

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Красноярский государственный педагогический университет  
им. В.П. Астафьева»

Факультет биологии, географии и химии  
Кафедра биологии и экологии

Карелина Алина Юрьевна

Тема  
**Изучение основ систематики в разноуровневой возрастной  
интерпретации**

Магистерская диссертация

Направление подготовки: 44.04.01 «Педагогическое образование»

Магистерская программа: «Биологическое образование»

Допущен к защите:  
заведующий кафедрой,  
д.б.н., профессор Баранов А. А.

Научный руководитель:  
д.б.н., профессор Антипова Е. М.

\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Красноярск 2015

## Содержание

<b>Введение</b> .....	3
<b>Глава I.</b> История систематики.....	7
<b>Глава II.</b> Основные понятия систематики живых организмов.....	12
<b>2.1.</b> Основные понятия систематики.....	12
<b>2.2.</b> Наименование и описание таксонов.....	21
<b>2.3.</b> Кладистический метод.....	24
<b>2.4.</b> Система органического мира.....	33
<b>Глава III.</b> Сравнительный анализ понятий систематики в школьной программе 5-9 классов.....	50
<b>Глава IV.</b> Факультатив «Занимательная систематика» (5-6 классы).	57
<b>4.1.</b> Рабочая программа факультатива «Занимательная систематика».....	59
<b>4.2.</b> Результаты и методические рекомендации к факультативу «Занимательная систематика».....	68
<b>Заключение</b> .....	69
<b>Выводы</b> .....	71
<b>Библиографический список</b> .....	73

## Введение

Наука в целом представляет собой многогранное явление: это отрасль культуры, способ познания мира и, наконец, – социальный институт (научные общества, академии, высшие учебные заведения и т. п.). В современном постиндустриальном обществе в научные разработки и технологическую деятельность вовлечены миллионы людей. Их образованность и профессионализм определяют судьбы миллиардов других людей, поэтому без глубокого освоения идей, языка и методов современной науки невозможно разумно управляемое развитие человеческой цивилизации.

Изучение живой природы всегда была важнейшей стороной деятельности человека. Сначала от этого зависела жизнь людей, поскольку необходимо было знать, какие из миллионов видов организмов, населяющих Землю, можно использовать в пищу, для изготовления одежды, в качестве лекарственных средств. Лишь намного позднее люди стали изучать природу с научными целями. Одними из первых попытку осмыслить и привести в систему знания о живой природе предприняли древнегреческие, а позднее – древнеримские философы и врачи. Труды Гиппократов, Аристотеля, Галена и других ученых положили начало ботанике, зоологии, анатомии и физиологии человека.

Начиная с XVII в. наряду с наблюдением и описанием организмов и природных явлений, в науке стали применять методы количественных измерений и эксперимент. В этот период активно развивалась ботаника: появились первые травинки, создавались ботанические сады и гербарии.

В XVIII в. было накоплено много знаний о растениях и животных. Назрела необходимость их систематизировать. Так сформировалась наука систематика. В этот период изучение живых организмов называлось естественной историей. Естественная история стала предшественницей биологии – науки, изучающей жизнь. Биология, наряду с физикой, химией,

астрономией, вошла в число естественных наук, или в раздел науки о природе – естествознание.

Дальнейшее развитие биологическая наука получила в связи с появлением микроскопа. Это изобретение позволило ученым внедриться в тайны микромира. В XIX в. в биологии были сделаны крупнейшие теоретические обобщения, создана клеточная теория, установлены основные закономерности наследственности и изменчивости. Переворот в биологии произвело учение Ч. Дарвина о закономерностях эволюции.

В последние десятилетия значительно расширилось использование достижений биологической науки в различных областях социальной жизни, существенно возросла ее роль в формировании культуры личности и общества в целом. В настоящее время биология стала основой для определения оптимальных способов воздействия человека на природу, для разработки мер в целях сохранения и укрепления здоровья человека, увеличения продолжительности его жизни. Исследования в области молекулярной биологии и биотехнологии показали, что на основе познания возможно не только изменение и преобразование природы, но ее сохранение и даже воссоздание. Сегодня стало возможным получение генетических копий существующих индивидов млекопитающих и идентификации личности на основе изучения хромосомного набора клетки. Взаимодействие биологии с другими сферами культуры порождает новые области знания: биоэтику, биополитику, биоэстетику.

Основными задачами современной биологии являются: выявление общих свойств живых организмов, объяснение причин их многообразия, раскрытие связей между строением организмов и условиями окружающей среды, выяснение проблем возникновения и развития жизни и др.

**Целью работы** является изучение основ систематики в разноуровневой возрастной интерпретации.

В связи с поставленной целью решались следующие **задачи**:

1. Изучить историю систематики живых организмов.

2. Выявить основные понятия систематики организмов и системы органического мира.

3. Провести сравнительный анализ изучения основ систематики в школьной программе 5-9 классов в разноуровневой возрастной интерпретации.

4. Разработать факультатив «Занимательная систематика» для 5-6 классов.

В основе системы любой крупной группы животных лежит попытка отразить ход исторического развития данной группы, или ее филогенез. Смысл эволюционного учения состоит в том, что виды, существующие на данном отрезке времени, произошли от существовавших ранее, причем филогенез идет от простых форм жизни к более сложным и специализированным. Вместе с тем среди современных систематиков мало единомышленников в отношении того, насколько полно система должна отражать филогенез и каким событиям в истории группы следует отдать предпочтение. Различные взгляды на соотношение филогенеза и системы группируются в несколько противоборствующих теорий зоологической систематики. Знакомству с ними, с принципами и методами, лежащими в основе построения классификации, посвящена работа. Работая с детьми школьного возраста можно увидеть, что не всегда дети правильно поступают по отношению к природе, хотя на уроках окружающего мира этому отводится главная роль. Общебиологические знания необходимы не только специалистам, но и каждому человеку в отдельности, так как только понимание связи всего живого на планете поможет нам не наделать ошибок, приводящих к катастрофе. Вовлечь школьников в процесс познания живой природы, заставить их задуматься о тонких взаимоотношениях внутри биоценозов, научить высказывать свои мысли и отстаивать их формирует у подрастающего поколения понимание жизни как величайшей ценности.

### **Методы.**

Теоретические: анализ и синтез психолого-педагогической, биологической, методической литературы [Могилев, Кулешова, 2001].

Эмпирический: постановка педагогического эксперимента.

**База научного исследования:** Муниципальное образовательное учреждение Школа № 3 г. Сосновоборска (Красноярский край).

**Апробация:** разработанный комплекс рабочей программы факультатива «Занимательная систематика» успешно реализован со школьниками 11-12 лет в МАОООШ № 3 г. Сосновоборска (Красноярский край).

