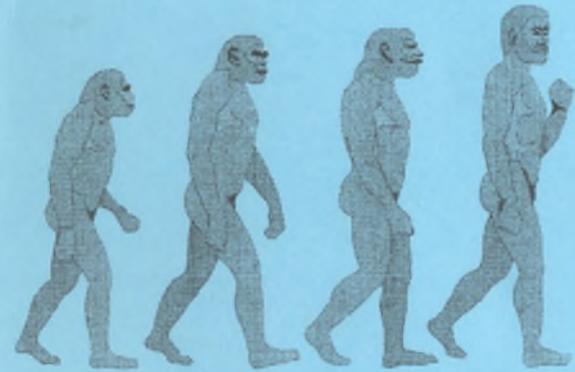
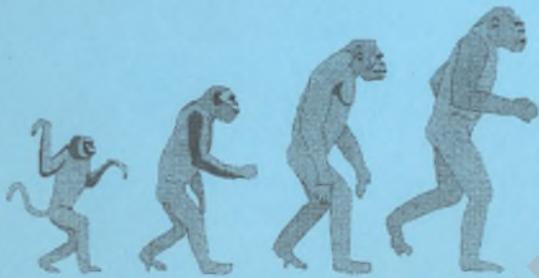


ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ



ISBN 985-435-726-0



9 789854 357263

УДК 576.11(075.8)
ББК 28.4я73
Э158

Печатается по решению редакционно-издательского совета БГПУ
Рекомендовано секцией естественных и сельскохозяйственных наук БГПУ
(протокол № 5 от 02.12.03 г.)

Составитель Н. Д. Лисов, кандидат биологических наук, доцент,
заведующий кафедрой общей биологии БГПУ

Рецензент З. И. Шелег, кандидат биологических наук, доцент

Э158 **Эволюционное учение: Метод. материалы к семинарским занятиям** / Сост.
Н. Д. Лисов.— Мн.: БГПУ, 2004.— 60 с.
ISBN 985-435-726-0

Методические материалы включают планы семинарских занятий по эволюционному учению, рекомендательную литературу по каждой теме, методические рекомендации, задания практического характера.

Адресованы студентам V курса факультета естествознания, обучающимся по основной или дополнительной специальности «Биология».

УДК 576.11(075.8)
ББК 28.4я73

ISBN 985-435-726-0

© Составление. Н. Д. Лисов, 2004
© УИЦ БГПУ, 2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

Эволюционное учение является обобщающим курсом, который завершает изучение всего цикла биологических дисциплин в педагогическом университете. Это не случайно, так как эволюционное учение выявляет наиболее общие закономерности, действующие в живой природе.

В процессе изучения предмета студент сталкивается с необходимостью глубокого философского и теоретического осмысления тех явлений и фактов, с которыми он встречался при изучении других дисциплин. В курсе эволюционного учения идет познание живой природы на более высоком уровне, требующем глубокого теоретического обобщения. При изучении этого предмета студенты должны опираться на знания, приобретенные в курсах ботаники, зоологии, микробиологии, гистологии с основами эмбриологии, физиологии растений, физиологии человека и животных, генетики, цитологии, экологии и др.

Особое значение приобретает подготовленность студентов в области философии.

В соответствии с учебным планом, на семинарские занятия отводится 40 часов. Учитывая, что в современных условиях большое внимание уделяется самостоятельной работе студентов, настоящие материалы окажут им неоценимую помощь при подготовке к семинарским занятиям, так как значительная часть материала не читается в лекционном курсе.

На семинарские занятия выносятся наиболее важные вопросы курса. Им уделяется особое внимание, поскольку они не только ключевые вопросы курса, но и центральные в школьном курсе биологии. Будущий учитель должен уметь объяснить, что такое биологическая эволюция, почему она происходит, на каком уровне организации живого осуществляется эволюционный процесс, каковы движущие силы и результаты эволюции, какие существуют в современной науке гипотезы происхождения жизни на Земле, в чем заключаются особенности эволюции человека и т. д. Таким образом, изучение эволюционного учения способствует не только повышению научно-теоретического уровня студентов, формированию их мировоззрения, но и профессиональной подготовке будущего специалиста-биолога.

