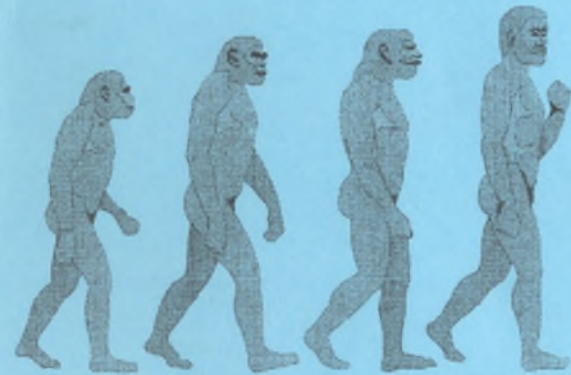
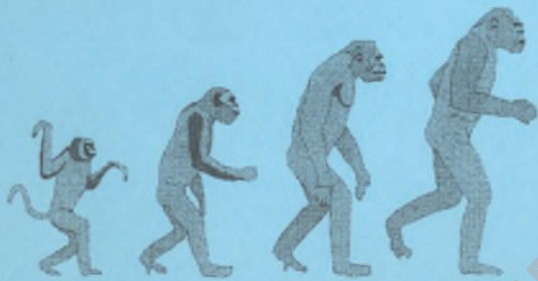


# ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ



ISBN 985-435-726-0



9 789854 357263

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

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 № 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.

- Кимура М. Молекулярная эволюция: Теория нейтральности. М., 1985.  
Колчинский Э. И. Эволюция биосферы: Историко-критические очерки исследований в СССР. Л., 1990.  
Коуэн Р. История жизни. Киев, 1982.  
Красилов В. А. Происхождение и ранняя эволюция цветковых растений. М., 1989.  
Опарин А. И. Возникновение и начальное развитие жизни. М., 1966.  
Руттен М. Происхождение жизни. М., 1973.  
Федотов Д. М. Эволюция и филогения беспозвоночных животных. М., 1966.  
Фокс С., Дозе К. Молекулярная эволюция и возникновение жизни. М., 1975.  
Семинеску К., Денеш Ф. Происхождение жизни. Химические теории; Пер. с рум. М., 1986.

### Методические рекомендации

Приступая к изучению этой темы, необходимо, в первую очередь, уяснить сущность жизни, используя для этого известные определения жизни. Далее необходимо вспомнить общие свойства живых организмов, которые отличают их от объектов неживой природы, выяснить роль живого вещества в биосфере (по В. И. Вернадскому), проанализировать изменение условий жизни на Земле под влиянием космических, геологических и биотических факторов. Важно понять, что живые организмы существенно изменяют окружающую среду таким образом, что в итоге сами вынуждены изменяться под влиянием произошедших изменений, иными словами, эволюционные преобразования являются необходимым условием существования жизни на Земле.

Далее целесообразно рассмотреть наиболее распространенные гипотезы происхождения жизни на Земле; подробно проанализировать биохимическую гипотезу Опарина-Холдейна. При этом особое внимание обратить на экспериментальные доказательства отдельных этапов эволюции, выделяемых в рамках биохимической концепции, выяснить условия, при которых было возможно осуществление того или иного этапа возникновения биомолекул и первых дискретных биологических систем.

Серьезное внимание нужно уделить процессам становления клеточной организации, возникновению генетического кода, клеточного метаболизма, механизмов воспроизведения организмов, эволюции энергетических процессов.

В заключительной части этой темы необходимо рассмотреть основные концепции биологической эволюции, приведшей к многообразию современного органического мира, выяснить филогенетические связи между отдельными крупными группами организмов в рамках царств живой природы.

Рассматривая вопросы происхождения и эволюции жизни на Земле, важно учитывать две основные категории — детерминированность и вариативность, которые во многом определяют эволюцию жизни.

Детерминированность и вариативность — две противостоящие категории, наиболее полно и ярко проявляющиеся в процессе развития жизни на Земле и демонстрирующие, в связи с этим, известный философский закон о единстве и борьбе противоположностей. Именно эти две категории постоянно вступают в противоречие друг с другом на каждом этапе эволюции, находясь при этом в постоянном неразрывном единстве, дополняя и развивая друг друга. По смыслу эти категории во многом перекликаются с такими противостоящими понятиями, как стабильность и изменчивость. Особенно эта связь прослеживается на генетическом уровне на первых этапах эволюции.