**Благодарность.** Выражаю благодарность и признательность моему научному руководителю Антиповой Екатерине Михайловне, а также Баранову Александру Алексеевичу за помощь в работе по написанию магистерской диссертации.

## Глава I. История систематики

Первые известные нам попытки классифицировать формы жизни предприняли в античном мире Гептадор, а затем Аристотель и его ученик Теофраст, которые объединяли всё живое в соответствии со своими философскими взглядами. Они дали довольно подробную систему живых организмов. Растения были разделены ими на деревья и травы, а животные – на группы с «горячей» и «холодной» кровью. Последний признак имел большое значение для выявления собственной, внутренней упорядоченности живой природы. Так родилась естественная система, отражающая упорядоченность, имеющуюся в природе [Шаталкин, 1988]. В 1172 году арабский философ Аверроэс сделал сокращённый перевод трудов Аристотеля на арабский язык. Его собственные комментарии были утеряны, но сам перевод дошёл до наших дней на латыни. Большой вклад сделал швейцарский профессор Конрад Геснер (1516–1565). Эпоха великих открытий позволила учёным существенно расширить знания о живой природе. В конце XVI – нач. XVII вв. начинается кропотливое изучение живого мира, вначале направленное на хорошо знакомые типы, постепенно расширившееся, пока, наконец, не сформировался достаточный объём знаний, составивший основу научной классификации. Использование этих знаний для классификации форм жизни стало долгом для многих известных медиков, таких как Иероним Фабриций (1537–1619), последователь Парацельса Педер Сёренсен (1542–1602, известен также как Петрус Северинус), естествоиспытатель Уильям Гарвей (1578–1657), английский анатом Эдвард Тайсон (1649–1708). Свой вклад сделали энтомологи и первые микроскописты Марчелло Мальпиги (1628–1694), Ян Сваммердам (1637–1680) и Роберт Гук (1635–1702). Английский натуралист Джон Рей (1627–1705) опубликовал важные работы по растениям, животным и натуральной теологии. Подход, использованный им при классификации растений в «*Historia Plantarum*», стал важным шагом по направлению к современной

таксономии. Дж. Рей отверг дихотомическое деление, которое использовалось для классификации видов и типов, предложив систематизировать их по схожести и отличиям, выявленным в процессе изучения. Порядок есть подразделение классов, вводимое для того, чтобы не разграничивать роды в числе большем, чем их легко может воспринять разум. К началу XVIII века наукой был накоплен большой объём биологических знаний, однако с точки зрения структурирования этих знаний биология существенным образом отставала от других естественных наук, активно развивавшихся в результате научной революции. Определяющим вкладом в устранении этого отставания стала деятельность шведского естествоиспытателя, доктора медицины из Швеции (рис. 1). Карла Линнея (1707–1778), который определил и реализовал на практике основные положения научной систематики, что позволило биологии в достаточно короткие сроки стать полноценной наукой [Майр, 1971].

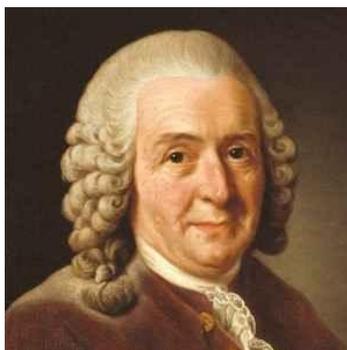


Рис 1. *Карл Линней*

Главным в систематике, по мнению Линнея, является построение естественной системы, которая, в отличие от каталожного списка, «сама по себе указывает даже на пропущенные растения». Он был автором одной из популярных искусственных систем растений, в которой цветковые растения распределялись по классам в зависимости от числа тычинок и пестиков в цветке. Работа К. Линнея «Система Природы» (*Systema Naturae*, 1735), в которой он разделил природный мир на три царства – минеральное, растительное и животное, была переиздана, по меньшей мере, тринадцать раз ещё при его жизни. В возрасте 28 лет он опубликовал первое издание своей

“Systema Naturae”, содержащей ее основы. К. Линней использовал в классификации четыре уровня (ранга): классы, отряды, роды и виды. Эта иерархическая система основана на аналогии устройства Римской армии. В ней каждый организм классифицируется в ряде таксонов от наиболее объединяющего (царство) до разновидности (вида). Каждая разновидность идентифицирована линнеевским двучленным названием, включающим название рода и вида (например, люди принадлежат роду *Homo* и виду *Homo sapiens*). Линнеевская система использовала следующие главные категории, от наиболее объединяющих до наименее объединяющих включительно: царство, тип, класс, отряд, семейство, род, вид. Ранние линнеевские классификации не отражали филогенетические отношения, либо потому, что они не были известны, либо из-за желания систематиков классифицировать вместе животных, выглядящих скорее сходно, чем связанных родственными взаимоотношениями. Так, например, традиционный класс Рептилии является парафилетической группой, потому что он включал всех ранних амниот, чешуйчатых, крокодилов, ранних родственников млекопитающих, но исключал самих млекопитающих и птиц. Класс Рептилии включал эктотермичных (холоднокровных) четвероногов, которые были покрыты эпидермальной чешуей. Причиной для отделения млекопитающих и птиц от рептилий было то, что они выглядели иначе: например, они – эндотермы, и были покрыты шерстью или перьями вместо чешуи.

Введённый Линнеем метод формирования научного названия для каждого из видов используется до сих пор (применявшиеся ранее длинные названия, состоящие из большого количества слов, давали описание видов, но не были строго формализованы). Использование латинского названия из двух слов – название рода, затем видовой эпитет – позволило отделить номенклатуру от таксономии. Данное соглашение о названиях видов получило наименование «бинарная номенклатура».

В конце XVIII века Антуан Жюссье ввёл категорию семейства, а в начале XIX века Жорж Кювье сформулировал понятие о типе животных.

Вслед за этим, категория, аналогичная типу – отдел – была введена для растений. Чарлз Дарвин предложил понимать естественную систему как результат исторического развития живой природы. Он писал в книге «Происхождение видов»:...общность происхождения и есть та связь между организмами, которая раскрывается перед нами при помощи наших классификаций. Это высказывание положило начало новой эпохе в истории систематики, эпохе филогенетической (то есть основанной на родстве организмов) систематики. Дарвин предположил, что наблюдаемая таксономическая структура, в частности иерархия таксонов, связана с их происхождением друг от друга. Так возникла эволюционная систематика, ставящая во главу угла выяснение происхождения организмов, для чего используются как морфологические, так и эмбриологические и палеонтологические методы. Новый шаг в этом направлении был сделан последователем Дарвина, немецким биологом Эрнстом Геккелем. Из генеалогии Геккель заимствовал понятие «генеалогическое (родословное) древо». Родословное древо Геккеля включало все известные к тому времени крупные группы живых организмов, а также некоторые неизвестные (гипотетические) группы, которые играли роль «неизвестного предка» и помещались в развилках ветвей или в основании этого древа. Такое чрезвычайно наглядное изображение очень помогло эволюционистам, и с тех пор – с конца XIX века – филогенетическая систематика Дарвина–Геккеля господствует в биологической науке. Одним из первых следствий победы филогенетики стало изменение последовательности в преподавании курсов ботаники и зоологии в школах и университетах: если раньше изложение начинали с млекопитающих (как в «Жизни животных» А. Брема), а затем спускались «вниз» по «лестнице природы», то теперь изложение начинают с бактерий или одноклеточных животных. Геккель очень хотел, чтобы на каждой развилке дерева можно было поместить какой-нибудь организм. Такой организм и был бы родительской (предковой) формой для всей ветки. Но если такие организмы и находили, впоследствии признавали их не

