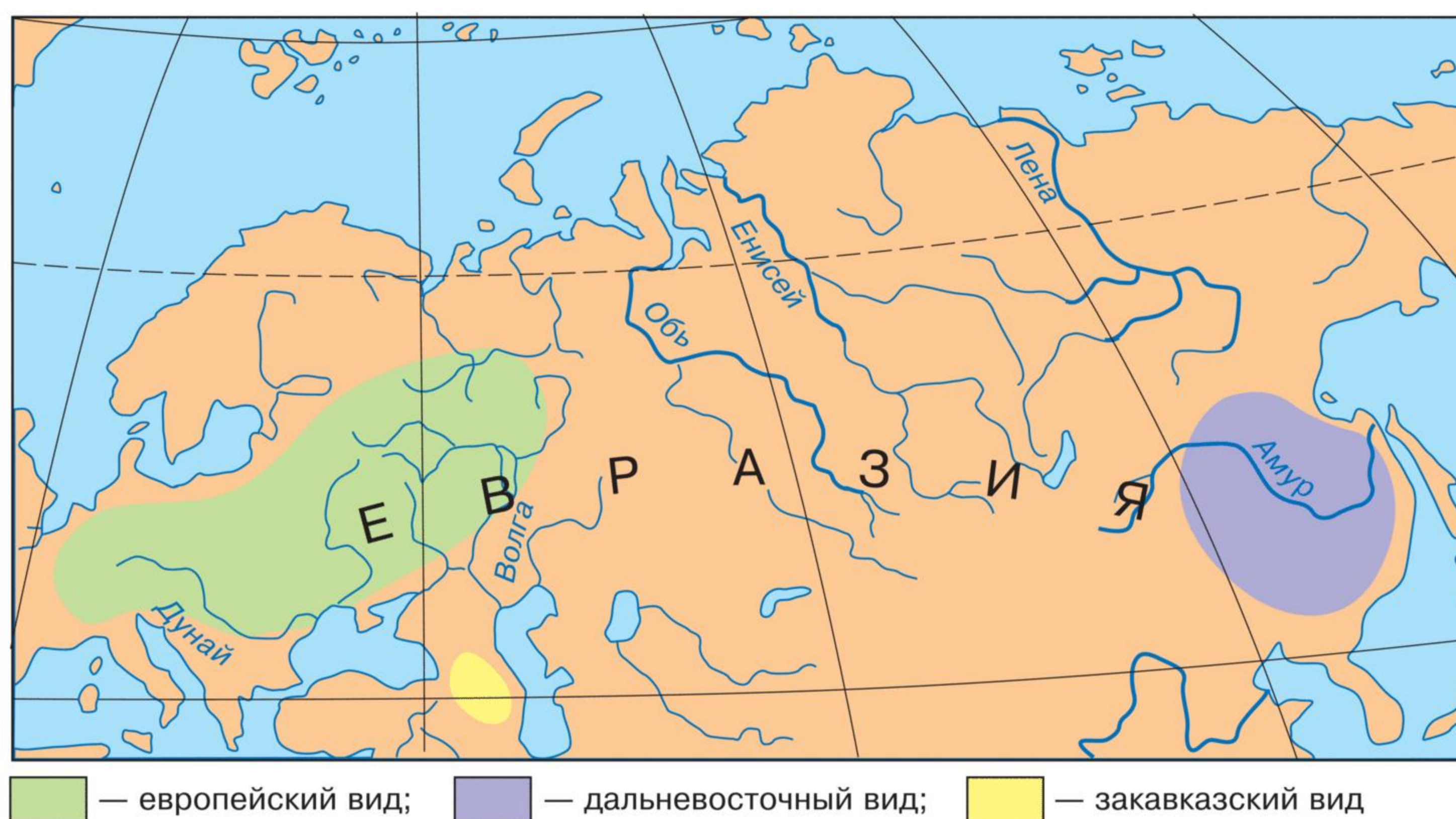


Рис. 145. Возникновение новых видов ландыша в результате географической изоляции

или иначе усугубляющиеся различия могут привести к тому, что исходная популяция распадётся окончательно и возникнут два различных вида.

Основным фактором видообразования СТЭ считает изоляцию. Различают *географическую* и *репродуктивную (биологическую)* изоляцию. Примером первой может быть рассмотренное переселение мышей на остров. Географическая изоляция может также возникнуть в результате образования горных разломов, изменения русла рек, вырубки больших участков леса под пашни и пр. (рис. 145). Возможный вариант репродуктивной изоляции мы тоже рассматривали. Можно привести и другие примеры, в том числе широко известную ситуацию с рыбами, которые откладывают икру один раз в два года. Тогда те рыбы, нерест которых происходит по нечётным годам, не могут обмениваться генами с теми, которые размножаются по чётным. В результате возникает репродуктивная изоляция, которая со временем может привести к появлению двух различных видов рыб.

Проверьте свои знания

1. Какие виды изменчивости имеют эволюционное значение?
2. Какие формы отбора различал И. И. Шмальгаузен?
3. Что такое дрейф генов? Как он возникает и к каким последствиям может привести?
4. Какие факторы видообразования вы знаете?
5. Обсудите, какие антропогенные факторы могут повлиять на видообразование. Существуют ли в вашем регионе подобные факторы?

Задания

1. Выберите критерии и проведите сравнение географической и экологической изоляции. Оформите результаты в виде таблицы.
2. У лугового растения погрёмка в средней полосе России существует две чётко выраженные популяции: одна из них цветёт в июне, а растения другой — в августе. Попробуйте объяснить, чем было вызвано подобное разделение.
3. Рассмотрите рисунок 146. Какой тип видообразования изображён на этом рисунке — географический или экологический? Объясните свою точку зрения.

