

ISSN 2309-7779

БІЯЛОГІЯ І ХІМІЯ

«У ДОПОМОГУ ПЕДАГОГУ»

серія

№ 11(11)
2013

Серыя «У дапамогу педагогу»
заснавана ў 1995 годзе

11 • 2013



Біялогія і хімія

Рэдакцыйная калегія:

МЫЧКО ДЗМІТРЫЙ ІВАНАВІЧ, галоўны рэдактар,
кандыдат хімічных навук, дацэнт
ІЛЬІНА НАТАЛЛЯ АНДРЭЎНА, намеснік
галоўнага рэдактара, кандыдат хімічных навук,
дацэнт
КРУТЫХ НАТАЛЛЯ МІКАЛАЕЎНА, намеснік
галоўнага рэдактара
КОНЬШАВА АЛЕНА ФЁДАРАЎНА, адказны сакратар

Акуленка Н. В.
Апостал Н. А., кандыдат педагагічных навук, дацэнт
Арол Н. М., кандыдат біялагічных навук, дацэнт
Багачова І. В.
Баршчэўская А. В.
Бурдзь В. М., доктар хімічных навук
Бяльніцкая А. А.
Гарбар А. Я.
Грычык В. В., доктар біялагічных навук
Калевіч Т. А., кандыдат хімічных навук
Клявец І. Р.
Кулікова Ю. А., кандыдат біялагічных навук
Палікарпава Ю. У.
Песнякевіч А. Г., кандыдат біялагічных навук, дацэнт
Раманавец Г. С.
Сеген А. А.
Уласавец Я. М.

Рэдакцыйная рада:

ЛЕСНІКОВІЧ АНАТОЛЬ ІВАНАВІЧ, старшыня рэдакцыйнай рады, доктар хімічных навук, акадэмік НАН Беларусі, прафесар, загадчык кафедры агульнай хіміі і метадыкі выкладання хіміі БДУ

Арлова Г. П., доктар педагагічных навук, прафесар
Аршанскі Я. Я., доктар педагагічных навук, прафесар
Гулевіч А. Л., доктар хімічных навук, прафесар
Жукава Т. В., доктар біялагічных навук, прафесар
Кулікоў Я. К., доктар біялагічных навук, прафесар
Кунцэвіч З. С., доктар педагагічных навук, прафесар
Назарэнка В. М., доктар педагагічных навук, прафесар
Нявераў А. С., доктар тэхнічных навук, прафесар
Роганаў Г. М., доктар хімічных навук, прафесар
Сманцар А. П., доктар педагагічных навук, прафесар
Чумак А. Г., доктар біялагічных навук, прафесар
Чыркін А. А., доктар біялагічных навук, прафесар

Заснавальнік і выдавец —
РУП «Выдавецтва «Адукацыя і выхаванне»»
Міністэрства адукацыі
Рэспублікі Беларусь

Вул. Будзённага, 21, 220070, г. Мінск;
тэл.: 297-93-19 (адк. сакратар),
297-93-25 (аддзел збыту),
факс: 297-91-49
e-mail: aiv@aiv.by
http://www.aiv.by

Змест

Метадалогія навукі

- Мычко Д. И.* Физические величины в химии 3

Праблемы і метады сучаснай навукі

- Грушевский В. В.,
Липневич И. В.* Плёнки Ленгмюра—Блоджетт как пример наноразмерных органических структур. Способы получения 11

Методыка выкладання

- Гарбар Е. Е.* Развитие умений работы с текстом 19

У дапамогу маладому педагогу

- Лебедев Н. А.* Теория эволюции: значение, основные принципы и методы исследований 25

Адкрыты ўрок

- Семченко Н. Н.* Урок по теме «Обратимость химических реакций». X класс 32
Ильина Н. А. ДНК-конструктор 35
Садовская М. В. Получение и применение насыщенных одноатомных спиртов. План-конспект учебного занятия по химии. XI класс 36
Чульба Г. В. Тема: «Хвоци и плауны». Урок биологии с использованием интерактивных методов 43

Даследчая дзейнасць

- Мазец Ж. Э.,
Корзан В. А.,
Голубовская Е. Г.,
Шиш С. Н.* Изучение влияния электромагнитного излучения на живые организмы (из опыта организации исследовательской работы школьников) 48
Мануленко О. В. Урок по теме «Строение и размножение папоротников». VII класс 54