предками, а «боковыми ветвями» эволюции. Так произошло, например, с тупайями, археоптериксом, ланцетником, трихоплаксом и многими другими организмами. Геккель мечтал найти организм, который можно было бы поместить в самое основание дерева, и даже однажды сообщил, что он найден. Организм представлял собой комок слизи и получил название батидий, но вскоре оказалось, что это продукт деградации морских животных. Такое существо (по-английски оно называется last common ancestor – LCA) не найдено до сих пор [Развитие ..., 1967].

Таким образом, первые известные нам попытки классифицировать формы жизни предприняли в античном мире Гептадор, а затем Аристотель и его ученик Теофраст, которые объединяли всё живое в соответствии со своими философскими взглядами. Они дали довольно подробную систему живых организмов. Английский натуралист Джон Рей (1627–1705) опубликовал важные работы по растениям, животным и натуральной теологии. Главным в систематике, по мнению Линнея, является построение естественной системы, которая, в отличие от каталожного списка, «сама по себе указывает даже на пропущенные растения». Линней использовал в классификации четыре уровня (ранга): классы, отряды, роды и виды. Дарвин предположил, что наблюдаемая таксономическая структура, в частности иерархия таксонов, связана с их происхождением друг от друга. Новый шаг в этом направлении был сделан последователем Дарвина, немецким биологом Эрнстом Геккелем.

## Глава II . Основные понятия систематики живых организмов

### 2.1. Основные понятия систематики

Систематика – это основа для научно-исследовательской работы в любой области биологии. Как и любая другая наука систематика имеет свой собственный объект исследования – таксон. В рамках данной науки организмы объединяют их в группы (таксоны) и присваивают наименования на основе определенных отношений между ними. Собственно биологическая систематика изучает таксономическое разнообразие, элементами которого являются таксоны. Группа в классификации, состоящая из дискретных объектов, объединяемых на основании общих свойств и признаков. Классификационные системы, использующие понятие «таксона», обычно носят иерархический характер; применяются они в языкознании, библиографии и других науках, но прежде всего в биологии, а именно – в биологической систематике. Группы, составляющие этот иерархически организованный порядок согласно определенной системе (которая может быть в деталях очень различной), называются таксонами (*taxon*, множественное – *taxa*). Как совокупность каких-либо реальных рас (или даже отдельная раса или ее часть), таксон, конечно, объективная реальность, но, как совокупность, ограниченная совершенно субъективно, любой таксон – это понятие, идея, образ. Способ отграничения таксонов в иерархической системе – ранжирование, и неотъемлемая часть любого таксона – его ранг (положение в иерархическом ряду соподчинения). Свод законов ботанической номенклатуры, которому подчиняется вся работа систематиков, – (Интернациональный) Международный Кодекс ботанической номенклатуры – уже во второй своей статье заявляет: «Каждое отдельное растение рассматривается как принадлежащее к ряду таксонов последовательно соподчиненных рангов» [Международный ..., 2001]. То есть, экземпляр *Pelargonium zonale*, стоящий у меня на окне, как минимум

принадлежит к виду *P. zonale*, роду *Pelargonium*, семейству Geraniaceae, порядку Geraniales, классу Magnoliopsida (Dicotyledonae), отделу Magnoliophyta (Angiospermae) и, разумеется, к царству растений – Regnum Vegetabilia (Plantae). Кодекс специально оговаривает, что основным понятием в иерархии таксонов является ранг вида. Вид относится к ряду таксонов последовательно соподчиненных рангов, роду, семейству, порядку, классу, отделу (или типу). В латинской номенклатуре это ряд таксонов: species – genus – familia – ordo – classis – divisio. Но кодекс разрешает употреблять для целей систематики и иные таксоны (таксоны других рангов). Виды в составе одного рода могут объединяться в восходящем ряду в серии (ряды) – series, подсекции, секции – sectio, подроды; роды в составе одного семейства – в подтрибы, трибы (колена) – tribus, подсемейства; семейства в составе одного класса – в подпорядки, порядки, надпорядки. Возможно, употреблять и таксон II ранга – подотдел (подтип). Главное, что при этом требует кодекс номенклатуры – соблюдать единый ряд главных таксонов, порядок которых изменять нельзя (вид, род, семейство, порядок, класс, отдел) и порядок дополнительных таксонов между главными (если они необходимы). Любое подразделение системы, соблюдающее этот ряд (и правильно описанное), таксон. Но кодекс допускает (при желании систематика) и выделение таксонов в ранге ниже вида. Их нисходящий ряд – подвид, разновидность, форма (возможно и его усложнение – подразновидность и даже подформа). Естественно полагать, что внутривидовые и надвидовые таксоны, по существу, – нечто различное, хотя в кодексе они равноценны. Внутривидовые таксоны как совокупности особей в генетическом смысле – единое целое (у них общий генотип, обеспечиваемый общей панмиксией, свободным скрещиванием в разных направлениях внутри этой совокупности). Надвидовые таксоны как совокупности особей двух и более видов, как правило, не объединяются в системах свободные скрещивания в единство, поддерживаемое панмиксией, и, следовательно, у них нет общего генотипа. Но и те, и другие таксоны,