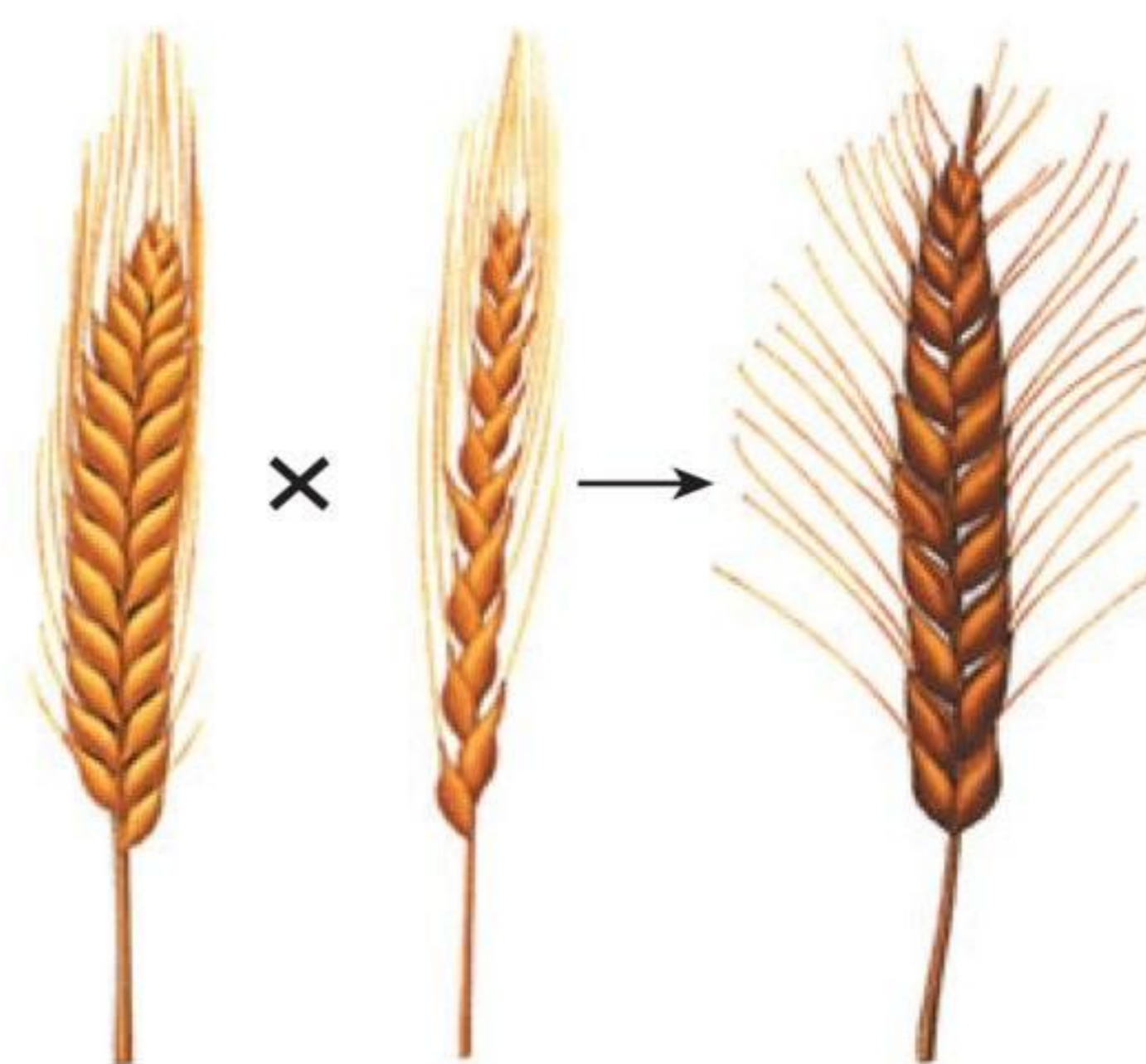


Рис. 146. Образование нового вида пшеницы

§ 48

ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ

Как некогда в разросшихся хвощах
Ревела от сознания бессилья
Тварь скользкая, почуя на плечах
Ещё не появившиеся крылья.

Н. С. Гумилёв. Шестое чувство

Мы рассмотрели механизмы эволюционных изменений, происходящих в популяциях внутри одного вида. Но преобразования видов в конце концов затрагивают и более высокие ступени организации. Процесс формирования крупных систематических единиц: из видов — новых родов, из родов — новых семейств и т. д. — называют *макроэволюцией*. В основе макроэволюции лежат те же движущие силы, что и в основе микроэволюции: наследственность, изменчивость, естественный отбор и репродуктивная изоляция. Этот термин впервые ввёл в 1927 г. советский генетик Ю. А. Филипченко.

Эволюция — это очень длительный исторический процесс, который невозможно непосредственно наблюдать на протяжении ограниченного времени. Процессы формирования крупных таксонов могут продолжаться сотни миллионов лет. Реальное существование эволюционных процессов подтверждают факты, полученные разными естественными науками: палеонтологией, морфологией, систематикой, эмбриологией и многими другими. Рассмотрим основные имеющиеся на сегодняшний день доказательства существования макроэволюции.

Биохимические и цитологические доказательства. Все виды живых организмов имеют одинаковый генетический код, механизмы синтеза белка и запасания энергии, один и тот же принцип строения клетки и другие общие молекулярно-биологические и цитологические признаки. Это доказывает, что основы строения всего живого были заложены уже в первых существовавших на Земле организмах и дальнейшие изменения не затрагивали эти основные общие свойства.

Эмбриологические доказательства. В 1828 г., задолго до выхода книги Ч. Дарвина «Происхождение видов...», российский учёный Карл Максимович Бэр (1792—1876) показал, что зародыши отдалённых групп животных имеют очевидное сходство: все они проходят через стадии бластулы, гаструлы, у них формируются эктодерма, энтодерма и мезодерма и развиваются другие общие признаки (рис. 147). Это открытие Бэра было названо *законом зародышевого сходства*, которому Дарвин придавал большое значение как свидетельству происхождения видов от общего предка. Впоследствии, обобщив эти данные, немецкие учёные Эрнст Геккель и Фриц Мюллер сформулировали *биогенетический закон*: «Индивидуальное разви-

тие (онтогенез) организма есть краткое и сжатое повторение исторического развития (филогенеза) вида, к которому этот организм относится». Стадия бластулы напоминает колонию одноклеточных животных, гаструла отражает общий план строения кишечноротовых. В дальнейшем у наземных позвоночных закладываются жабры, у зародыша человека — хвост и пр. Такой же вывод можно сделать, наблюдая за личинками некоторых насекомых. Помните, что во времена Реди личинок мух считали червями, от которых мухи действительно произошли в процессе эволюции. А личинка лягушки — головастик по своему строению напоминает рыбу, эволюционного предка земноводных. Таким образом, в процессе развития зародыша проявляются признаки, характерные для его далёких предков.

Атавизмы и рудименты. Важным анатомическим доказательством эволюции служат рудименты и атавизмы. **Атавизмы** — это появляющиеся у отдельных особей данного вида признаки, которые существовали у отдалённых предков, но были утрачены в процессе эволюции. Например, появление трёхпалой конечности у современных лошадей, развитие дополнительных пар молочных желёз, хвоста или сплошного волосяного покрова у человека (рис. 148, А). Возникновение атавизмов объясняется тем, что гены, отвечающие за развитие этих признаков, в процессе эволюции сохранились, но при нормальном развитии их действие блокируется.

Рудименты — это органы, утратившие в процессе эволюции своё значение. Они закладываются во время эмбриогенеза, но полностью не развиваются. Когда-то у далёких предковых форм эти органы имели