Факультатыўныя заняткі

- Сидоренко Е. Р.* Урок-викторина для учащихся VII—VIII классов, факультативный курс «Дикая природа Беларуси». Птичий час 62
Ильина Н. А. Молекулярная машина для сборки пептидов 64

Пазакласная работа

- Капецкая Г. А.* Использование интеллектуальных конкурсов в подготовке учащихся к турнирам юных химиков 65

Хімічны эксперымент

- Стёпин С. Г.,
Стёпина М. А.* Замораживание водных растворов. Исследовательская работа учащегося 70

Мычко Д. И. Парацельс — врач, алхимик и философ эпохи Возрождения (2-я стр. обложки)
Ильина Н. А. Открытие двойной спирали ДНК (1953) (3-я стр. обложки)

Рэдактар *А. Ф. Копышава*, карэктар *Л. М. Сцяпанавы*,
камп'ютарны набор, макет і вёрстка *В. Ю. Лагун*.

Выхад у свет 22.11.2013. Фармац 60 × 84 $\frac{1}{8}$. Друк афсетны.
Папера афсетная. Ум. друк. арк. 7,44. Ул.-выд. арк. 7,5. Тыраж 1157. Заказ № 76. Цана свабодная.

Паштовы адрас рэдакцыі часопіса «Біялогія і хімія»:
вул. Будзённага, 21, 220070, г. Мінск; тэл.: 297-93-19, 209-55-16.

Надрукавана ў друкарні РУП «Выдавецтва «Адукацыя і выхаванне»».
ЛП № 02330/327 ад 19.01.2012. Вул. Захаравы, 59, 220088, г. Мінск.

Теория эволюции: значение, основные принципы и методы исследований

*Н. А. Лебедев, доцент кафедры природопользования и охраны природы
Мозырского государственного педагогического университета имени И. П. Шамякина,
кандидат сельскохозяйственных наук*

Эволюционная теория является центральной биологической дисциплиной, поскольку не только использует данные практически всех разделов современной биологии, но и на их основе объясняет сложнейшие научные вопросы, обеспечивает у обучающихся формирование целостной картины исторического развития жизни на Земле. Однако в последние десятилетия в печати появляются статьи, издаются книги и даже выпускаются фильмы, авторы которых якобы опровергают теорию эволюции. Под влиянием антиэволюционной пропаганды во многих странах широкие круги общественности твёрдо убеждены, что учение Дарвина устарело и отвергнуто. В статье последовательно изложен материал о значении, содержании, основных принципах и методах изучения эволюционного процесса. Использование учителями материалов статьи на уроках биологии будет способствовать повышению качества знаний школьников по разделу «Эволюция органического мира».

В большом семействе биологических наук имеется особая дисциплина, значение которой выходит далеко за пределы обычного биологического предмета. Это теория эволюции. Значение её многогранно.

Она служит основой для формирования материалистического мировоззрения, поскольку на научной основе объясняет происхождение видов, в том числе человека и другие явления, волновавшие человечество с глубокой древности. Именно эта особенность порождает нешуточные страсти практически по всему спектру вопросов, затрагиваемых теорией эволюции.

Эволюционная теория играет ключевую роль не только в осмыслении фактического материала, накопленного специальными биологическими дисциплинами, но и в определённой степени обладает предсказательной функцией. Например, Э. Геккель предсказал существование промежуточного звена между человеком и обезьяной, дав ему гипотетическое название питекантроп. Увлёкшись идеями Э. Геккеля, голландский врач Эжен Дюбуа, не имея ни достаточных финансовых средств, ни опыта проведения раскопок, в 1891 году на острове Ява находит останки питекантропа. Кроме того, в настоящее время научное объяснение многих фактов в биологии вне эволюционного подхода оказывается невозможным. В этой связи уместно вспомнить знаменитую фразу Ф. Добжанского о том, что в биологии всё наполняется смыслом лишь тогда, когда истолковывается с эволюционной точки зрения.

Успешное развитие ряда областей медицины (эпидемиологии и некоторых других) стало возможным только на основе использования эволюционных принципов. Эволюционные подходы сыграли значительную роль в определении механизмов появления и распространения инфекционных заболеваний, анализе роста устойчивости патогенных микроорганизмов к лекарственным средствам, разработке новых медицинских препаратов. О вкладе теории эволюции в медицину удачно выразился лауреат Нобелевской премии Д. Уотсон: «Безусловно, люди могут свободно исповедовать то, что им хочется. Но только до тех пор, пока их убеждения не приносят вреда обществу. К примеру, современная медицина сейчас невозможна без учёта теории эволюции. Поэтому мы не можем позволить людям, желающим запретить изучение и применение этой теории, одержать верх. Иначе нам всем придётся вернуться на несколько веков назад».