различные по рангу с точки зрения Кодекса, могут полностью совпадать друг с другом по объему с точки зрения таксономистов, использующих эти таксоны для классификации [Попов, Рыбакова, 1970]. Достаточно простая операция построения системы любого содержания как иерархии соподчиненных таксонов, располагающихся в соответствии с их рангом, не снимает, однако (для хорошего систематика), обязанности обсудить вопрос – естественны ли принимаемые им таксоны как совокупности особей (живых организмов), связаны ли они также по родству, и, если да, то какие именно таксоны и в какой степени естественны, природны. И до сих пор среди биологов (и в том числе систематиков) есть немало полагающих, что все таксоны – природные, естественные объекты. При этом они с легким сердцем переносят неизбежные в нашей практике факты, когда какой-либо вид (ранее известный им) переносится в другой род, род – в другое семейство, а семейство кочует из порядка в порядок. Они считают, что все это представляет ход развития науки, когда мы субъективно постепенно приближаемся к истине, к естественному природному порядку вещей. Но, пожалуй, большинство систематиков относится к таксонам как к удобным по форме и полезным, но вполне субъективным понятиям, если и имеющим объективное содержание, то только во временных рядах развития, которые мы можем восстанавливать, но, конечно, также достаточно субъективно (и неполно). Все это, однако, относится только к надвидовым таксонам, поскольку основной таксон – вид (раса) – природное явление, доступное для познания и на современном своем срезе, а отчасти и во времени, и даже в эксперименте. Другое дело, что эту объективную природу вида, расы мы можем выразить еще и в рамках системы таксонов ниже вида, допускаемых для применения «Кодексом», выразить достаточно субъективно (и по-разному для разных исследователей). Это обычно связано, в первую очередь, с тем, как разные исследователи понимают собственно вид, допускают ли они его трактовку как системы относительно независимо существующих в природе популяций, имеющих различную эволюционную историю и судьбу,

а, следовательно, и различный (хотя бы в частностях) генотип, считают вид наименьшей природной единицей, обладающей единым генотипом. Но это может быть связано и с тем, что для трактовки одних и тех же эволюционных явлений на уровне популяций и вида разные исследователи могут произвольно выбрать таксоны разного ранга (формы, разновидности). Но трактовка одних и тех же групп (как совокупностей особей и видов) в разных системах надвидовых таксонов может быть исключительно резко различной и, при этом все дело только в том, что выбор ранга таксона – сугубо субъективный акт, причем при любых теоретических обоснованиях. Род *Ixiolirion*, состоящий из 2-3 хороших видов (и, возможно, еще из 2-3 подвидов), – восточно-древнесредиземноморский и даже заходящий на территорию России – в старых системах относился к сем. *Amaryllidaceae*, составляя там обычно особую трибу. В системе А.Л. Тахтаджяна [1966] он даже не упоминается, по-видимому, из-за традиционного помещения его туда же. В системе А. Тахтаджяна (1980) он выделен в качестве особого подсемейства в составе *Amaryllidaceae*. В системе Р. Дальгрена он сначала трактуется также, но в системе 1983 г. выделяется в особое семейство *Ixioliriaceae*, стоящее вблизи *Nyroxidaceae*. В системе магнолофитов [Тахтаджяна 1987] он выделен в отдельное семейство *Ixioliriaceae* пор. *Amaryllidaceae*. В системе А. Кронквиста он входит в состав сем. *Liliaceae* (вместе с *Amaryllidaceae*) и никак не был обособлен. В системе Р. Торна 1983 г. он также входит в состав *Liliaceae*, но как особое подсемейство, а в самом последнем варианте (90-е годы), видимо, также выделяется как особое семейство. И в системе Тахтаджяна [1987] это — особое семейство, но в порядке *Amaryllidales*, уже отделенном от *Asparagales*. Наконец, в одной из последних систем А. Тахтаджяна [2009] *Ixioliriaceae* входит уже в порядок *Tesophilaales*, отдельный от порядка *Amaryllidales*, и даже очень далекий от него, так как *Tesophilaales* сближается с *Iridales*. Ни в одном из этих случаев объем таксона — рода *Ixiolirion* — не менялся, как не менялся объем этой группы как особого таксона во всех вариантах системы, кроме систем

Тахтаджяна [1966] и А. Кронквиста (1981–1988 гг.), где объем группы, включающей *Ixiolirion*, особо не был оговорен. Но ранг то изменялся неоднократно, как неоднократно изменялось и положение его в системе. И это все – разные таксоны.

Что касается признаков рода, то они ни на йоту не изменились за эти последние 30 лет! С чем же это связано и имеет ли основание в теории систематики? Как ни странно, но на этот вопрос следует ответить положительно. Род в систематике всегда был типологическим понятием, обобщающим какие-то черты к нему относящихся видов. Более того, на каком-то этапе развития систематики род как понятие типологическое явно казался понятием более важным, чем вид (а рецидивы этих суждений дошли и до наших дней, особенно у зоологов и палеобиологов). Рода впервые и были описаны, и первые получили тривиальные названия (мономиналы). Потом и в составе родов стали различаться все более многочисленные виды. Более того, роды стали и первыми таксонами, имеющими естественное содержание, и близость признаков видов именно в составе одних родов стало нередко трактоваться как свидетельство родства. И такова уж естественная и типологическая (образная) природа родов, что даже понимая, что происхождение каких-либо современных видов, входящих в какой-либо род, от других современных видов того же рода почти невероятно, систематики все же считают, что уж в составе родов они объединяют заведомо близкородственные виды, более близкие, чем виды, группируемые ими в составе других родов. Насколько этот тезис сомнителен, легко увидеть в современных системах, скажем, трибы *Triticeae* (*Gramineae*), для большинства родов *i* и видов которой достаточно давно уже установлены важнейшие особенности строения генома. При этом оказывается, что один и тот же индивидуальный геном свойственен (в различных сочетаниях с другими геномами) целому ряду родов, содержащих разное число видов. Также подробнее разобраться в этом, можно используя очень интересную статью выдающегося систематика (и, прежде всего, агростолога с мировой

известностью), Н.Н. Цвелева «О геномном критерии родов у высших растений» [1991]. Она, в общем, никогда не обсуждалась в литературе серьезно (хотя ссылки на нее есть), а, между тем, основная мысль ее такова: «В исследовании геномов – ключ к естественному разделению родов растений». Мысль эта, впрочем, не Николая Николаевича, а автора той концепции родов, которую он разбирает в статье – Аскелла Лева. А. Лева – один из крупнейших кариотаксономистов конца XX века (сам он считает себя «цитогенетиком»), сторонник в большей части своих работ экстремально узкого понимания родов у растений. Та концепция, которую обсуждает в своей статье Н.Н. Цвелев, касается системы родов в двух наиболее исследованных генетически трибах хлебных злаков – Triticeae и Hordeae. Сам Лева с этой группой как генетик работал, но воспользовался генетическими разработками В. Дьюи (Dewey), владельца большой коллекции пшениц и их родичей и крупного канадско-американского генетика пшениц (и менее – ячменей), ниже мы разберем подробней основу этой концепции детальней, но пока необходимо сказать несколько слов о самой статье Н.Н. Цвелева, которая, как всегда, интересна и тем, какова позиция самого Н.Н. Цвелева в более общих теоретических вопросах вообще (а Н.Н. никогда их не скрывает, высказывает прямо, он человек, очень увлеченный и увлекающийся, и ботанику любит, как саму жизнь). Статья и начинается собственно кредо Н.Н.: «Все таксоны реально существуют в природе, и задача систематика состоит в их выявлении и придании им определенного таксономического ранга». Далее Н.Н. оговаривается, что это не относится к ошибочно установленным таксонам. Но так думает такой систематик, как Н.Н. Цвелев, и так высказывался и наш другой маститый систематик, А.К. Скворцов, за подобными высказываниями столь выдающихся систематиков не могут не устремиться многие и многие молодые систематики. Правда, Н.Н., в отличие от А.К., человек не осторожный, а предельно открытый, абсолютно смелый! И он тут же для подтверждения своей мысли приводит пример. Шоуген и Фелдкамп (У.