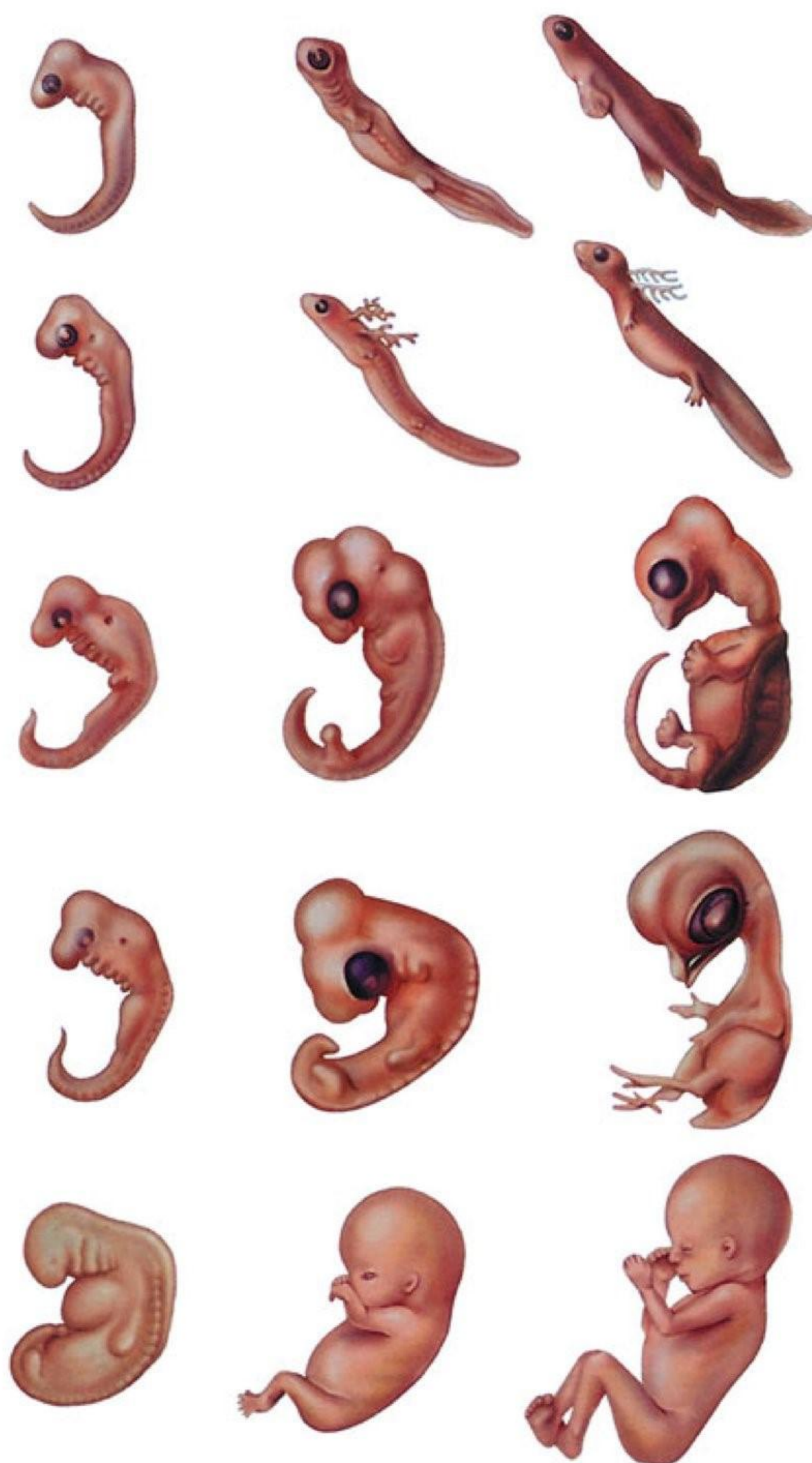


Рис. 147. Сходство эмбрионов позвоночных на ранних стадиях развития (рыба, амфибия, черепаха, птица, человек)

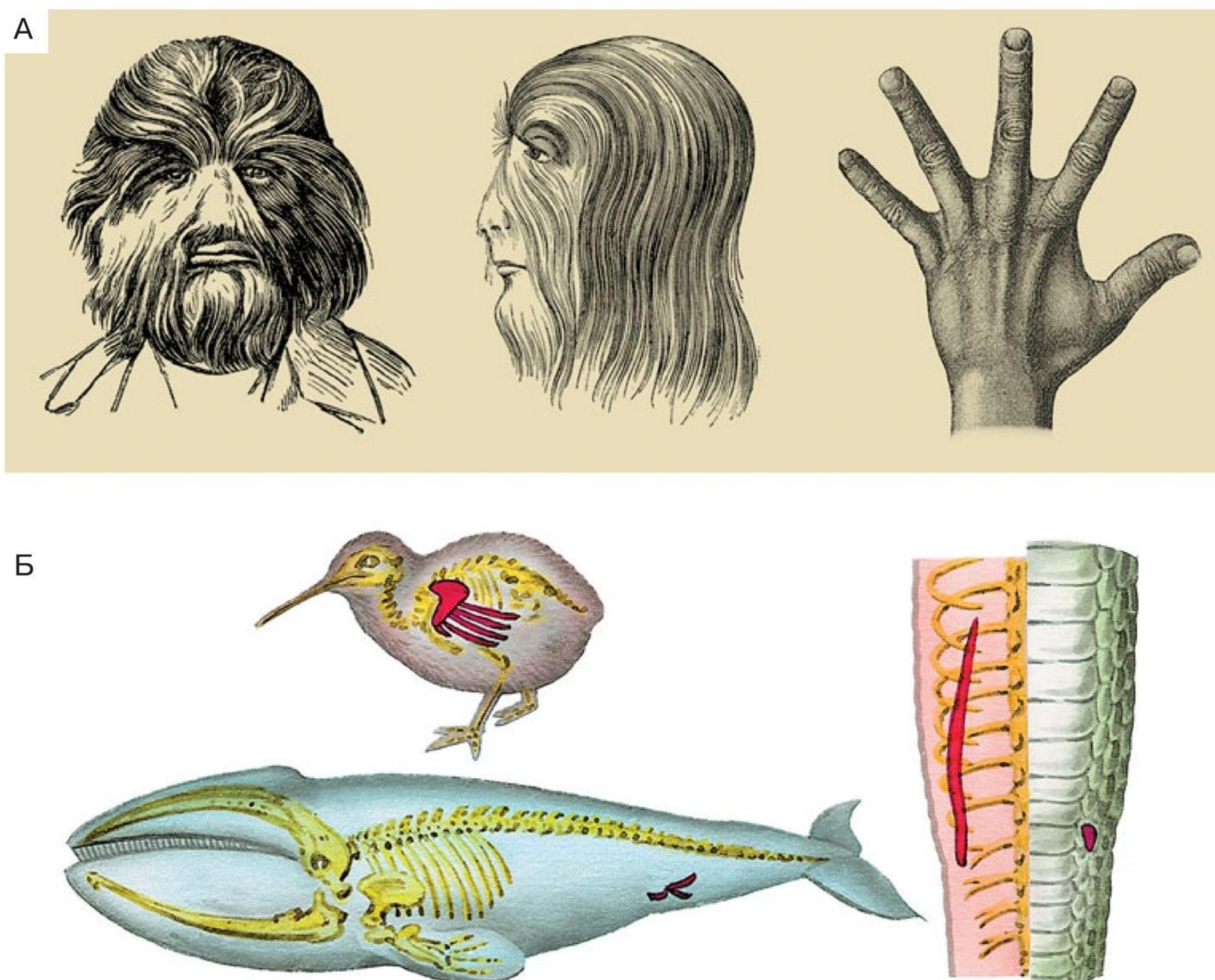


Рис. 148. Атавизмы (А) и рудименты (Б)

важное значение, но в дальнейшем в связи с изменениями условий существования перестали быть необходимыми. Примерами рудиментов могут служить хвостовые позвонки и ушные мышцы у человека, неразвитые кости задних конечностей у змей и остатки тазового пояса у китообразных, неразвитые крылья у нелетающей птицы киви (рис. 148, Б). В отличие от атавизмов, рудименты присутствуют у всех представителей вида.

Иногда в процессе эволюции в определённых условиях среды получает преимущество и сохраняется *переходная форма*, соединяющая в себе признаки разных классов. Например, утконос и ехидна относятся к млекопитающим, но откладывают яйца и имеют клоаку как пресмыкающиеся, а у кистепёрой рыбы латимерии, кроме жабр, есть примитивные лёгкие, а её парные плавники обладают мускулатурой и напоминают по строению конечности наземных позвоночных.

Палеонтологические доказательства. Изучение ископаемых остатков живых организмов, их следов и отпечатков, обнаруженных в разных геологических слоях, позволяет проследить историческое развитие живой природы. В наиболее древних породах разнообразие

организмов невелико, и все они имеют относительно простое строение. В более молодых отложениях остатки имеют всё более сложное строение, и их видовое разнообразие гораздо шире. Учёные обнаружили много вымерших переходных форм между ныне живущими и ископаемыми организмами, например зверозубые ящеры, напоминающие по строению зубов и скелета млекопитающих, археоптерикс, сочетающий признаки птиц (общий вид, строение конечностей, перья на теле) и пресмыкающихся (наличие зубов, брюшных рёбер) (рис. 149).