СЕМИНАР № 13

Тема: Морфологические закономерности эволюции

Вопросы

1. Прогресс и регресс в эволюции:
 - а) биологический прогресс и его критерии;
 - б) морфофизиологический прогресс;
 - в) регресс (биологический и морфофизиологический).
2. Пути достижения биологического прогресса:
 - а) арогенез;
 - б) аллогенез;
 - в) катагенез;
 - г) соотношение разных типов эволюции групп.
3. Общие закономерности макроэволюции.

Литература

Северцов А. Н. Главные направления эволюции. М., 1969.
Иорданский Н. Н. Эволюция жизни: Учеб. пособие. М., 2001. С. 359—393.
Шмальгаузен И. И. Проблемы дарвинизма. М., 1969.
Назаров В. И. Учение о макроэволюции: На путях к новому синтезу. М., 1991.
Иорданский Н. Н. Основы теории эволюции. М., 1979.
Иорданский Н. Н. Макроэволюция: Системная теория. М., 1994.

Методические рекомендации

Главные направления органической эволюции. Эволюция органического мира идет в восходящем порядке, по пути повышения организации. Это было обосновано теорией Ч. Дарвина и доказано палеонтологической летописью. Однако возникает вопрос, почему же в современной фауне одновременно с высокоорганизованными продолжают существовать низкоорганизованные формы? Когда эта проблема встала перед Ж. Б. Ламарком, убежденным в присутствии всем живым существам неуклонном стремлении к совершенствованию, он вынужден был прийти к признанию постоянного самозарождения простых организмов из неорганической материи. Ч. Дарвин считал, что существование высших и низших форм не представляет затруднений для объяснения, т. к. естественный отбор, или переживание наиболее приспособленных не предполагает обязательного прогрессивного развития — он только дает преимущество тем изменениям, которые благоприятны для обладающего ими существа в сложных условиях жизни. А если в этом нет никакой пользы, то естественный отбор или не будет вовсе совершенствовать эти формы, или усовершенствует их в очень слабой степени, так что они сохраняются на бесконечные времена на их современной низкой степени организации.

К этой проблеме уже в начале 20-х гг. нашего столетия обратился А. Н. Северцов, а в 1925 г. вышла его книга «Главные направления эволюции». Это учение в дальнейшем было развито его учеником и продолжателем идей И. И. Шмальгаузеном.

Необходимо разобраться в истолковании слова «прогресс». А. Н. Северцов указал на необходимость четкого разграничения понятий «биологический прогресс» и «морфофизиологический прогресс». Если первый можно трактовать как процветание вида или более крупной таксономической группы, то второй есть одно из направлений биологического прогресса, т. е. его частная форма. Ознакомьтесь с критериями биологического прогресса, приведите примеры групп животных и растений, находящихся в состоянии процветания.

Биологический регресс — явление противоположное биологическому прогрессу. Отсюда вытекают и черты, характеризующие его. Обратите внимание, что биологический регресс не сопровождается морфофизиологическим регрессом, затухающая группа может испытывать даже некоторый морфофизиологический прогресс. Биологический регресс ведет к вымиранию группы.

Прогрессивная эволюция осуществляется через биологический прогресс, который достигается разными путями.

Рассмотрите главные пути эволюции органического мира. Обратите внимание на арогенезы, сопровождающиеся такими морфофизиологическими прогрессивными изменениями, которые обеспечивают более высокий уровень жизнедеятельности и, являясь адаптацией универсального характера, гарантируют возможность расширения среды обитания. Подберите примеры арогенезов, опираясь на знание зоологического материала. Обратите внимание на то, что наиболее яркие примеры арогенезов встречаются в характеристике крупных таксонов, так как их возникновение сопровождалось в эволюции серией ароморфозов.

Все остальные направления эволюции связаны с адаптацией к частным условиям обитания. Их подразделяют на 5 видов. Разобраться в их сущности поможет следующее сопоставление: аллогенез — телогенез, гипергенез — гипогенез и катагенез. Анализируя этот материал, выясните значение каждого из них в эволюции. Особое внимание обратите на гипогенез, рассматриваемый И. И. Шмальгаузеном как особая форма катагенеза. Выражающийся в недоразвитии отдельных органов или всего организма, гипогенез мог вести к выпадению взрослой стадии. Например, личинка приступает к размножению не достигая стадии взрослого организма. Такое явление называется *неотенией*. В этом случае имеет место вторичное упрощение организма или деспециализация, открывающая возможности дальнейшего прогрессивного развития. Так, считают допустимым происхождение насекомых от личиночных форм многоножек, хордовых — от личинок иглокожих, плоских червей — от личиночных форм кишечноротовых.