Теория эволюции используется для объяснения различных природных процессов (например, вымирания видов), при организации природоохранных мероприятий. Резкое усиление хозяйственной деятельности человека в последнее столетие привело к исчезновению или снижению численности многих аборигенных и к инвазии чужеродных для естественной флоры и фауны видов. Так, с территории Беларуси за последние 100–150 лет исчезли шпажник болотный, тис ягодный, лесной кот, россомаха, дрофа, вырезуб и некоторые другие

виды. В свою очередь, на территорию страны проникли американский полосатый рак, дрейссена, ротан-головешка, борщевик Сосновского, элодея канадская и другие виды. Часть из них быстро стали фоновыми и получили широкое распространение, приводя к серьёзным экономическим, а иногда и к медицинским последствиям. Например, в последние годы медики всё чаще сталкиваются с длительно заживающими ожогами, полученными детьми при соприкосновении открытых участков кожи с борщевиком Сосновского. Последствия исчезновения аборигенных и распространения инвазивных видов можно предотвратить или, по крайней мере, минимизировать при использовании эволюционных подходов.

При разработке эволюционного учения Ч. Дарвин широко использовал опыт английских селекционеров. Это дало основания Н. И. Вавилову сделать следующее заключение: «По существу, селекция является развитием эволюционного учения. В эволюционный процесс она вносит экспериментальное начало. Селекционный сорт представляет собой результат вмешательства человека в природу растения. Отсюда следует значимость селекции как одного из звеньев учения об эволюции, регулируемой человеком». То есть по сути селекция — это управляемая волей человека эволюция хозяйственно полезных для человека организмов, таких как домашние животные, культурные растения, полезные микроорганизмы.

Термин «эволюция» (от лат. *evolutio* — развёртывание) ввёл в биологию в 1762 году швейцарский натуралист Ш. Боннэ. За прошедшие 250 лет с той знаменательной даты этот термин стал широко использоваться в различных областях человеческого знания и получил общепризнанную трактовку. В общепризнанном смысле *эволюция* обозначает процесс, в результате которого из старой формы путём развития возникает нечто новое, которое, в свою очередь, служит основой для дальнейшего развития.

На основе общепризнанной трактовки можно кратко определить *биологическую эволюцию* как процесс приспособительного исторического развития биологических систем.

Соответственно *теория эволюции* — синтетическая биологическая наука, изучающая причины, факторы, механизмы и закономер-

ности протекания биологической эволюции (по Н. Н. Иорданскому, 2001).

Если переводить это на язык вопросов, то теория эволюции отвечает на следующие из них: 1) «Почему происходит эволюция?»; 2) «Что заставляет биологические системы изменяться?»; 3) «Каким образом происходит эволюция?»; 4) «Какие общие свойства и особенности присущи эволюции?».

Объектами исследований теории эволюции служат биологические системы в процессе их исторического развития.

Эволюционные факторы — это любые явления, влияющие на эволюцию организмов (например, изоляция популяций и др.).

Эволюционные механизмы — способы действия эволюционных факторов.

Эволюционные закономерности — общие свойства или процессы, проявляющиеся в биологических системах в процессе их исторического развития.

Современная теория эволюции, сформировавшаяся на основе научных трудов Ч. Дарвина, позволила объяснить ряд важнейших биологических проблем (сходство различных видов организмов, факты существования вымерших организмов, возникновение адаптаций, особенности географического распространения организмов и др.). Вместе с тем до сих пор не раскрыта тайна происхождения жизни; не до конца поняты вопросы, связанные с направленностью эволюции, и др. Однако существование проблемных вопросов отнюдь не свидетельствует об опровержении или слабости теории эволюции и победе креационизма.