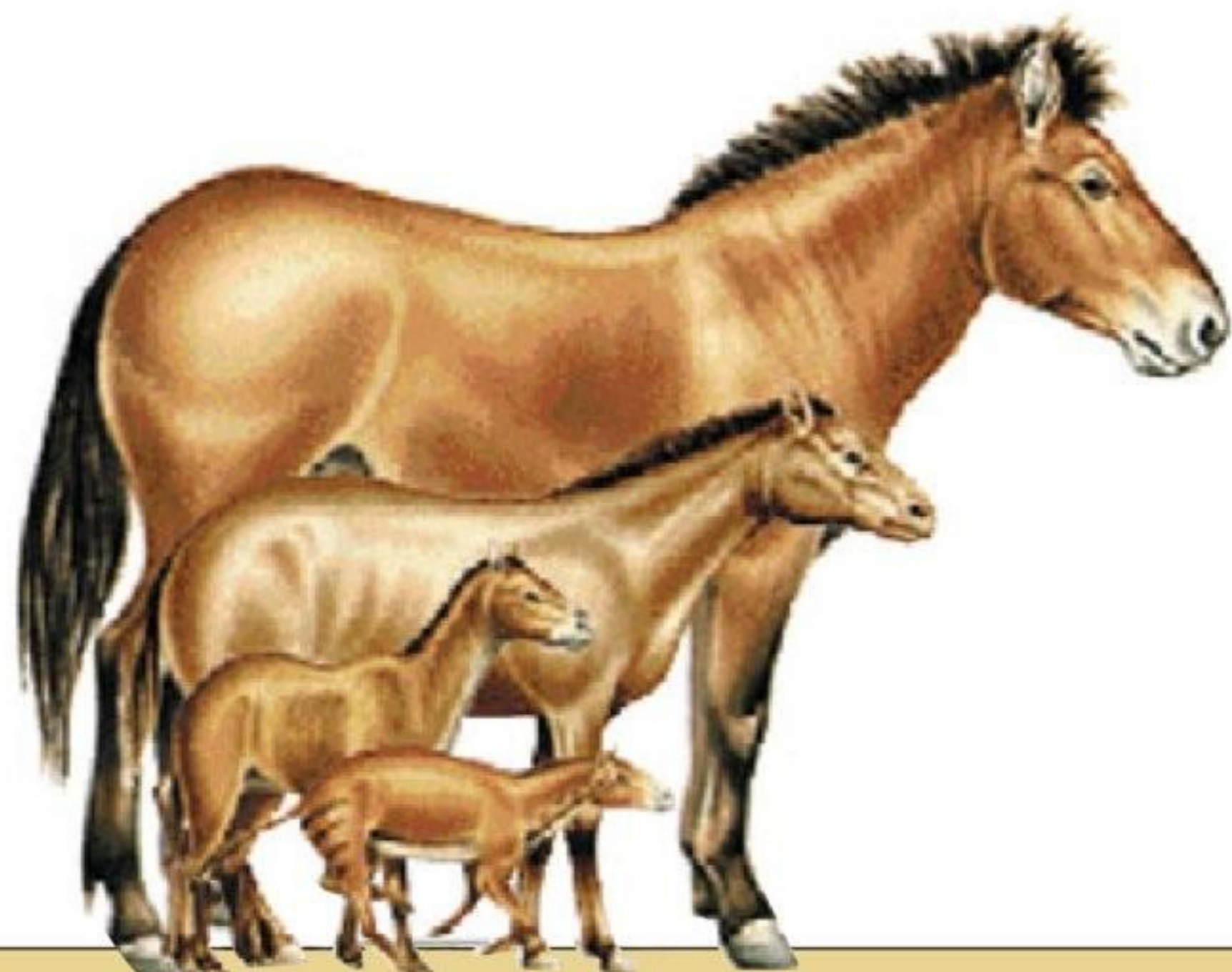
В некоторых случаях по ископаемым остаткам учёным удалось установить, как проходил *филогенез* (историческое развитие) определённой группы организмов. Владимиру Онуфриевичу Ковалевскому (1842—1883) удалось проследить эволюцию лошади с начала кайнозойской эры (рис. 150). Предки лошадей произошли от невысоких всеядных животных с пятипалыми конечностями. Первый представитель семейства лошадей эогиппус имел четырёхпалые передние и трёхпалые задние конечности. В дальнейшем, когда тропические леса уступили место степям, основным средством защиты стал быстрый бег. Естественный отбор у древних лошадей шёл в направлении удлинения конечностей, уменьшения площади опоры, т. е. уменьшения числа пальцев, усиления мускулатуры и позвоночника. Найденные ископаемые формы, позволившие реконструировать последовательный эволюционный ряд лошади, подтверждают эволюционную теорию.



Рис. 149. Археоптерикс

Проверьте свои знания

1. Чем отличается макроэволюция от микроэволюции?
2. Докажите существование эволюции с точки зрения эмбриологии.
3. Расскажите о палеонтологических доказательствах эволюционного процесса.
4. В чём причина появления рудиментов и атавизмов? Объясните, почему наличие рудиментов и атавизмов можно считать доказательствами процесса эволюции.








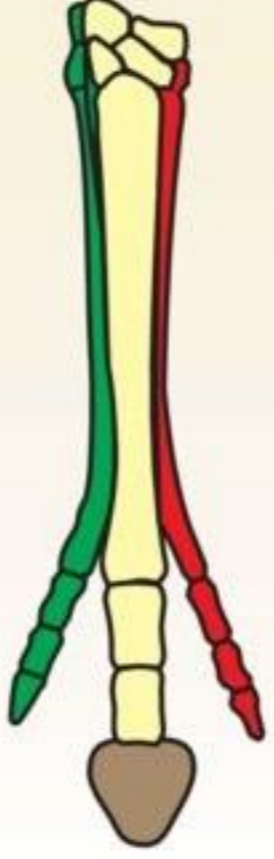

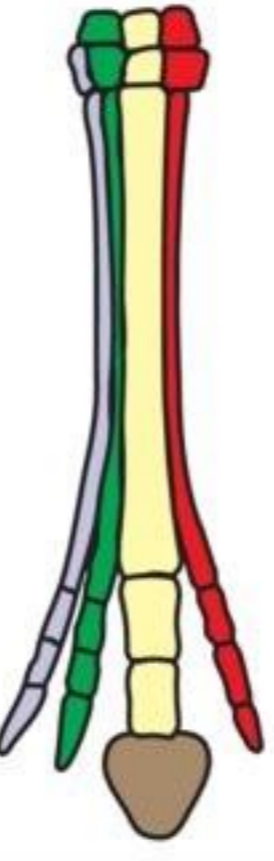
Эпоха и возраст	Род, внешний вид и высота (в холке)	Кости правой передней ноги	Образ жизни и изменения в строении тела
Современная эпоха и плейстоцен 1×10^6 лет	Лошади  До 1,6 м		Адаптированы к жизни в сухих степях. Очень быстро бегают. Пясть и плюсневые кости удлинены. Расширенная 3-я фаланга покрыта роговым копытом (видоизменённый коготь)
Миоцен 26×10^6 лет	Мерикгиппус  До 1,0 м		Очень сухая среда – прерии. Быстрота бега становится важнее. Редукция 2-го и 4-го пальцев. При беге опора на 3-й палец. Удлинение оставшихся пястных и плюсневых костей
Олигоцен 38×10^6 лет	Мезогиппус  До 0,6 м		Сухая среда – леса и прерии. Быстрота передвижения важна для бегства от врагов. Хорошо различимы только три пальца. 3-й палец сильно увеличен
Эоцен 54×10^6 лет	Эогиппус  Примерно 0,4 м		Величиной с лисицу. Обитал на мягкой почве вблизи рек. Четыре пальца на передних и три на задних ногах увеличивали площадь опоры

Рис. 150. Эволюция лошади

Задания

Используя дополнительную литературу и ресурсы Интернета, выясните, для какого ещё вида, кроме лошади, составлено полное филогенетическое древо. Подготовьте презентацию или сообщение на эту тему.