Познакомившись с различными направлениями эволюции, разберитесь в их соотношении в поступательном процессе развития органического мира. Обратите внимание, что одновременно с восходящей линией арогенеза в одной ветви органического мира, в других ветвях имеют место иные направления эволюции, не сопровождающиеся существенным повышением уровня организации; следствием

этого будет возникновение высокоорганизованных групп при сохранении более низкоорганизованных их современников.

Вымирание. Обращаясь к изучению этого вопроса, нужно помнить, что вымирание — закономерный процесс в эволюции. Здесь надо иметь в виду, что главным фактором эволюции является естественный отбор, который может привести к полному вымиранию вида или более крупную систематическую группу. Это происходит в том случае, когда организмы данной группы не могут стать победителями в борьбе за жизнь, что ведет к снижению размножаемости, уменьшению численности, т. е. наблюдается биологический регресс, ведущий к вымиранию. Такая ситуация может сложиться при вытеснении одного вида другим, или под воздействием абиотических факторов, когда физические условия изменились, а морфофизиологические особенности организмов остались прежними. Это несоответствие обрекает вид на вымирание. Возможность вымирания специализированных форм при смене условий более вероятна, потому что они имеют ограниченную пластичность по сравнению с малоспециализированными. С этих позиций проанализируйте вымирание динозавров в конце мезозойской эры.

Конкретную причину вымирания той или иной ископаемой формы назвать трудно. В каждом случае, очевидно, имела место совокупность действующих сил, определивших этот процесс, но нужно помнить, что вид — это элемент биогеоценоза, связанный с другими его компонентами множественными связями. Те или иные нарушения биогеоценоза могут быть косвенной причиной вымирания вида.

Направленность эволюционного процесса. Этот вопрос имеет большое методологическое значение. Речь идет о направленности эволюции, которая определяется действием естественного отбора. Направленность трактовалась (и в настоящее время имеет место) как выражение реализации «конечной цели» (принцип градации Ж. Б. Ламарка) или результат действия внутренней нематериальной силы. Разберитесь в этом материале и усвойте, что говоря о направленности эволюционного процесса мы имеем в виду определенный ход развития органического мира, обусловливаемый действием естественного отбора в данных конкретных условиях среды.

Хорошим примером, свидетельствующим об отсутствии заранее запрограммированного хода эволюции, служат ископаемые остатки летающих и планирующих ящеров. Это различные формы птерозавров, на определенное время завладевших воздушным пространством; это своеобразные небольшие формы типа ногокрыла и чешуйчатника удивительного и, наконец, археоптерикс. Не это ли картина попыток овладения воздушным пространством и приспособлений к полету, которую можно назвать ситуацией проб и ошибок! И только одна эволюционная линия, оказавшаяся на пути рациональных преобразований и приобретшая соответствующие адаптации, привела к возникновению птиц. Очевидно, остальные попытки приспособления к полету оказались неудачными и завершились полным исчезновением этих групп рептилий.

Итак, эволюция не имеет заранее запрограммированного хода, а ее направленность обусловливается действием естественного отбора. Но возникает вопрос: как может действовать отбор на начальных этапах формирования органов, когда

новая структура еще слабо выражена и ее изменения не могут служить точкой приложения его действия? Этот вопрос ставил в затруднительное положение еще Ч. Дарвина. Особенно сложно понять возникновение в эволюции таких органов, как челюстной аппарат, слуховые косточки в среднем ухе у наземных четвероногих, плавательный пузырь костистых рыб и т. п. Едва ли начальные этапы формирования этих органов обеспечивали их обладателям преимущество в борьбе за жизнь и выживание.

В начале XX в. предпринимались попытки объяснения этого феномена. Однако проблему пытались решить с позиции мутационной теории, считая возможным внезапное, скачкообразное возникновение бесполезного органа, который затем мог пригодиться в определенных условиях и стать чертой приспособленности формы к новым условиям. По мнению одного из авторов теории преадаптации Л. Кено, освоение новой среды обитания для любого вида организмов возможно только при наличии определенных особенностей строения и физиологии, дающих возможность существовать в новых условиях, но возникающих еще в прежней среде обитания вида. Такие приспособления он назвал преадаптивными свойствами или преадаптацией.