Креационизм — ненаучная концепция, согласно которой жизнь имеет божественное происхождение. Последователи креационизма полагают, что теория эволюции — это не наука, а мировоззрение или в лучшем случае одна из многих гипотез. На самом деле это не так: гипотезой она была во времена Бюффона и Ламарка, в настоящее время существование биологической эволюции — твёрдо установленный факт. Тем не менее в последние десятилетия в печати появляются статьи и даже книги, авторы которых якобы опровергают теорию эволюции, называя её «религией атеистов». Иногда они владеют определёнными знаниями в области биологии и являются талантливыми писателями. Прикрываясь научной терминологией, часть из них сознательно вводит в заблуждение своих

читателей, другие из-за серьёзных пробелов в школьном образовании просто не способны воспринимать факты, подтверждающие эволюцию. Кстати, о последних около 100 лет назад писал один из основателей дарвинизма А. Уоллес: «Именно отсутствие этих элементарных сведений у большинства лиц, не обладающих естественно-историческим образованием, служит причиной того, что они с такой готовностью принимают бесчисленные возражения, критику и затруднения, приводимые противниками Дарвина». О том, что слова А. Уоллеса не утратили своего значения до сих пор, свидетельствуют итоги научной конференции, состоявшейся несколько лет назад в Дортмунде (Германия) и посвящённой проблеме отношения европейцев к теории эволюции. Участники конференции констатировали, что широкое распространение креационизма в Европе обусловлено двумя основными причинами: ранним религиозным образованием школьников, общей научной безграмотностью выпускников и учителей школ. Кроме этого, важнейшей причиной непрекращающихся нападков на теорию эволюции является исключительно важная роль этого предмета в формировании материалистического мировоззрения. Подтверждением данного тезиса является следующий факт: большинство населения Земли совершенно не разбираются ни в теории относительности Эйнштейна, ни в теории эволюции. Но если в первом случае никому даже не приходит в голову пытаться спорить с физиками, то вторая теория вызывает бурю протестов. При этом важно помнить одну бесспорную истину: в науке мнения специалиста и неспециалиста имеют разную цену. В настоящее время во многих странах под влиянием антиэволюционной пропаганды широкие круги общественности твёрдо убеждены, что учение Дарвина устарело и отвергнуто. Естественно, что дело обстоит прямо противоположным образом: учение Дарвина подкреплено многочисленными фактами и явилось основой для создания современной теории эволюции.

Эволюционный процесс чрезвычайно сложен, разнообразен и, самое главное, для своего осуществления требует значительных промежутков времени. В этой связи при изучении эволюции используется широкий арсенал научных методик. Так, при исследовании эволюции применяются принципы актуализма,

историзма и такие методы научных исследований, как описательный, сравнительный, экспериментальный, статистический, палеонтологический и другие. С их помощью получены многочисленные, хорошо согласующиеся между собой доказательства, свидетельствующие о реальности существования эволюции. Например, палеонтологические находки ископаемых гоминид свидетельствуют о происхождении человека естественным путём, более того, выяснены время, место и особенности протекания антропогенеза. Результаты, полученные с помощью сравнительной анатомии, физиологии, эмбриологии, биохимии и других наук, подтверждают эти выводы. Научная убедительность и обоснованность этих данных таковы, что после Второго Ватиканского Собора в 1967 году Римская католическая церковь признала, что эволюционная теория «верно трактует вопросы происхождения человеческого тела» (папская энциклика). Другими словами, католические священники признают, что Бог при создании человека в качестве инструмента мог использовать естественный отбор.

Принцип актуализма (от лат. actualis — современный, действительный, настоящий). Этот метод впервые применил в геологии Ч. Лайель (1830 г.); в форме афоризма принцип актуализма звучит так: «...современность — ключ к познанию прошлого». Это означает, что законы природы, действующие в настоящее время, определяли развитие природы в прошлом. При реконструкции исторических событий можно использовать современные аналоги. Например, общеизвестно, что одним из факторов почвообразования наряду с материнской породой, климатом, рельефом, временем являются живые организмы. Поскольку процесс почвообразования протекает только на суше, то, обнаружив палеопочву, можно утверждать о существовании жизни на суше в этот период. Так, было установлено, что жизнь на суше существовала в раннем протерозое — около 2,4 млрд лет назад. Другим достаточно наглядным примером использования принципа актуализма является ситуация с находками ископаемых останков хоботных. Ещё во времена Древней Греции люди находили крупные черепа с одним отверстием ниже лба. Вероятнее всего, подобные находки и дали начало различным легендам о циклопах. С позиций актуализма, зная, как выглядят кости современных слонов, на основе ископаемых

останков можно восстановить эволюцию хоботных.