§ 49

ТИПЫ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ И ПУТИ ДОСТИЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Типы эволюционных изменений. Основными типами эволюционных изменений являются дивергенция, конвергенция, параллелизм и филогенетическая эволюция.

Дивергенция. Дивергенция (от лат. «диверго» — отклоняюсь) — это наиболее распространённый тип эволюционного процесса. При этом происходит образование двух или более таксонов, происходящих от общего предка. Такое расхождение признаков и групп происходит в том случае, если меняются условия обитания дочерней группы. Например, освоить наземную среду древним позвоночным животным помогло появление пятипалой конечности рычажного типа. Однако в зависимости от образа жизни и типа местообитания конечности разных групп позвоночных претерпели существенные изменения и выполняют сейчас разные функции. Такие органы, имеющие общее происхождение и выполняющие разные или сходные функции, называют *гомологичными органами* (рис. 151).



Рис. 151. Принципиальное строение конечностей позвоночных животных



Рис. 152. Аналогичное строение крыльев бабочки и летучей мыши (А), конечностей медведки и крота (Б)

Конвергенция. *Конвергенция* (от лат. «конверго» — приближаюсь, схожусь) — это тип эволюционного изменения, в результате которого сходные признаки возникают у организмов, не родственные друг другу, т. е. имеющих различное происхождение. Чаще всего конвергенция возникает при заселении разными видами организмов сходных типов местообитаний. Таким образом, конвергентное сходство является результатом приспособлений к одинаковым условиям внешней среды. Похожи жабры рыбы и жабры рака, выполняющие дыхательные функции. Однако жабры рыбы развиваются на перегородках между жаберными щелями, пронизывающими глотку, а жабры рака — это нитевидные выросты конечностей груди. Крылья бабочек и летучих мышей, роющие конечности кротов и медведок — все эти органы формируются из разных эмбриональных зачатков (рис. 152). Особенно поразительным является пример потрясающего сходства глаз позвоночных и головоногих моллюсков, имеющих абсолютно разное происхождение, но почти одинаковое строение. Органы, выполняющие сходные функции, но имеющие разное происхождение, называют *аналогичными*.

Параллелизм. *Параллелизм* — это тип эволюционных изменений, результатом которого является образование сходных признаков у родственных форм. Например, китообразные и ластоногие независимо друг от друга перешли к обитанию в водной среде и приобрели соответствующие приспособления — ласты. Известное общее сходство имеют млекопитающие тропического пояса, обитающие на разных континентах, в близких климатических условиях (рис. 153).

Филетическая эволюция. *Филетическая эволюция* — это такой тип эволюционных преобразований, при которых предковые таксоны постепенно преобразуются в новые (дочерние) без образования боковых ветвей. При этом образуется непрерывный ряд таксонов, в котором каждый является потомком предыдущего и предком последующего.

Пути достижения биологического прогресса. Развитие живой природы — это длительный и сложный процесс. В целом развитие органи-

ческого мира происходило от простого к сложному. На основе простых одноклеточных форм появлялись многоклеточные организмы. Организмы усложнялись — возникали ткани, органы и системы органов. Крупные эволюционные изменения позволяли организмам осваивать новые места обитания или новые источники питания. С помощью частных приспособлений организмы адаптировались к конкретным условиям обитания. В некоторых случаях оказывалось более выгодно перейти к сидячему образу жизни или паразитизму, и это вело к упрощению организации. Так, зародившись в океане, жизнь постепенно заняла всю планету.

Анализируя историческое развитие живой природы и конкретные адаптации, возникающие в процессе эволюции, российские учёные Алексей Николаевич Северцов и Иван Иванович Шмальгаузен определили три главных способа достижения биологического прогресса: ароморфоз, дегенерация и идиоадаптация.

Ароморфоз (арогенез). Ароморфоз — это крупное эволюционное изменение, ведущее к общему усложнению организации. Ароморфозы позволяют организмам осваивать принципиально новые местообитания или существенно повышать свою конкурентоспособность в прежних местообитаниях. Они сохраняются в дальнейшей эволюции и приводят к появлению крупных систематических групп, рангом выше семейства.

Один из первых крупнейших ароморфозов — появление эукариотической клетки. Общими ароморфозами для всех царств эукариотов стали появление многоклеточности и возникновение полового размножения. В эволюции животных важнейшими ароморфозами можно считать формирование сквозной пищеварительной системы, образование первичной и вторичной полостей тела, замену гладкой мускулатуры (у червей) на поперечнополосатую (у членистоногих), возникновение замкнутой системы кровообращения, оформление скелета (внутреннего или внешнего), развитие нервной системы, появление теплокровности, живорождения. В качестве примеров крупных ароморфозов в растительном царстве можно привести появление проводящей системы, связавшей части растения в единое целое, формирование семени (голосеменные и покрытосеменные растения), появление цветка.



Рис. 153. Вторичное сходство бывших родственных форм: тело панголина (А) и гигантского броненосца (Б)

Общая дегенерация (катагенез). *Общая дегенерация* — это эволюционное изменение, ведущее к упрощению организации, к утрате ряда систем и органов. Как правило, дегенерация возникает в связи с переходом организмов к паразитизму или малоподвижному образу жизни. У паразитических ленточных червей нет пищеварительной системы, слабо развиты нервная система и органы чувств. Однако взамен у них появляются хорошо развитая половая система и различные частные приспособления — присоски, крючки, которые помогают им удержаться в кишечнике хозяина. Высокая плодовитость и жизнь под защитой тела хозяина ведут к процветанию вида-паразита, однако ставят его в тесную зависимость от вида-хозяина.

Паразитизм в природе распространён очень широко у грибов, червей, бактерий и других организмов. Среди растений тоже есть свои паразиты, утратившие способность к фотосинтезу. Повилика — растение семейства Вьюнковые — паразитирует на льне, клевере, картофеле и других растениях. Обвиваясь вокруг растения-хозяина, она внедряет в его ткань присоски и питается его соками.

Редукция органов может происходить также при переходе к малоподвижному образу жизни или при резком сужении экологической ниши. Например, потеря зрения у животных, обитающих под землёй (кроты), утрата способности к полёту у ряда птиц и, как следствие, исчезновение кила (киви, страусы) и т. п.

Общая дегенерация — это тупиковый путь специализации. Утраченные органы и системы не могут возникнуть вновь, эволюция не имеет обратного пути. Однако в целом общая дегенерация не исключает процветания вида и поэтому тоже является направлением прогрессивной эволюции.

Идиоадаптация (аллогенез). *Идиоадаптации* — это конкретные адаптации к определённым специфическим условиям обитания, полезные в борьбе за существование, но не изменяющие общего уровня организации. Идиоадаптации облегчают выживание и повышают конкурентоспособность организмов в данных условиях обитания.

Путём идиоадаптаций в процессе эволюции возникают мелкие систематические группы: виды, роды, семейства.