В последующие годы этой проблеме было уделено значительное внимание, она нашла широкое освещение в литературе. В настоящее время более или менее четко определилось содержание термина «преадаптация». Н. Н. Иорданский указывает, что назвать преадаптивными можно такие особенности организма (или органа), которые имеют приспособительную ценность для еще неосуществленных форм взаимоотношений организма и среды или для еще не приобретенных органами функций. Теория преадаптации позволяет понять такие кардинальные моменты в эволюции животных, как выход позвоночных на сушу. Ясно, что легкие, как органы дыхания атмосферным воздухом, конечности, обеспечивающие передвижение по суше, должны были возникнуть еще у водных предков как приспособление частного порядка. Пресноводные кистеперые, обитавшие в обширных пресных водоемах тропического пояса, имели приспособление для дополнительного дыхания в виде выпячиваний задней части глотки. В периоды недостатка кислорода в воде рыбы заглатывали пузырьки воздуха и так переживали неблагоприятное для своего существования время. Такие дополнительные органы дыхания могли явиться преадаптацией к переходу на воздушное дыхание у потомков кистеперых рыб — земноводных. То же надо сказать и о специфических конечностях кистеперых, обладающих выдвинутым скелетом, одетым мышцами. Такие конечности, присоединяющиеся к скелету с помощью базалий, подобных плечевым костям наземных позвоночных, обеспечивали передвижение по дну хищных кистеперых рыб, подстерегающих свою добычу. Они тоже явились преадаптацией к появлению наземных четвероногих животных. Таким образом, адаптации небольшой группы водных животных явились основой крупнейшей ароморфозов, обеспечивающих появление на Земле новой крупной таксономической группы — класса земноводных.

К сказанному надо добавить, что чаще на теорию преадаптации опираются при анализе конкретных этапов эволюции отдельных групп животных. Но ее значение может быть шире.

Неограниченность эволюции. Изучение эволюции органического мира во всех ее проявлениях показало, что это процесс смены старых и становление новых приспособлений. В свою очередь, новые адаптации возникают под воздействием естественного отбора с изменением окружающей среды. Исходя из этого, попробуйте мотивировать положение о непрерывности процесса эволюции, о ее неограниченности. При этом надо иметь в виду не только изменение абиотической среды, но и биологического окружения, с развитием научно-технической революции важным фактором преобразования отдельных видов и их комплексов становится человек. Приведите примеры воздействия человека на эволюцию органических форм.

Темпы эволюции. Этот вопрос важен для выяснения причин неравномерности скорости эволюционного преобразования групп. Но он имеет и практический аспект: выявление закономерностей, определяющих темпы эволюции, позволит предвидеть возможность эволюционных преобразований болезнетворных микроорганизмов, скорость возникновения резистентности насекомых, устойчивость популяций крыс к коагулянтам и т. д.

Если рассмотреть весь процесс исторического развития органического мира, то совершенно очевидно, что темпы эволюции постепенно возрастают. На становление клетки природа затратила миллиарды лет, а время возникновения такой совершенной группы животных, как птицы, составило около 50—55 млн. лет.

Однако анализ палеонтологического материала свидетельствует о том, что темпы или скорость эволюции различных крупных таксонов крайне неравномерны. Эта проблема стала предметом исследования и в настоящее время нашла отражение в научной литературе (Симпсон, 1948; Шмальгаузен, 1969; Иорданский, 1979).

Подсчитать время, затрачиваемое природой на становление нового крупного таксона, достаточно сложно, но с известным приближением возможно. Приведем некоторые примеры. Н. Н. Иорданский указывает, что организация рептилий сложилась в среднем и верхнем карбоне (т. е. примерно за 30—40 млн. лет). А дальше, в течение почти 300 млн. лет, шел процесс адаптивной радиации, приведшей в широкому разнообразию этой группы животных в мезозое и в настоящее время. На становление основных черт птиц (серия ароморфозов) потребовалось 50—55 млн. лет, а время возникновения млекопитающих охватывает период 35—40 млн. лет. Как видно из приведенных примеров, время ароморфной эволюции новой группы сравнительно невелико, тогда как процесс адаптивной радиации, расселения этой группы и нарастания разнообразия занимает значительно больший отрезок времени.