Принцип историзма. Широко использован при разработке Ч. Дарвиным эволюционного учения. Суть метода заключается в исследовании биологических явлений и процессов в развитии, в тесной связи с порождающими их условиями. Так, Ч. Дарвин, используя данный принцип, обосновал постепенное происхождение различных видов птиц и других животных, обитающих на Галапагосских островах, от исходных видов, населяющих ближайший материк. Только на основе принципа историзма можно объяснить существование рудиментов конечностей в тазовом поясе китов, рудиментарных задних конечностей у питона. Кроме того, метод историзма в определённой степени позволяет прогнозировать эволюционное развитие биологических систем.

Методы сравнительной анатомии. В основу их использования положен принцип о том, что сходство анатомического строения организмов может свидетельствовать о родстве сравниваемых форм. Например, скелет конечностей у всех наземных позвоночных построен по единому плану пятипалой конечности. Такие органы называют гомологичными.

Гомологичные органы (от греч. *homós* — равный, одинаковый, общий) — это органы, сходные по происхождению и строению, выполняющие разные или одинаковые функции.

У некоторых видов нередко имеются нефункционирующие органы, получившие название рудиментарные органы.

Рудиментарные органы (от лат. *rudimentum* — зачаток) — относительно упрощённые структуры, утратившие значение в ходе эволюции.

Примеры рудиментов: рудиментарные пальцы у ряда копытных, остатки волосяного покрова у некоторых китообразных, различная степень атрофии глаз у пещерных и роющих животных, рудиментарные задние конечности у некоторых змей (питон).

У человека к рудиментам относятся аппендикс (рис. 1), ушные мышцы, волосяной покров туловища и другие. Рудиментарные органы, как и обычные, закладываются в эмбриональный период развития организма, но затем ход их развития нарушается или приостанавливается (рис. 1). Возникновение рудиментарных органов происходит при изменении условий существования или переходе к новому образу жизни.



Рисунок 1 — Аппендикс эмбриона человека (а) и человека (б) (с изменениями, из Czihak G., Langer H., Ziegler H., 1978)

Атавизм (от лат. *atavus* — предок) — явление в организме признака, утраченного в ходе эволюции предками данного вида. У человека атавизмами являются хвост, дополнительные пары сосков, сплошной волосяной покров. Принципиальным отличием атавизмов от рудиментов является частота их распространения в популяции: рудименты встречаются у всех особей, атавизмы — лишь у немногих.

Палеонтологические методы. Для теории эволюции данные палеонтологии имеют особое значение, поскольку как наука палеонтология изучает органический мир прошлых геологических эпох. Поскольку эволюция для своего осуществления обычно требует значительных промежутков времени, носит постепенный характер, то на основе палеонтологических данных можно восстановить ход эволюции.

Объектами палеонтологии являются ископаемые, или фоссилии (лат. *fossilis* — погребённый, ископаемый). Соответственно **фоссилизация** — процесс превращения останков вымерших животных и растений в окаменелости путём замещения органических веществ минеральными. Фоссилии представлены не только минерализованными твёрдыми частями скелетов (кости, зубы и др.), но и замороженными останками, отпечатками, следами передвижения, останками, сохранившимися в янтаре (рис. 2), и др.

Вероятность сохранения органических останков и фоссилизации крайне мала. Чтобы в этом убедиться, достаточно вспомнить, что после гибели животного в обычных условиях уже через несколько десятков лет на этом

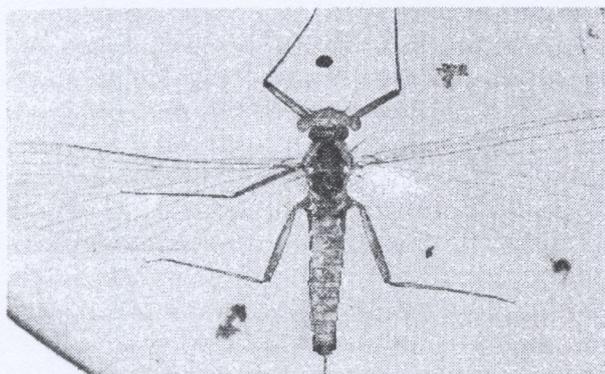


Рисунок 2 — Поденка в миоценовом янтаре из Доминиканской Республики (из David Grimaldi, Michael S. Engel, 2005)

месте ничего не остаётся: кости растаскивают и обглаживают хищники; солнечные лучи, дожди и микроорганизмы быстро разрушают немногие оставшиеся части.