Появление крыла у птиц является ароморфозом, а форма крыльев и способы полёта — идиоадаптациями; цветок — это крупнейший ароморфоз в эволюции растительного мира, а формы, размеры, окраска цветка — идиоадаптации. Покровительственная окраска животных, плоская форма тела придонных рыб, различия в строении конечностей у представителей одного отряда млекопитающих — всё это многочисленные примеры идиоадаптаций.

Ароморфозы, идиоадаптации и общая дегенерация могут привести к общему биологическому прогрессу группы организмов.

Проверьте свои знания

1. Сравните основные типы эволюционных изменений.
2. Почему образование новых видов в результате межвидового скрещивания не получило такого распространения в природе, как дивергенция?
3. Каковы основные направления эволюции?
4. Почему явное упрощение строения — дегенерацию относят к прогрессивным направлениям эволюции?

Задания

1. Сравните гомологичные и аналогичные органы. Приведите примеры таких органов у животных, обитающих в вашем регионе.
2. Выберите крупную систематическую группу (тип или класс) и назовите основные ароморфозы, которые привели к её появлению.
3. Назовите идиоадаптации, которые привели к появлению разнообразия внутри классов позвоночных животных.
4. Подготовьте красочную презентацию (не менее 10 слайдов) на одну из тем: «Дивергенция», «Конвергенция», «Параллелизм». Выступите с ней перед своими одноклассниками.

§ 50

АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМОВ К УСЛОВИЯМ ОБИТАНИЯ КАК РЕЗУЛЬТАТ ДЕЙСТВИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА

Чтобы выжить, иногда приходится обманывать природу. Главное — делать это красиво.

Неизвестный автор

В предыдущих параграфах мы говорили о способности организмов приспосабливаться к действующим на них факторам окружающей среды. Но на самом деле сущность и механизмы адаптации оказываются гораздо тоньше и глубже, чем просто приспособление к температурному и световому режиму в виде спячки или миграции. В процессе эволюции выработались такие особенности внешнего вида и поведения живых организмов, которые позволяют им занять узкую экологическую нишу и существовать в ней, обеспечивая максимально возможную рождаемость и минимально возможную смертность популяции.



Рис. 154. Многообразие форм птичьих клювов

Морфологические адаптации. Эти адаптации связаны с особенностями строения тела. У Дарвина любимым примером подобных адаптаций служил дятел. В «Происхождении видов путём естественного отбора» Дарвин писал: *«Можно ли привести более разительный пример приспособления, чем дятел, лазящий по стволам деревьев и вылавливающий насекомых в трещинах коры?»*

Ярким примером адаптаций к разным типам питания является разнообразная форма птичьих клювов (рис. 154).

Плоская форма тела придонных рыб и торпедообразное тело акул, густой шёрстный покров у северных млекопитающих, гибкое тело у норных животных — это примеры морфологических адаптаций у животных.

Подобные формы адаптаций существуют и в растительном царстве. В высокогорных районах и в тундре большинство растений имеют стелющиеся и подушковидные формы, которые устойчивы к сильным ветрам, зимой легко укрываются снегом и не повреждаются в сильные морозы. У некоторых видов растений строение цветка приспособлено для опыления определёнными видами насекомых: под силой тяжести севшего на него насекомого тычинки наклоняются и роняют пыльцу. Бывает и более сложное строение: в результате соприкосновения с насекомым срабатывает нечто подобное спусковому крючку, в результате чего тычинки захватывают насекомое и осыпают его пыльцой.

Покровительственная окраска. Такая окраска служит прекрасным способом защиты от врагов для многих видов животных. Благодаря ей животные становятся менее заметны.

Самки птиц, гнездящиеся на земле, практически сливаются с общим фоном местности (рис. 155). Так же незаметны яйца и птенцы у этих видов птиц, а, например, яйца аистов не имеют покровительственной окраски, потому что, как правило, недоступны для врагов.



Рис. 155. Покровительственная окраска позволяет птицам сливаться с ландшафтом

Покровительственную окраску имеют многие виды насекомых, например, окраска крыльев ночных бабочек полностью сливается с той поверхностью, на которой они проводят дневные часы. Неразличимы в траве зелёные кузнечики, в пустыне — песочно-жёлтые ящерицы, на снегу — полярные песцы. Следует отметить, что в районах Крайнего Севера среди животных очень распространена белая окраска, делающая их незаметными на снежной поверхности (полярные медведи, совы, белая куропатка и многие другие) (рис. 156).



А



Б



В

Рис. 156. Белая окраска животных Крайнего Севера: А — песец; Б — детёныш тюленя; В — полярный медведь



Рис. 157. Покровительственная окраска гепарда

У некоторых животных существует характерная яркая окраска, образованная чередованием светлых и тёмных полос или пятен (тигры, леопарды, пятнистые олени, детёныши кабана). Такая окраска имитирует чередования света и тени в окружающей природе и делает животных менее заметными в густых зарослях (рис. 157).

В зависимости от условий освещённости способны менять свою окраску хамелеоны, осьминоги и другие животные.

Маскировка. Хорошим средством защиты от врагов служит не только скрывающая окраска, но и маскировка — соответствие формы тела объектам неживой природы. Сходство с предметами окружающей среды позволяет многим животным избегать нападения хищников. Практически неразличима в зарослях морских водорослей рыба-игла. В классе насекомых существует большой (почти 3 тыс. видов) отряд Привиденьевые, или Палочники. Эти насекомые паразитически похожи на палочки, ветки или листья, так что часто их практически невозможно заметить (рис. 158). Многие бабочки и их гусеницы не отличаются по цвету от коры деревьев, на которых они живут, так



Рис. 158. Палочник

что когда они неподвижны, то становятся почти неотличимыми от этой коры. Некоторые насекомые, находясь на деревьях, становятся паразитительно похожими на лишайники. Даже такое крупное животное, как живущая в камыше выпь, которая является одним из видов цапли, имеет такую форму и окраску, что, когда она стоит, вытянувшись среди камышей, может оставаться почти незаметной для хищников.

Предостерегающая окраска.

У ряда животных вместо покровительственной окраски развивается предостерегающая, или угрожающая. Как правило, такая окраска свойственна жалящим или имеющим ядовитые железы насекомым. Птица, отведавшая ядовитую божью коровку или ярко-полосатого шмеля, вряд ли будет пытаться сделать это снова.

Скунс имеет яркую белую полосу на фоне чёрной шерсти (рис. 159), а жерлянка — животное, похожее на лягушку, — в случае опасности поворачивается на спину и показывает врагу своё брюхо, покрытое яркими жёлтыми или красными пятнами, демонстрируя свою несъедобность.

Мимикрия. Многие безобидные животные в процессе эволюции приобрели сходство с ядовитыми видами. Это явление подражания беззащитного вида хорошо защищённым и имеющим предостерегающую окраску неродственным видам называется *мимикрией* (от греч. «мимикос» — подражательный). Непривлекательны для насекомых птиц пчёлы и их подражатели — мухи-журчалки (рис. 160). В Америке обитает неядовитая молочная змея, похожая по внешнему виду и окраске на очень ядовитого кораллового аспида.

Биохимические адаптации. Многие животные и растения



Рис. 159. Скунс



Рис. 160. Мухи-журчалки подражают окраской ядовитым перепончатокрылым насекомым

способны образовывать различные вещества, которые служат им для защиты от врагов и для нападения на другие организмы. Пахучие вещества клопов, яды змей, пауков, скорпионов, токсины растений относятся к такого рода приспособлениям. Некоторые растения, опыляемые мухами, издадут запах гниющего мяса, который этих мух привлекает.