Schouten, I. Veldkamp) сейчас генетически доказывают, что роды *Anthoxanthum* и *Hierocloë* – это один род! Н.Н. подчеркивает, что у них все же разные основные числа хромосом (*Anthoxanthum* –  $x=5$ , а *Hierocloë* –  $x=7$ ). На этом основании он считает, что *Anthoxanthum* соединять с *Hierocloë* нельзя, но, в общем, *Anthoxanthum* сейчас, конечно, по-иному понимается, чем у К. Линнея. Можно его понимать и уже, и надо в этом случае видеть их (эти ряды) как реальность, данную природой. Но вот в чем беда. И *Anthoxanthum* L., и *Anthoxanthum* в смысле Цвелева, и *Anthoxanthum* в смысле Шоутена и Фелдкамп – это и есть таксоны (а не естественные роды, поскольку все они разного содержания). Дело в том, что таксон никогда не тождественен филуму (а тем более – его срезу). Таксон (выше вида) – всегда абстракция (а в ряде случаев он – абстракция и тогда, когда он равен всего одному ныне реально существующему (и познаваемому нами) виду! Филум же – это отрезок филогенеза, представленный либо стволом, либо сеткой гибридизации, конечно же, реальность, но реальность, нами наблюдаемая не полно (без предшествовавших современным видам). Но только эта, не наблюдаемая нами часть этой реальности, и определяет таксон выше вида. Реальным таксон кажется систематикам тогда, когда практически исчерпаны варианты систем, есть устоявшаяся традиция, есть устойчивый образ таксона. Вот такова философия (или гносеология) таксонов, но, увы, она необходима потому, что наши точки зрения на них различны [Мейен, 1987]. Учение о принципах и практике классификации и систематизации называется таксономией. Одна из наиболее фундаментальных проблем таксономии – это проблема способа бытия таксона, по-разному трактуемая в рамках различных исследовательских программ. Таксон нельзя путать с таксономической категорией. Таксономическая категория обозначает ранг или уровень в иерархической классификации. Такие понятия как вид, род, семейство, отряд – это таксономические категории. То есть, таксономическая категория – класс, членами которого являются все таксоны, имеющие данный ранг. Таким образом, теория или, вернее, неполнота теории систематики дает

нам основания для многочисленных изменений ранга и объема таксонов, хотя ни в одном случае здесь мы объективно не можем достигнуть отражения истинной природы вещей. Ведь еще и еще раз приходится помнить нам и о неполноте геологической летописи, и о том, что темпы эволюции, увы, в разных филумах весьма индивидуальны [Сойфер, 1998]. Именно последнее обстоятельство (известное как «закон Симпсона») позволяет нам категорически отвергать все попытки выравнивания ранга и объема таксонов в системах. В каждом деле (и в каждом разделе науки) всегда есть люди, которые желают формализовать любое явление и любой процесс. Систематика – не исключение, и в ней постоянно раздаются голоса, призывающие либо равномерно разделить все крупные (еще сохранившиеся) роды, либо равномерно же укрупнить какие-либо таксоны. При этом часть подобных призывов основана на превратном представлении, что дивергентная в основе своей эволюция по Дарвину ведет к строгой дихотомии. Это совершенно неверно, поскольку дивергенция (уклонение) чаще всего ведет к гибели исходного вида, а при географическом замещении по классическому типу (образовании подвидов, которые могут в дальнейшем обособиться до вида) – к пучку рас, как правило, видимо, существующих более короткое время и чем подвидовые структуры, и чем исходный вид. Тем более маловероятна дихотомия, обычно рисуемая на схемах в крупных филумах. Природа, конечно же, много более разнообразна, и никаких выравниваний она допустить не может [Кусакин, Скворцов, 1994]. Завершающим этапом работы систематика, отражающим его представления о некой группе живых организмов, является создание естественной системы. Предполагается, что эта система, с одной стороны, лежит в основе природных явлений, с другой стороны, является лишь этапом на пути научного исследования. В соответствии с принципом познавательной неисчерпаемости природы естественная система недостижима [Криштофович, 1957]. Основные цели систематики: наименование (в том числе и описание) таксонов, диагностика (определение, то есть нахождение

места в системе), экстраполяция, то есть предсказание признаков объекта, основывающееся на том, что он относится к тому или иному таксону. Например, если на основании строения зубов мы отнесли животное к отряду грызунов, то можем предполагать, что у него имеется длинная слепая кишка и стопоходящие конечности, даже если нам неизвестны эти части тела. Систематика всегда предполагает, что: окружающее нас разнообразие живых организмов имеет определённую внутреннюю структуру, эта структура организована иерархически, то есть разные таксоны последовательно подчинены друг другу, эта структура познаваема до конца, а значит, возможно, построение полной и всеобъемлющей системы органического мира («естественной системы»).

Эти предположения, лежащие в основе любой таксономической работы, можно назвать аксиомами систематики [Маяльский, 1999]. Современные классификации живых организмов построены по иерархическому принципу. Различные уровни иерархии (ранги) имеют собственные названия (от высших к низшим): царство, тип или отдел, класс, отряд или порядок, семейство, род и, собственно, вид. Виды состоят уже из отдельных особей. Принято, что любой конкретный организм должен последовательно принадлежать ко всем семи категориям. В сложных системах часто выделяют дополнительные категории, например, используя для этого приставки над- и под- (надкласс, подтип и т. п.). Каждый таксон должен иметь определённый ранг, то есть относиться к какой-либо таксономической категории. Этот принцип построения системы получил название линнеевской иерархии, по имени шведского натуралиста Карла Линнея, труды которого были положены в основу традиции современной научной систематики. Сравнительно новым является понятие надцарства, биологического домена. Оно было предложено в 1990 Карлом Вёзе и ввело разделение всей биомассы Земли на три домена: 1) эукариоты (домен, объединивший все организмы, клетки которых содержат ядро); 2) бактерии; 3) археи.