Основой жизни с самого начала ее возникновения являлась нуклеиновая кислота — структура, осуществляющая репликацию генетического материала, пере-

дающуюся потомкам. То есть основным параметром в этом процессе выступает стабильность — точное воспроизведение потомства. В то же время постоянно изменяющиеся условия существования вступают в противоречие с этой характеристикой, делая невозможным ее выполнение, вынуждая к изменениям генетического материала, где механизмом таких изменений являются мутации.

ДНК первых клеток, возникшая в результате случайных комбинаций азотистых оснований на необозримых просторах первобытного океана в течение, как минимум, полумиллиарда лет, представляла чередование кодирующих и не кодирующих последовательностей. В данной ситуации кодирующие последовательности азотистых оснований можно рассматривать как детерминированный компонент, отвечающий за стабильность — жестко запрограммированную передачу наследственной информации потомкам. Не кодирующие последовательности можно расценивать как вариативный компонент — участки ДНК, мутации в которых можно использовать для возникновения необходимой изменчивости.

И здесь на первом же этапе эволюции можно выделить два четко расходящихся течения: первое, вставшее на детерминированный путь развития путем сокращения не кодирующих последовательностей, которое привело к возникновению современных прокариот, у которых до 90 % генома кодирующие и второе, которое пошло по пути прогрессивного наращивания вариативного компонента и привело к возникновению всего многообразия современных эукариот, у которых всего 10 % генетического материала — кодирующие последовательности.

Кардинальным этапом наращивания вариативности на генетическом уровне у эукариот можно рассматривать возникновение диплоидии, где удвоение генетического материала является не только и не столько простым удвоением вариативного компонента, но в большей степени многократным увеличением вариативности за счет разнобразного взаимодействия генов, проявляющегося в фенотипе, доминировании, неполном доминировании, плейотропии, полимерии и др.

Переход к многоклеточности знаменует возникновение новой формы этих категорий — вариативность и детерминированность строения многоклеточного организма, где противоположными являются полная асимметричность (строгая детерминированность) и абсолютная симметрия (шаровая или центральная — максимальная вариативность). Здесь мы сталкиваемся с четкой закономерностью дальнейшего эволюционного процесса. Ветви, первоначально возникающие как вариативные направления, на каждом этапе эволюции распадаются на основную вариативную ветвь и детерминированные ответвления. Именно это мы и наблюдаем при переходе к многоклеточности. Эукариоты, возникнув изначально как вариативная ветвь, на этом этапе распадаются на детерминированное направление — растения и вариативное — животные.

Многоклеточные растения на первом этапе эволюции представляют собой линейные структуры — одноклеточные (в толщину нити), с полным отсутствием симметрии, где первое же дробление зиготы (или споры при формировании гаметофита) детерминирует будущие корень и побег. Противоположной является структура простейшего многоклеточного животного — структура на стадии морулы с центральной шаровой симметрией и максимальной, в связи с этим, вариативностью, где невозможно выделить какой-либо доминирующей оси развития (переднего или заднего, верхнего или нижнего конца животного). На более высоких уровнях развития эти различия подчеркиваются особенностями митотического деления клеток при формировании многоклеточного организма — асимметричное у растений и строго симметричное у животных.

Вопросы

1. Развитие взглядов на происхождение человека (К. Линней, Ж. Б. Ламарк, Ч. Дарвин и др.).
2. Доказательства животного происхождения человека; место человека в зоологической системе.
3. Качественные особенности человека.
4. Этапы эволюции человека:
  - а) гипотетические предки человека и проблема грани между человеком и животными;
  - б) начальный этап эволюции человека; человек умелый;
  - в) древнейшие люди;
  - г) древний человек;
  - д) человек современного типа; вопрос о центрах происхождения неантропа.
5. Факторы эволюции человека; взаимоотношения биологических и социальных факторов на разных этапах эволюции человека.
6. Человеческие расы и факторы расообразования.

Литература

Основная

- Дарвин Ч. Происхождение человека и половой отбор. М., 1953.  
 Рогинский Я. Я. Проблемы антропогенеза. М., 1969.  
 Рогинский Я. Я., Левин М. Г. Антропология: Учеб. для студ. ун-та. 3-е изд. М., 1978.  
 Тагако Л. И., Саливон И. И. Основы современной антропологии. Мн., 1989. Гл. 3—4. С. 121—196.  
 Генетика и наследственность: Сб. ст.: Пер. с франц. М., 1987. С. 116—137.  
 Тагако Л. И. На пути к человеку: Критика идеалистических концепций антропогенеза. Мн., 1986.  
 Хрисанфова Е. Н., Перевозчиков И. Р. Антропология: Учеб. М., 1991.  
 Ламберт Д. Доисторический человек: Кембриджский путеводитель / Пер. с англ. Л., 1991.