Поведенческие адаптации. Особый тип поведения в тех или иных условиях имеет очень большое значение для выживания в борьбе за существование. В ходе эволюции животные часто вырабатывают такие виды приспособительного поведения, что их вполне можно принять за разумные, а не инстинктивные, как это есть на самом деле.

Среди животных встречаются представители почти всех человеческих профессий — каменщики, плотники, портные, инженеры путей сообщения, производители консервов и многие другие. Стенные пчёлы изготавливают из глинисто-известковой земли и собственной слюны почти полное подобие римского цемента и строят из него на камнях такие прочные жилища, что их можно разрушить только с помощью металлического инструмента. Среди птиц лучшими каменщиками являются ласточки. Деревенская ласточка строит своё гнездо в жилых местах или по соседству с ними (рис. 161). Гнездо сделано из жирной земли, которую птица собирает клювом и перемешивает со слюной, которая придаёт земле твёрдость, и с шерстью и стебельками травы. Такое гнездо весит более 500 г, а так как клюв у ласточки очень мал, ей приходится совершать до 500 путешествий для постройки одного домика.

Плотницкие работы хорошо выполняют жуки-короеды, которые пробуравливают в деревьях галереи (рис. 162). Самка делает галерею шириной с её тело и располагает в ней яички по одному в выемках направо и налево. Из каждого яйца выходит личинка, которая буравит



Рис. 161. Гнездо ласточки



Рис. 162. Ходы жуков-короедов в дереве

галерею почти перпендикулярно материнской. Каждая личинка сверлит прямо перед собой, так что галереи не пересекаются. По мере того как личинка вырастает, галерея расширяется. В самом широком месте личинка превращается в куколку. Через некоторое время вышедшее из куколки взрослое насекомое прокусывает в коре круглую дырку и выходит наружу.

Моллюск, называемый корабельным червём, умеет не только проделывать ходы в древесине, но одновременно и «штукатурит» их, выделяя известковое вещество.

Искусные портные встречаются среди птиц и насекомых. Птичка, называемая травяной камышевкой, живущая на юге Европы, умеет обшивать своё гнездо листьями. По краям каждого листа она проделывает дырки, в которые продёргивает нитки, сделанные из паутины или растительного пуха. Многие гусеницы умеют шить себе одежду. Особенного таланта в этом ремесле достигли личинки платяной моли, с которой человек ведёт упорную борьбу, так как свою одежду она готовит из нашей. Сразу после выхода из яйца личинка одета только в «бельё» из вырабатываемого ею самой шёлка. Но она тут же начинает шить себе платье, подбирая для этого подходящие нитки. По мере того как личинка растёт, она удлиняет и расширяет это платье, делая для этого различные вставки. Если поблизости нет подходящего материала, личинка занимается его поиском, причём передвигается при этом довольно быстро, таща за собой свой чехол. Найдя нужную нитку, моль откусывает от неё кусок своими острыми челюстями и вставляет в требуемое место своей одежды. Таким образом, чехол личинки моли сшит из материи, лицевая сторона которой шерстяная, а изнанка шёлковая. Если личинку выгнать из её чехла, она не вернётся обратно, а будет шить себе новую одежду, причём будет шить «на вырост», чтобы продолжать расти.

Почти все муравьи роют подземные каналы и строят крытые дороги, по которым они в безопасности переходят с одного конца муравей-

ника на другой или отправляются за пищей в какое-либо отдалённое место. Кроме того, некоторые виды муравьёв сооружают загоны, где содержат тлей, которые служат им в качестве домашнего скота, поскольку выделяют сладкое вещество, которым муравьи питаются.

Некоторые перепончатокрылые насекомые (наездники или осы) изготавливают консервы, для того чтобы выкормить своих личинок. Консервами служат жуки, сверчки, гусеницы, кузнечики и другие насекомые, а иногда и пауки. Наездник поражает свою жертву в нервные узлы, полностью лишая её возможности двигаться, а затем откладывает в её тело яйцо. Вылупившаяся личинка может в течение долгого времени питаться своим «домом», который остаётся живым и не теряет своей свежести. Самое интересное, что личинка знает, какие именно части тела жертвы надо есть, чтобы оставить её в живых и избежать преждевременной порчи продукта. Некоторые наездники таким образом приносят пользу сельскому хозяйству, уничтожая вредных гусениц.

Особую важность имеют поведенческие адаптации, связанные с продолжением рода. Брачное поведение, выбор партнёра, образование семьи, забота о потомстве — эти типы поведения являются врождёнными и видоспецифичными, т. е. у каждого вида существует своя программа полового и детско-родительского поведения.

Существует ещё много примеров поразительно сложного приспособительного поведения, проявляющегося даже у животных, обладающих самой примитивной нервной системой. Объяснить все эти сложнейшие процессы с помощью случайных мутаций и естественного отбора часто бывает затруднительно. Поэтому всегда существовали эволюционные теории, если не противоречащие дарвинизму, то хотя бы дополняющие его.

Проверьте свои знания

1. Приведите примеры приспособленности организмов к условиям существования.
2. Почему одни животные имеют яркую, демаскирующую окраску, а другие, наоборот, — покровительственную?
3. В чём заключается сущность мимикрии?
4. Распространяется ли действие естественного отбора на поведение животных? Приведите примеры.

Задания

1. Приведите известные вам примеры мимикрии и маскировки. Сравните эти два типа приспособлений. В чём их сходство и различия?
2. Есть паразит, который обитает в теле муравьёв. Промежуточным его хозяином является овца. Подумайте и обсудите, каким образом

паразит обеспечивает попадание «своего» муравья-хозяина в пищеварительную систему овцы, учитывая, что овца сама съедает муравья, хотя обычно муравьями не питается.

3. Любые адаптации обладают относительной целесообразностью. При изменении условий адаптации могут потерять свою приспособительную ценность и даже принести вред их обладателю. Согласны ли вы с этим утверждением? Приведите аргументы в его пользу.
4. Назовите птиц, изображённых на рисунке 154. Как строение их клюва связано с образом их жизни и типом питания?

§ 51

ДРУГИЕ ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ИДЕИ

Тот, кто признаёт закон полового подбора, будет приведён к любопытному заключению, что мозговая система не только управляет большинством существующих отправлений тела, но имела косвенное влияние и на прогрессивное развитие различных органов в теле и некоторых умственных качеств. Смелость, воинственность, настойчивость, сила и рост, орудия всякого рода, музыкальные органы, как голосовые, так и инструментальные, яркие цвета, полосы и пятна, украшающие придатки, — всё это было приобретено одним или другим из полов под влиянием любви и ревности, вследствие умения ценить прекрасное в звуках, цветах или форме и вследствие свободы выбора; а все эти способности ума, очевидно, зависят от развития системы головного мозга.

Ч. Дарвин. Происхождение человека и половой подбор

В современном обыденном сознании понятия «дарвинизм» и «эволюция» кажутся неразделимыми, чуть ли не синонимами. Если спросить у неосведомлённого человека, что же сделал Дарвин, ответов, скорее всего, будет два: «Он впервые создал теорию эволюции» и «Он сказал, что человек произошёл от обезьяны». Оба ответа неверны. Дарвин создал не первую и не единственную теорию эволюции, да и к тому же был не вполне уверен в её абсолютной справедливости. Что же касается происхождения человека, то об этом Дарвин писал не в «Происхождении видов», а совсем в другой книге, которая называется «Происхождение человека и половой подбор» и где понятие отбора используется совсем в другом смысле.