## 2.2. Наименование и описание таксонов

К началу XX века в систематике оформилось семь основных таксономических категорий: царство — *regnum*, тип — *phylum* (у растений отдел — *divisio*), класс — *classis*, отряд (у растений порядок) — *ordo*, семейство — *familia*, род — *genus*, вид — *species*. Любое растение или животное должно последовательно принадлежать ко всем семи категориям. Часто систематики выделяют дополнительные категории, используя для этого приставки под- (*sub-*), инфра- (*infra-*) и над- (*super-*), например: подтип, инфракласс, надкласс. Такие категории обязательными не являются, то есть при систематизации объекта их можно пропустить. Кроме того, часто выделяются и другие категории: раздел (*divisio*) между подцарством и надтипом у животных, когорта (*cohors*) между подклассом и надпорядком, триба (*tribus*) между подсемейством и родом, секция (*sectio*) между подро́дом и видом, и так далее. Часто такие категории используются лишь в систематике каких-то конкретных таксонов (например, насекомых). Для того, чтобы избежать синонимии (то есть разных названий одного и того же таксона) и омонимии (то есть одного названия для разных таксонов), в настоящее время номенклатура регулируется номенклатурными кодексами, позволяющими деление на уровни (ранг – биологическая систематика) – отдельно для растений, животных и микроорганизмов. Во всех номенклатурных кодексах используются три основных принципа номенклатуры: приоритета, действительного обнародования и номенклатурного типа. Кроме того, названия всех таксонов должны даваться по-латыни (от латинских и греческих корней либо от личных имён или народных названий), а название вида должно быть бинарным, то есть состоять из названия рода и видового эпитета. Например, латинское название картофеля – *Solanum tuberosum* L. (последнее слово обозначает автора названия – в данном случае это Карл Линней; в зоологии часто ставят ещё и год действительного обнародования). Каждый таксон обязательно должен

иметь ранг, то есть относиться к какой-либо из перечисленных категорий. Таким образом, ранг – это мера соответствия таксонов друг другу; например, семейство Капустные и семейство Кошачьи – сопоставимые категории. Нет, однако, общепринятого способа вычисления ранга, и поэтому разные систематики выделяют ранги по-разному [Кусакин, 1973].

### *Диагностика таксонов*

Под диагностикой понимают прежде всего составление таблиц для определения организмов (так называемых определительных ключей). Со времён Ж.Б. Ламарка наибольшее распространение получили дихотомические ключи, в которых каждый пункт (ступень) разделён на тезу и антитезу, снабжённые указаниями о том, к какой ступени нужно перейти дальше. Сейчас почти вся флора и фауна Земного шара охвачена определительными ключами. В практической работе биолог-систематик руководствуется несколькими основными принципами и приёмами. Во-первых, классификация должна быть разбиением, то есть никакой таксон не может относиться сразу к двум группам одинакового ранга, и наоборот, каждый таксон должен относиться к какому-либо надтаксону (не должно быть неклассифицированного «остатка»). Во-вторых, классификация должна производиться по одному основанию, то есть признаки, используемые для классификации, должны быть альтернативными (нельзя делить на «растения с цветками» и «древесные растения»). В-третьих, классификация должна производиться по значимым признакам (например, нельзя использовать признаки роста и веса). В-четвертых, классификация должна проводиться по максимальному числу признаков (взятых из самых различных областей биологии – от морфологии до биохимии). Начинают классификацию с определения границ исходного таксона, затем выделяют элементарные таксоны (например, виды), подлежащие классификации. На следующем этапе происходит группировка таксонов. Достичь приемлемый результат, возможно, повторяя эту процедуру. Разные направления систематики различаются, прежде всего, методами группировки [Липшиц, 1947–1956].

## *Иерархия*

Надцарство, Царство, Подцарство, Надтип/Надотдел, Тип/Отдел, Подтип/Подотдел, Надкласс, Класс, Подкласс, Надотряд/Надпорядок, Отряд/порядок, Подотряд/Подпорядок, Надсемейство, Семейство, Подсемейство, Надтриба, Триба, Подтриба, Род, Подрод, Надсекция, Секция, Подсекция, Ряд, Подряд, Вид, Подвид, Вариегат/Разновидность, Подразновидность, Форма, Подформа.

В настоящее время принято, чтобы классификация там, где это допустимо, следовала принципам эволюционизма. Обычно биологические системы создаются в виде списка, в котором каждая строчка соответствует какому-нибудь таксону (группе организмов). С 1960-х развивается направление систематики, называемое «кладистика» (или филогенетическая систематика), которое занимается упорядочиванием таксонов в эволюционное дерево – кладограмму, то есть схему взаимоотношений таксонов. Если таксон включает всех потомков некой предковой формы, он является монофилетическим. В. Хенниг формализовал процедуру выяснения предкового таксона, и в своей кладистической систематике положил в основу классификации кладограмму, строящуюся при помощи компьютерных методик. Это направление является ныне ведущим в странах Европы и США, особенно в сфере геносистематики (сравнительного анализа ДНК и РНК). Р. Сокэл и П. Снит в 1963 году основали так называемую численную (нумерическую) систематику, в которой сходство между таксонами определяется не на основании филогении, а на основании математического анализа максимально большого количества признаков, имеющих одинаковое значение (вес). Домены – относительно новый способ классификации. Трёхдоменная система изобретена в 1990 году, однако до сих пор не принята окончательно. Большинство биологов принимает эту систему доменов, однако значительная часть продолжает использовать пятицарственное деление. Одной из главных особенностей трёхдоменного метода является разделение археев (Archaea) и бактерий (Bacteria), которые ранее были

объединены в царство бактерий. Существует также малая часть учёных, добавляющих археев в виде шестого царства, но не признающих домены. Сегодня систематика принадлежит к числу бурно развивающихся биологических наук, включая всё новые и новые методы: методы математической статистики, компьютерный анализ данных, сравнительный анализ ДНК и РНК, анализ ультраструктуры клеток и многие другие. [Мошковский, 1957]

### **2.3. Кладистический метод**

Типология – это ведущее в додарвиновский период развития систематики направление, ставившее своей главной задачей построение так называемых «естественных» систем – классификаций, отражающих сущностные свойства организмов. Типологию, учитывая ее цель – упорядочить (классифицировать) организмы с точки зрения их существенных свойств, часто называют эссенциализмом. Основной вопрос в эссенциализме – отношение свойств объекта к самому объекту, отдельные признаки не имеют устойчивого значения. Они слишком изменчивы, чтобы можно было полагаться на них при построении классификаций. Во внимание должна приниматься вся совокупность свойств. Только она обладает необходимой целостностью (что воспринимается по «впечатлению», т. е. через интуитивное осознание общности сравниваемых видов). Типовая характеристика охватывает признаки одного таксономического уровня, т. е. такие признаки, которые в известных пределах изменяются более или менее независимо друг от друга. Можно, следовательно, говорить о выражаемой через типовую характеристику взаимосвязи признаков одного уровня. Соответствующие связи называются горизонтальными. Для всех школ типологического направления в систематике общей является еще одна принципиальная позиция – отрицание эволюционной идеи как теоретической основы классифицирования. Одни из них антиэволюционны, по сути, другие, не отвергая эволюции, утверждают, что типологические системы приоритетны по отношению к эволюционным. В пользу своей позиции