К палеонтологическим методам относят поиск и изучение ископаемых промежуточных (переходных) форм, восстановление филогенетических рядов ископаемых форм, изучение смены флор и фаун.

Ископаемые переходные формы — формы организмов, сочетающие признаки древних и молодых групп; свидетельствуют об исторической связи разных групп организмов. Примерами таких форм являются: ихтиостега, сочетающая признаки рыб и наземных позвоночных; звероподобные рептилии из группы терапсид с чертами хищных млекопитающих и рептилий; австралопитеки — формы, сочетающие признаки гоминид (прямохождение) с чертами обезьян, и другие.

Археоптерикс (в переводе «древнекрыл») — существо размером с ворону (рис. 3 и 4), сочетав-

шее признаки птиц (наличие перьев на теле) с признаками рептильного скелета (плотные кости, передние конечности, заканчивающиеся тремя пальцами с загнутыми когтями на концах, грудина небольшого размера без килля, длинный прямой костистый хвост, наличие зубов).

Очень важно отметить, что археоптериксы не просто обладали перьями (перья встречались и у некоторых динозавров), расположение отдельных элементов перьев археоптерикса сходно с расположением этих элементов у современных птиц. Кстати, у отдельных экземпляров археоптерикса из-за плохой сохранности практически полностью отсутствовали отпечатки перьев; это привело к ошибкам и хранению их в течение длительного времени в коллекциях рептилий. Несмотря на то, что в настоящее время археоптерикс рассматривается в качестве боковой тупиковой ветви в эволюции птиц, несомненно, что это существо представляет пример переходной формы.

Филогенетические ряды — ряды ископаемых форм, связанных друг с другом в процессе эволюции. К настоящему времени реконструированы палеонтологические ряды лошадей, носорогов, слонов, китов. Так, история появления современной лошади началась около 54 млн лет назад. Исходные виды были маленькими лесными животными высотой около 30 см. Они имели по четыре пальца на ногах и питались мягкой растительной пищей. Эволюция происходила в направлении увеличения размеров тела, удлинения ног, редукции боковых пальцев, усложнения строения зубов и совершенствования нервной системы.

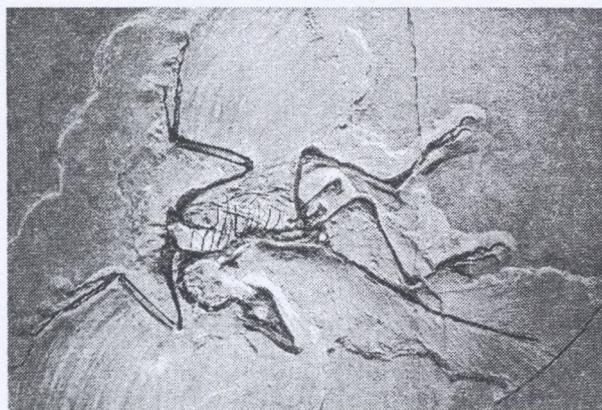


Рисунок 3 — Останки археоптерикса, обнаруженные в залежах известняка в Германии (из Stanley A. Rice, 2007)

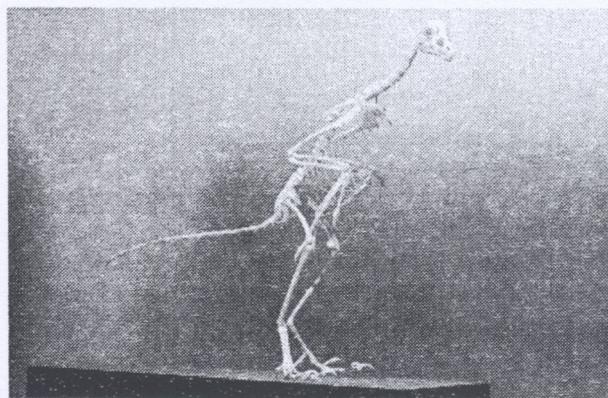


Рисунок 4 — Реконструкция археоптерикса, Museum für Naturkunde, Berlin (собственное фото, 2012)

Данные, полученные с использованием палеонтологических методов, позволяют утверждать, что в геологических масштабах времени постепенно происходят эволюционные изменения: старые формы исчезают или видоизменяются, образуются новые. В отдельные эпохи процесс вымирания видов приобретает массовый характер. Кроме того, сложность строения организмов возрастает при движении от нижних слоёв пород к верхним; другими словами, результатом биологической эволюции является морфофизиологический прогресс.