Мы уже познакомились с основными положениями синтетической теории эволюции, которая также называется неodarвинизмом и претендует на развитие основных идей Дарвина. Сам Дарвин, однако, не был ортодоксальным дарвинистом. Обобщив огромный фактический материал, он предложил теорию естественного отбора в качестве

гипотезы, прекрасно понимая её многочисленные недостатки. В отличие от своих последователей, Дарвин не противопоставлял себя Ламарку и допускал наследование приобретённых признаков. Наоборот, он фактически вернул к жизни уже почти забытые к тому времени идеи Ламарка и многократно опирался на них в своих трудах, особенно в последний период своей научной деятельности. В предисловии ко второму изданию «Происхождения человека» он пишет: *«Критика нередко обвиняла меня в том, будто я приписываю все изменения в строении тела и умственных способностях исключительно влиянию естественного отбора на так называемые спонтанные изменения; а между тем я уже в первом издании «Происхождения видов» ясно указывал, какое большое значение следует придавать унаследованным последствиям употребления и неупотребления органов в отношении телесной и умственной организации. Сверх того, известную долю изменений я приписываю прямому и продолжительному действию изменённых условий жизни, так же как и случайным возвратам к прежнему строению».*

Таким образом, Дарвин не считал естественный отбор единственным механизмом эволюции, да и вообще, будучи чрезвычайно скромным человеком, вовсе не претендовал на роль мессии, создателя новой биологии и чуть ли не новой философии. Это сделали за него последователи, восторженно поддержанные широкой научной, а главное, околонаучной общественностью, в подавляющем большинстве ничего не понимающей ни в эволюции, ни вообще в биологии. Эти последователи увидели в «Происхождении видов» столь близкий им вызов «реакционерам и церковникам». Достаточно сказать, что «Происхождение видов» немедленно после выхода в свет стало бестселлером: первое издание, вышедшее тиражом 1250 экземпляров, разошлось в один день. Всего же при жизни Дарвина было опубликовано шесть английских, три американских, пять немецких, три русских, три французских и по одному итальянскому, голландскому и шведскому изданию. Книга шла нарасхват и читалась широкой публикой — лучшее доказательство того, что она была воспринята скорее как идеологическая программа, чем как научная работа. Тех, кто пытался указывать на слабые места теории и отсутствие в ней серьёзных доказательств, просто обвиняли в реакционности и потворстве церковникам, за что они могли быть подвергнуты бойкоту и остракизму. (К самому Дарвину это не относится — он как раз был очень внимателен к критике.) А возражения, надо сказать, были достаточно серьёзные.

Работа Н. Я. Данилевского. Одним из первых выступил с критикой теории естественного отбора и его роли в эволюции русский зоолог Николай Яковлевич Данилевский (1822—1895). Труд Данилевского, написанный почти на 1500 страницах, содержит тысячи цитат из Дарвина, подробное прослеживание его мысли от издания к изданию, анализ критикуемых примеров и аргументов в сочетании с описанием огромного количества фактов, собранных самим Данилев-

ским. В итоге Данилевский приводит 15 главных ошибочных выводов Дарвина. Среди них указание на неправомерность отождествления механизма естественного отбора с искусственным, так как селекционер отбирает организмы с признаками, выгодными не самому организму, а именно селекционеру, в их числе могут оказаться и уродства (карликовость, кривые ноги таксы, наследственное заболевание мозга у голубя-турмана и др.). К тому же в результате искусственного отбора, длящегося уже несколько тысячелетий, не возникло ни одного нового вида. Данилевский также возвращается к возражению Кювье, утверждая, что «жизнеспособность организма при смене окружающих условий зависит от одновременного изменения большого комплекса признаков, и всякое единичное изменение будет вредно, так как нарушит соответствующую корреляцию». Кроме того, Данилевский говорит о бесполезности, а, возможно, чаще — о вредности в момент зарождения будущих полезных признаков. Было бы нелепым ожидать от слепого подбора сохранения таких изменений в предвидении их будущей пользы, если её нельзя извлечь в данный момент. Конструируя гипотетические примеры нарастания преимущества признака от поколения к поколению, Дарвин за неимением реальных переходов опирается на пользу новых признаков, беря их уже в готовой форме, как они представлены у сформировавшихся видов. И наконец, Данилевский делает важное замечание, которое согласуется с математической теорией вероятностей и, кстати, применимо к теории происхождения жизни путём химической эволюции. Сколь ни длительна история Земли, а времени для образования органического мира с помощью естественного отбора не могло хватить. Разница между реально истекшим временем и потребностью в нём по теории Дарвина слишком велика.

Перечисленные возражения представляют лишь небольшую часть критики теории Дарвина со стороны Данилевского и других биологов, однако современники, зачарованные простотой и материалистичностью дарвинизма, не обратили на них в то время никакого внимания.

Теория номогенеза. Критика СТЭ и появление новых, не согласующихся с ней теорий, возродились в прошлом веке. Одной из таких теорий стала теория *номогенеза* (от греч. «номос» — закон, «генез» — происхождение), предложенная в 1922 г. российским биологом и географом академиком Львом Семёновичем Бергом (1876—1950). Под номогенезом понимают целенаправленный характер эволюции, программа которого была заложена уже в первых молекулах, составлявших живые клетки. Если биогенетический закон утверждает, что онтогенез есть краткое повторение филогенеза, то, по мнению Берга, филогенез — это чрезвычайно растянутый во времени онтогенез. Точно так же, как из зиготы в соответствии с определёнными закономерностями развивается взрослый организм, из первых обитателей Земли развилась современная флора и фауна. При этом Берг

полагает, что переход от одного таксона к другому совершается не как у Ламарка и Дарвина путём мелких последовательных изменений, а скачками, приводящими к внезапному возникновению новых устойчивых форм. Такие теории носят название *сальтационистских* (от лат. «сальтус» — скачок) в противоположность *градуалистским* теориям, подобным ламаркизму и дарвинизму.

В пользу сальтационизма говорят уже упомянутые аргументы Кювье, Данилевского и других исследователей, утверждавших, что организм может быть жизнеспособен только в том случае, если все его органы объединены в согласованно работающую систему. В рамках этого подхода в настоящее время рассматривается возможность макромутаций, т. е. глобальных внезапных перестроек генной и хромосомной системы организма, приводящих к возникновению принципиально новой организации.

Большие успехи, достигнутые в исследовании вирусов и механизмов переноса ими чужеродной ДНК, позволили выдвинуть гипотезу, что эволюция видов могла происходить не в изоляции от других, а путём обмена наследственными факторами при попадании вируса из организма одного вида в организм другого.

Главная проблема теории эволюции заключается в том, что представители нового вида не могут возникать поодиночке. Иначе где они найдут себе партнёра для продолжения рода? Следовательно, для возникновения нового вида должны произойти крупные генетические изменения у многих особей в одно и то же время и на одной и той же территории. Каким образом это могло случиться? Убедительного ответа на этот вопрос пока ещё нет.

Проверьте свои знания

1. Как Дарвин относился к взглядам Ламарка о наследовании приобретённых признаков?
2. В чём заключались возражения Данилевского Дарвину? Как вы считаете, насколько обоснованны эти возражения?
3. Что такое градуалистские и сальтационистские эволюционные теории?
4. В чём заключается теория номогенеза?

Задания

1. Используя дополнительную литературу и ресурсы Интернета, подготовьте сообщение или презентацию о современных эволюционных идеях.
2. Объясните, в чём некорректность фразы «Человек произошёл от обезьяны». Как её надо переформулировать, чтобы она соответствовала эволюционной теории?