типологи приводят два основных аргумента. Они считают, что, с одной стороны, типологическая естественная система выражает собой некий общий закон упорядочения биологического разнообразия. На этом основании она может быть приравнена (с определенными оговорками) к тем фундаментальным законам природы, с которыми имеет дело, например, физика. В качестве удачных примеров, как образцов для подражания, систематики-типологи приводят классификации кристаллов или химических элементов и соединений. С другой стороны, эволюционные системы строятся на родстве, а о родстве судят по сходству. Последнее означает, что сначала разнообразие упорядочивается типологически, а затем этому выявленному порядку дается та или иная эволюционная интерпретация. Иными словами, типологические классификации не только исторически, но и логически предшествуют эволюционным, на чем особенно настаивают сторонники типологических школ середины – второй половины XX в. Основные цели систематики – наименование, диагностика и экстраполяция. С наименованием все вроде бы ясно; диагностика – это определение данного растения или животного (то есть нахождение ему места в системе), а вот на том, что такое экстраполяция, нужно остановиться более подробно. Например, если мы узнали, что конфеты в зеленой обертке – сладкие, мы склонны считать сладкими все остальные конфеты. Типичная же таксономическая экстраполяция состоит, например, в том, что отнеся некое животное к классу млекопитающих по одним признакам (скажем, по строению зубов), мы можем с большой вероятностью утверждать, что оно выкармливает детенышей молоком, хотя ни детенышей, ни молока мы у него еще не видели. Вообще говоря, большая часть наших знаний об окружающем мире основана на экстраполяциях. Человек, обжегшийся о раскаленную сковороду, в следующий раз будет обращаться со сковородой гораздо осторожнее, потому что он экстраполирует свойства уже знакомой ему сковороды на все остальные. Но экстраполировать можно лишь с некоторой вероятностью, и не исключено, что сковорода, которой этот человек так

боялся, окажется холодной. Чтобы повысить вероятность, нужно точнее определять данный объект (то есть, например, отнести его не к классу "сковороды", а к классу "горячие сковороды"). А для этого требуется диагностика, то есть быстрое и точное определение объекта. Таким образом, все три цели систематики тесно связаны между собой. В основе создания всех систематик и классификаций лежит сравнительный анализ связанных родством видов и оценка их сходства и различия по конкретным признакам. И классификация, и филогения строятся на изучении естественных групп, сложившихся в природе, имеющих наборы признаков, которые можно обнаружить у их общих предков.

**Систематика** – наука, решающая задачи естественной классификации организмов и изучением их взаимосвязей.

**Классификация** – группировка организмов сообразно с их родственными (филогенетическими) отношениями. Она включает таксономические категории. Родственные виды включаются в род, близкие роды объединяются в семейства, сходные семейства – в отряды, похожие отряды – в классы, классы – в типы, все типы составляют царство.

**Таксономия** – присвоение названий организмам или их группам.

**Таксон** – любая имеющая название группировка в линнеевской иерархии, группа организмов, обладающих заданной степенью однородности.

**Ихнотаксон** – таксон, основанный на окаменелых следах деятельности организма – следы ползания, отпечатки ног, норы, гнезда, копролиты, гастролиты, следы укусов и грызения и т. п.

**Номенклатура** – система наименований организмов, предложенная Карлом Линнеем. Название вида включает в себя два слова – название рода и собственно вида, т. е. используется бинарная номенклатура. Название вида всегда пишется вместе с названием рода и с маленькой буквы (в сокращенном виде – с первой буквой названия рода), например – *Iguanodon anglicus* или *I. anglicus*. Только видовое название организму не может быть

присвоено. Таким образом, слово *anglicus* ничего не означает в линнеевской системе. Название рода всегда пишется с заглавной буквы и тоже курсивом, например *I. guanodon*. Если применяется категория подрода, это название пишется в круглых скобках после названия рода – *Brachiosaurus (Giraffatitan) brancai*. Название подвида пишется с маленькой буквы после названия вида – *Psittacus erithacus timneh* (Бурохвостый серый попугай). Категория подвида редко используется в палеонтологии. Правило приоритета: используется только то правомерно образованное название вида или рода, которое было опубликовано первым, даже если разница насчитывает только один или несколько дней. Если вид установлен достоверно, применяется закрытая номенклатура, например, *Asaphus cornutus*. В случае приближенных видовых определений используется открытая номенклатура. Основными вариантами открытой номенклатуры являются:

**species** – неопределимый до вида (*Asaphus sp.*);

**conformis** – сходный по форме (*Asaphus cf. cornutus*);

**affinis** – близкий или родственный (*Asaphus aff. cornutus*);

**ex grege** – из группы (*Asaphus ex gr. cornutus*).

Существуют некоторые дополнительные латинские термины, которые располагаются после названия рода и вида и заключены в квадратные скобки:

**[nomen dubium]** – сомнительный таксон, который базируется на недостаточном или недиагностическом материале.

**[nomen nudum]** – сомнительное название, которому не назначен материал или неофициальное название, не соответствующее международным правилам.

**in partim** – частично, означает, что для определения данного вида используется часть находки, ошибочно описанной под другим названием. Если состояние материала или другие причины не позволяют определенно расположить таксон, перед его названием ставится латинский термин

**incertae sedis** – неуверенное положение, вставной таксон, точная классификационная позиция которого неуверенна.

**Вид** – наименьшая таксономическая категория организмов. Это группа родственных между собой организмов, имеющих общее происхождение. Входящие в состав вида организмы способны скрещиваться друг с другом на протяжении более одного поколения, но обычно не способны к скрещиванию с особями из других видов (репродуктивно изолированы от других видов). Вид имеет четкие границы во времени и пространстве. Каждому виду присваивается типовой экземпляр. Образованию видов способствует, в первую очередь, географическая изоляция.

**Род** – таксономическая единица, стоящая выше вида в ботанической и зоологической классификации. Род включает в себя один или несколько сходных видов. Каждый род имеет типовой вид. Все другие разновидности назначаются к данному роду на основе их подобия типовому виду.

**Голотип** – это отдельный экземпляр, назначенный несущим название вида или подвида, или единственный экземпляр на котором основан таксон, если другие типы видов отсутствуют. Проще говоря, первоначальный экземпляр разновидности. Для краткости употребляется как “типовой вид”.

**Аллотип** – экземпляр противоположного пола к голотипу.

**Неотип** – отдельный экземпляр, определенный как несущий название номинальной разновидности, когда считается, что голотип не существует.

**Лектотип** – номенклатурный тип вида, выбранный из аутентичного (подлинного) материала, на котором основан таксон не автором первоописания, а последующим исследователем. Лектотип всегда выбирается из образцов, процитированных при первоописании.