Эмбриологические методы. Связаны в основном с выявлением зародышевого сходства различных видов организмов (рис. 5), изучением рекапитуляции.

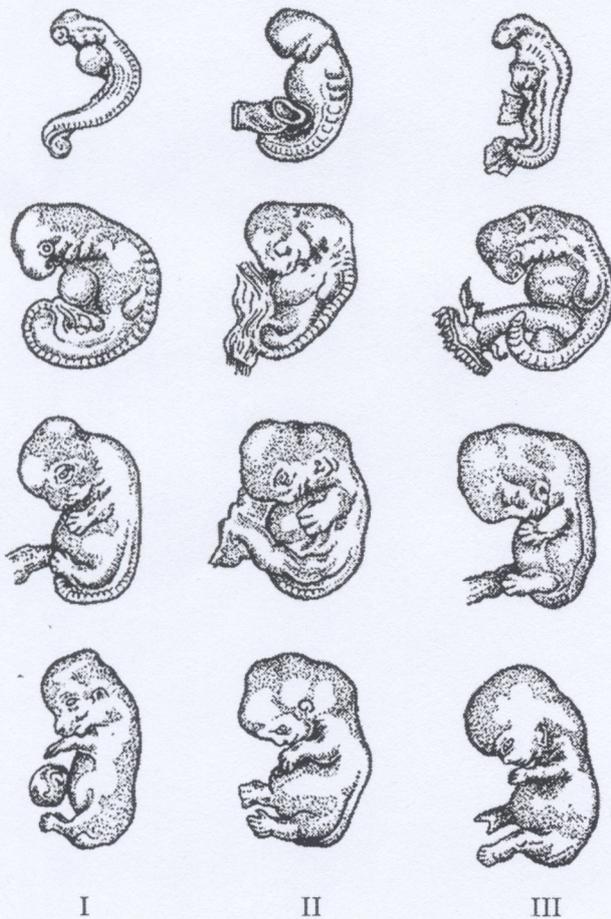


Рисунок 5 — Зародыши кролика (I), обезьяны (II) и человека (III) на разных стадиях онтогенеза (из Н. Н. Иорданского, 2001)

Из учёных додарвинского периода наибольший вклад в разработку эмбриологических основ эволюции внёс немецкий исследователь К. Бэр, сформулировавший закон зародышево-

го сходства: зародыши различных позвоночных животных на ранних этапах эмбрионального развития сходны (рис. 5).

Принцип рекапитуляции. В онтогенезе повторяются (рекапитулируют) многие черты строения предковых форм: на ранних стадиях развития повторяются признаки более отдалённых предков, на поздних стадиях — более близких предков. Так, в ходе онтогенеза все многоклеточные животные проходят *одноклеточную стадию, стадии бластулы и гаструлы.*

Биогеографические методы. В развитие биогеографии значительный вклад внесли основоположники теории эволюции Ч. Дарвин и А. Уоллес. По-видимому, именно поэтому биогеография долгое время считалась «служанкой эволюции». Биогеография изучает причины, механизмы и закономерности распределения живых организмов по поверхности Земли.

К методам биогеографии, используемым для изучения процесса эволюции, относятся сравнение флор и фаун различных территорий и др.

Сравнение флор и фаун различных территорий. Австралийская область отличается от других биогеографических областей своеобразием фауны, что даже обусловило образное название австралийского континента как *музея фауны третичного периода.* Объясняется это длительной изоляцией Австралии, которая привела к появлению большого количества эндемичных видов (австралийский узкорылый крокодил, плащеносная ящерица и др.).

Изучение островных форм. Многочисленные наблюдения, проведённые в различных районах Земли, позволили установить большое сходство биоты континентальных островов с биотой исходного материка при условии их недавнего разделения. Например, для Британских островов, относительно недавно отделившихся от Европы, характерна фауна, сходная с европейской. С другой стороны, древний континентальный остров Мадагаскар имеет своеобразную, во многом эндемичную, фауну.

На океанических островах, возникших в результате подводных вулканических извержений, заселение живыми организмами происходит путём случайных заносов видов с ближайшей суши. Выжившие организмы в ходе приспособления к местным условиям эволюционируют в новые виды. К таким островам относятся остров Святой Елены в Атлантическом океане, остров Пасхи в Тихом океане и др.