Неравномерность темпов эволюции имеет свои причины, но их выяснение достаточно сложное. В настоящее время выдвинут ряд гипотез. Не все они оказались состоятельными, поэтому отметим наиболее возможные и объяснимые. По мнению И. И. Шмальгаузена, значительную роль в определении темпов эволюции играют внешние факторы. Они включают две взаимосвязанные группы: географические условия (изменения в распределении материков и морей, изменения климата) и экологические факторы. Это, в известной мере, подтверждается данными геологии и палеонтологии. Так, горообразовательные процессы в силуре, перми, на

границе мезозоя и кайнозоя сопровождались резкими колебаниями климата, что приводило к радикальному изменению всей флоры и фауны на огромном пространстве суши и в морях: вымиранию одних форм и широкому распространению новых, более прогрессивных групп.

Но изменения внешних условий чаще приводят к адаптивной радиации уже возникшей новой группы более высокого ранга. А в возникновении ароморфозов эти изменения среды нельзя рассматривать в качестве причины, так как разные филетические линии, подвергающиеся одним и тем же воздействиям, эволюционируют с разной скоростью и ароморфозы возникают далеко не в каждой группе.

Интересную концепцию выдвигает Н. Н. Иорданский. Он считает, что ключ к пониманию высоких темпов макроэволюции надо искать в самой ее специфике — в ароморфозах. Исходя из их неравноценности, ученый предлагает выделить категорию ключевых ароморфозов, которые «существенно изменяют взаимодействия его систем, открывая новые возможности функционирования и эволюционного преобразования различных органов». То есть это такие морфофизиологические прогрессивные изменения, которые открывают возможность дальнейших ароморфных преобразований, но без первых, ключевых, их возникновение невозможно. Ключевым ароморфозом в эволюции амниот явился механизм вентиляции легких с помощью работы грудной клетки. Это повлекло за собой ряд существенных перестроек организации; исчезновение кожного дыхания обусловило усиление процесса ороговения эпидермиса, что было важным условием предохранения организма от высыхания. Произошли изменения и в кровеносной системе в связи с утратой кожного дыхания, что впоследствии открыло возможность полного разделения артериального и венозного русла крови (у птиц и млекопитающих). С появлением нового механизма дыхания ротоглоточная полость и подъязычный аппарат утратили роль дыхательного насоса, что привело к совершенствованию конструкции черепа.

В филогенезе птиц ключевым ароморфозом считают появление перьевого покрова. Попробуйте по аналогии с предыдущим примером определить ряд других ароморфных изменений в эволюции птиц, реальный путь которым открывает ключевой ароморфоз.

Итак, ключевой ароморфоз (один или несколько) знаменует появление новой большой таксономической группы более высокого ранга. Чем же определяется в одних случаях быстрая эволюция этой группы и нарастание ее многообразия, а в других — длительное время этого не происходит? И. И. Шмальгаузен выделил следующие причины, влияющие на скорость процессов образования видов, родов, семейств.

Пищевые связи. В основе «цепей питания» стоят растительные формы, а верхние звенья — хищники. В верхних звеньях идет избирательная элиминация, открывающая путь к их эволюционному развитию. В низших группы организмов подвержены массовой неизбирательной элиминации. В этом случае отбор идет в направлении увеличения плодовитости. Такие группы становятся базой высших животных, и прогрессивная эволюция здесь не имеет места. Анализ материалов по фауне различных геологических пластов подтверждает указанную закономерность.