Дополнительная

- Биология человека / Дж. Харрисон, Дж. Уайнер, Дж. Тэннер и др., пер. с англ. М., 1979.  
 Джохансон Д., Иди М. Люди: Истоки рода человеческого: Пер. с англ. М., 1984.  
 Жизнь до человека: Пер. с англ. М., 1977. П. Вуд, Л. Вачек, Д. Дж. Хэмблин, Дж. Н. Леонард.  
 Иди М. Недостающее звено: Пер. с англ. М., 1977.  
 Констэбл Дж. Неандертальцы: Пер. с англ. М., 1978.  
 Придо Т. Кроманьонский человек: Пер. с англ. М., 1979.  
 Тейяр де Шарден П. Феномен человека: Пер. с франц. М., 1965.  
 Линдблад Я. Человек — ты, я и первозданный. М., 1991.

Как и разветвление вариативной ветви эукариот, вариативная ветвь животных также разветвляется на вариативную и детерминированную, причем это мы наблюдаем на каждом этапе эволюции Metazoa. Строгая шаровая симметрия морулы характеризует лишь половину систематической лестницы этого подцарства: кишечнополостных среди двухслойных, плоских червей среди ацеломических трехслойных и вторичноротых среди целомических животных.

У другой половины (гребневика и первичноротые) дробление зиготы отклоняется от шарового и в результате возникает спиральная структура типа раковины виноградной улитки с полным отсутствием симметрии.

Это полностью детерминирует данные организмы и проявляется в том, что нарушение процесса дробления приводит к необратимым дефектам строения организма. Например, разделение бластомеров у гребневика на двухклеточной стадии приводит к возникновению в дальнейшем двух гребневиков, каждый из которых имеет 4 ряда гребных пластин (в норме — 8). Разделение бластомеров на четырехклеточной стадии приводит к возникновению 4-х гребневиков с двумя рядами гребных пластин. Если то же самое проделывать с дробящейся зиготой кишечнополостного, то из каждого бластомера будет развиваться полноценное животное.

Детерминация организма приводит еще и к тому, что эти животные оказываются построенными очень точно, скрупулезно, вплоть до каждой клеточки, а вариативные допускают значительные отклонения в своем строении друг от друга. Главное, чтобы была выдержана общая схема. Например, у одного из видов круглых червей кожа содержит 301 клетку, глотка — 165, половой аппарат — 19 и т. д. У вариативных организмов такого никогда не бывает.

Описанные разветвления ярко демонстрируют доминирующую роль борьбы основных противоположностей: вариативности и детерминированности, в формировании эволюционного процесса жизни на Земле.

Но этим дело не ограничивается. Анализируя представителей систематической лестницы Metazoa, мы рассматривали лишь первую стадию эмбрионального развития организма — стадию морулы. При изучении взрослых организмов мы видим прогрессивное снижение степени симметричности, а значит и вариативности строения организма по мере продвижения по эволюционной лестнице. Действительно, если Trichoplax, останавливающийся в своем развитии на уровне морулы, обладает полной шаровой симметрией, то гидра (уровень строения гастролы) имеет смешанную центрально-билатеральную симметрию (шаровая симметрия при взгляде сверху, билатеральная — при взгляде сбоку). Еще больше степень симметричности снижается у трехслойных. Эти животные становятся билатерально-асимметричными — двусторонняя симметрия при взгляде сверху, асимметричность при взгляде сбоку.

То есть, на первый взгляд, детерминированная составляющая единства противоположностей в эволюционном процессе отчетливо берет верх над вариативной. Но здесь, на уровне трехслойных животных, мы становимся свидетелями подключения принципиально нового вариативного компонента, который с лихвой компенсирует снижение вариативности в строении организма. Это возникающая на данном уровне развития центральная нервная система. Если у двухслойных нервная система возникает лишь как простая система связи между рецепторами и эффекторами, то у трехслойных в нее встраивается аналитический компонент, обрабатывающий поступающую от рецепторов информацию — головной мозг. И именно наращивание вариативности этого компонента (количества нейронов и, в еще большей степени, связей между ними) определяет всю дальнейшую эволюцию Metazoa, вплоть до возникновения человека.