Изучение прерывистого распространения. В истории Земли были периоды, когда от-

дельные виды были широко распространены и (или) играли важную роль в экосистемах. Затем вследствие изменений условий среды такие виды сохранялись только на отдельных территориях с условиями, близкими к прежним. Такие виды называют реликтовыми.

Реликты (от лат. *relictum* — остаток) — организмы, сохранившиеся в данном регионе как остаток биоты минувшей геологической эпохи, когда условия существования в данном регионе отличались от современных. Обычно это древние формы невысокого таксономического ранга (вид, род, семейство). Такие организмы иногда называют «живыми ископаемыми». К реликтовым видам относятся гаттерия, латимерия, гингко, лингула, неопилина, мечехвост и др.

Вне эволюционного подхода объяснить особенности распределения живых организмов на Земле невозможно.

Методы селекции. Основу селекции составляет искусственный отбор. Если человек, используя искусственный отбор, за относительно короткое время сумел вывести из немногих исходных форм огромное количество пород домашних животных и сортов культурных растений, то по аналогии с естественным отбором можно объяснить происхождение многообразия животного и растительного мира. Так, согласно современным данным древнейшим животным, одомашненным человеком, является собака. Одомашнивание собаки произошло около 12–14 тыс. лет назад. Об этом свидетельствуют находки собачьих костей в Центральной Европе возрастом 14 000 лет, Ираке возрастом 12 000 лет и Израиле возрастом 12 000 лет. Всего в мире существовало около 2000 пород собак, однако к настоящему времени сохранилось около 400 пород. Существуют породы собак настолько непохожие друг на друга, что их можно принять за различные виды. Большинство учёных в качестве наиболее вероятных предков домашней собаки указывают волка и шакала, причём предпочтение обычно отдаётся волку.

Учёные использовали искусственный отбор не только для обоснования существования естественного отбора в природе, но и при проведении различных экспериментов. В качестве объектов этих исследований служили насекомые, млекопитающие, растения. Эксперименты подтвердили реальность существования отбора и позволили сделать ряд теоретических обобщений.

Экологические методы. Используются для выяснения роли адаптаций. Особенно важны-

ми для развития теории эволюции оказались опыты экологов на модельных популяциях по изучению роли окраски, поведения и формы тела у некоторых насекомых. Классическим примером такого рода является индустриальный меланизм бабочки берёзовой пяденицы. В результате серии экспериментов и наблюдений доказано, что птицы чаще съедают тех бабочек, окраска которых контрастирует с фоном. Так, в лесу в окрестностях Бирмингема выпустили одновременно 50 светлых и 50 тёмных бабочек и затем посчитали, сколько бабочек съели птицы. Установлено, что было съедено 43 светлых и 15 тёмных. Таким образом, тёмная окраска защищает бабочек, но эта защита не абсолютна. В этом проявляется вероятностный характер естественного отбора: выживание из группы особей более приспособленных, но необязательно лучше всех приспособленной особи.

Методы молекулярной биологии. Основаны на изучении сходства последовательностей макромолекул у различных групп организмов. Чем меньше различий в мономерах, тем ближе степень эволюционного родства. На основе полученных данных конструируются молекулярно-филогенетические родословные. Причём в общих чертах молекулярные родословные обычно совпадают с традиционными, построенными с использованием морфологических данных. Например, с помощью молекулярных методов была установлена степень родства человека с обезьянами: макака резус — орангутан — горилла — шимпанзе — человек. По оценке Дж. Даймонда, геномы человека и шимпанзе отличаются всего на каждый сотый нуклеотид, т. е. 99 из 100 нуклеотидов у нас с шимпанзе одинаковы.

В XIX веке для изучения макроэволюции Э. Геккель широко использовал метод «тройного параллелизма» («триада Геккеля») — сопоставление данных эмбриологии, сравнительной анатомии и палеонтологии.

Кроме рассмотренных ранее, используются и другие методы для изучения эволюции (паразитологические, иммунологические, этологические, методы моделирования эволюции и др.). Например, в основе паразитологического метода лежит факт сопряжённой эволюции паразитов и их хозяев. В результате конкретные виды паразитов оказываются специфичными для определённых групп организмов (видов, родов, семейств). Поэтому, обнаружив конкретный вид паразита в различных группах организмов, можно судить о родстве данных групп.