СЕМИНАР № 14—15

Тема: Происхождение и развитие жизни на Земле

Вопросы

1. Развитие представлений о сущности жизни:
 - а) определение жизни. Жизнь как особая форма движения материи;
 - б) общие свойства живого;
 - в) роль живого вещества в геохимических прогрессах в биосфере (по В. И. Вернадскому);
 - г) геологические, космические и биотические факторы изменения условий жизни;
 - д) эволюционные преобразования — необходимое условие существования жизни на Земле.
2. Гипотезы происхождения жизни на Земле:
 - а) механистические гипотезы;
 - б) космические гипотезы;
 - в) гипотезы стационарного состояния;
 - г) теистические гипотезы (современный креационизм).
3. Биохимическая гипотеза:
 - а) взгляды А. И. Опарина, Дж. Б. Холдейна, Дж. Берналла на происхождение жизни;
 - б) основные этапы химической эволюции и их экспериментальное моделирование (эксперименты С. Миллера, Г. Юри, С. Фокса, Д. Оро и др.);
 - в) условия образования биополимеров (взгляды Донеша и Семионеску, С. Фокса, Гольданского, Викрамасингха, Хойла и др.).
4. Становление клеточной организации:
 - а) появление клеток, развитие метаболизма и репродукции пробионтов;
 - б) проблема возникновения генетического кода;
 - в) оформление ядра и полового процесса, происхождение эукариот (аутогенная и симбиотическая гипотезы);
 - г) эволюция энергетических процессов (брожение, фотосинтез, дыхание).
5. Возникновение и развитие многоклеточной организации:
 - а) гипотезы возникновения многоклеточных животных;
 - б) возникновение многоклеточности у растений.
6. Общая схема развития жизни на Земле:
 - а) филогенетические связи основных групп организмов;
 - б) эволюция растительного мира;
 - в) эволюция животного мира;
 - г) эволюция биосферы.

Литература

- Бернал Д. Возникновение жизни. М., 1969.
Воробьева Э. И. Проблема происхождения наземных позвоночных. М., 1992.
Иванов А. В. Происхождение многоклеточных. Л., 1968.
Кальвин М. Химическая эволюция. Молекулярная эволюция, ведущая к возникновению живых систем на Земле и на других планетах. М., 1971.

Так, высшие беспозвоночные — членистоногие — в силуре вышли на сушу и начали активно ее заселять. Появление амфибий изменило соотношение сил, и в течение карбона они безраздельно господствовали и активно эволюционировали. Появившиеся рептилии заняли место высшего звена в пищевых цепях и начали истреблять амфибий. Каждая вновь появляющаяся группа, занимая господствующее положение, испытывала активную адаптивную радиацию. И, наоборот, медленные эволюционные преобразования свойственны таким группам, как диатомовые водоросли, радиолярии, кольчатые черви и другие, многие из видов которых дошли до наших дней с палеозоя почти неизменными.

Активность организма. Считают, что насекомые активно эволюционировали несмотря на высокую истребляемость, благодаря активности. То же можно сказать о высших раках, головоногих моллюсках. Пассивная жизнь, малоподвижный образ жизни, наличие у форм пассивных средств защиты является тормозом в процессе эволюции (фораминиферы, губки, кораллы, раковинные моллюски).

Изменение соотношений видов и их комплексов в биогеоценозах. Это явление имеет место при климатических и географических изменениях, когда часть видов вымирает, могут появиться иммигранты, нарушающие существовавшие ранее связи. В случае захвата новых территорий, где имеются достаточные жизненные средства, нет опасных хищников и конкурентов, создаются благоприятные условия для быстрого размножения и эволюции. Примером данного положения является эволюция фауны Байкала — озера тектонического происхождения, образование которого произошло в третичном периоде. Большое количество эндемиков — прямое доказательство эволюции этих групп животных в Байкале. Известно 37 видов байкальских бокоплавов, из которых 36 эндемичны. Причина широкого видообразования — экологическое расхождение, занятие разных мест обитания в озере.

В заключение надо отметить, что максимальные темпы эволюции определяются не одним каким-либо фактором, а оптимальным сочетанием ряда факторов.

Необратимость эволюции. В этом вопросе надо выделить ряд моментов. Во-первых, следует обратить внимание на то, что впервые в исчерпывающей форме эта проблема была сформулирована Ч. Дарвином, что дает основание еще раз убедиться в диалектическом понимании процесса эволюции великим английским натуралистом. Далее этот вопрос был развит в трудах бельгийского палеонтолога Л. Долло, чье имя и было дано закону необратимости эволюции, суть которого сводится к следующему: организм не может вернуться даже частично к прежнему состоянию, уже осуществленному в ряду его предков. Обыкновенный прудовик, являясь водным животным, дышит «легким» — видоизмененной мантийной полостью, в то время как типичными органами дыхания моллюсков являются жабры «ктенидии». Понять своеобразие органов дыхания прудовиков можно с позиции необратимости эволюции: их предки вышли на сушу, приобрели орган воздушного дыхания, а затем снова попали в воду, где сохранили дыхание атмосферным воздухом. То же можно сказать и о водных насекомых, которые сохранили в качестве органов дыхания трахейную систему.

Приведите другие примеры необратимости эволюции, опираясь на знания зоологии.