**Паратип** – образец, цитируемый в описании помимо голотипа, обычно с пометкой «паратип», либо в рубриках «изученные образцы», «исследованные образцы» и т. п.; (экземпляр), имеющий те же систематические признаки, что и голотип; вторично описанный, но под другим названием, таксон.

**Синтип** – любой из двух или нескольких образцов нового таксона, цитируемых автором в описании, если не указан голотип. Один или

несколько близких родов объединяются в семейство, далее следуют порядки, классы, отделы, царства. Название семейства и всех более высоких таксонов также пишется с большой буквы, но не курсивом. Для большинства высших таксономических категорий пока нет строгого определения.

**Тип (отдел)** – наивысший систематический таксон, для которого можно указать общий план строения.

**Царством** называется часть живой природы, занимающая определенное место в глобальной экологии. Царство единым планом строения не обладает и определяется только как экологическое целое. Основные категории классификации:

Домен, царство, раздел, тип, класс, когорта, отряд, фаланга, семейство, триба, род, вид. Для наименования многочисленных промежуточных группировок используются дополнительные категории, образуемые добавлением приставок к основным и повышающих или понижающих их уровень, например: супер-, над-, под-, инфра-, микро-.

Наиболее употребимые окончания таксономических единиц:

Для животных: отряд (-ida), подотряд (-ina), надсемейство (-oidea), семейство (-idae), подсемейство (-inae), триба (-ini).

Для растений:

отдел (-phyta) – Magnoliophyta

класс (-opsida) – Magnoliopsida

подкласс (-idae) – Ranunculidae

порядок (-ales) – Ranunculales

семейство (-ceae) – Ranunculaceae

Выше уровня отряда окончания названий таксонов не стандартизированы [Козо-Полянский, 1949].

Второй тип классификации называется филогенетической систематикой, по родству кладистический метод. В основном она разработана немецким эволюционистом Вилли Хеннингом в 1966 году и развита его последователями.

**Филогения** – это эволюционная история группы организмов, их развитие во времени. Она основана на классификации организмов по общности происхождения, основанной на ветвлении эволюционного генеалогического дерева, то есть на эволюционной истории организмов (рис. 2). Этот второй метод классификации необходим для непосредственного отражения филогении или родственных отношений. Это означает, что мы должны использовать только таксоны, включающие предка и всех его потомков. Такой таксон называется клэдом. Организмы, имеющие общих предков, имеют сходные особенности. Клэд – это монофилетический таксон. Эти два выражения – синонимы.

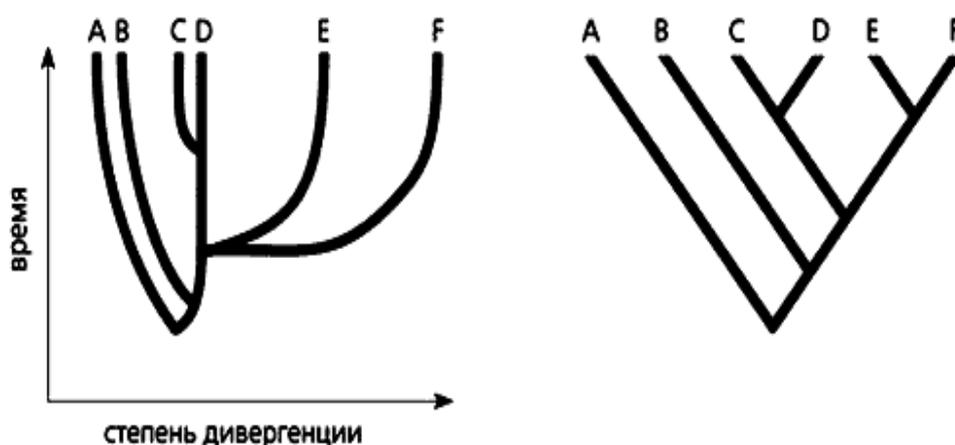


Рис 2. Филогенетические схемы

Филогенетические деревья имеют слишком много узлов (разветвлений) и могут часто изменяться, поэтому для них не применяются иерархические названия. Кладистика отвергает все линнеевские категории выше рода. Только монофилетические таксоны, содержащие одного предка и всех его потомков, называются клэдами. Многие из старых таксонов – не являются клэдами. Они называются парафилетическими таксонами. Парафилетический означает, что таксон включает не всех потомков общего предка группы. К таким таксонам относятся *Reptilia*, *Pisces* (рыбы), *Osteichthyes* (костные рыбы), *Dinosauria* (в старом смысле, исключая птиц). В литературе встречаются также многофилетические или

полифилетические таксоны. Они еще хуже, так как включают виды или группы видов, происходящих от более чем одного предка. Большинство событий видообразования происходит дихотомическим способом; одна разновидность разделяется на две. Это явление критическое для филогенетического анализа, потому что показывает историю развития животных как ряд ветвящихся событий. Одна из главных слабостей кладистической системы – это игнорирование последовательности окаменелостей в стратиграфическом отчете.

Основные термины, используемые в филогенетической классификации:

**Гомология:** какие-либо структуры гомологичные, если они произошли от одной и той же структуры общего предка сравниваемых организмов, даже если в настоящее время они выполняют разные функции. К примеру, крыло птицы и передние лапы крокодила гомологичны, потому что они получены от руки предкового архозавра.

**Аналогия:** схожие структуры, которые выполняют одинаковую функцию, но имеют разное происхождение и были развиты независимо. Например, крыло птицы и крыло пчелы не получены от крыла у отдаленного общего предка птиц и пчел. Поэтому они – аналогичные структуры.

**Гомойология:** сходство гомологичных органов, вторично усиленное приспособлениями к сходным функциям, независимо приобретёнными в ходе параллельной эволюции родственных групп организмов. Таким образом, гомойология представляет собой аналогию гомологичных органов. При гомойологии сходство органов бывает очень близким, но оно лишь отчасти унаследовано от общих предков, а в значительной степени развилось вторично. Например, таково сходство резцов у грызунов и зайцеобразных – эти зубы увеличены, имеют характерную долотообразную форму, постоянно растут и способны к самозатачиванию.

**Синапоморфия:** разделенная развитая особенность или характеристика. Разделенная означает, что, по крайней мере, два таксона

должны обладать этой особенностью. Развитая указывает, что это должна быть особенность, которая появилась незадолго до возникновения таксонов, которые ей обладают. Например, лошади, и зебры имеют единственный функциональный палец в каждой конечности. Это – современная особенность, и другие млекопитающие не имеют ее. Поэтому, присутствие одного функционального пальца у лошадей и зебр – синапоморфия. Также живорождение и кормление грудью характеризует всех плацентарных млекопитающих, но отсутствует у других групп.

**Симплезиоморфия:** разделенная примитивная особенность. Под примитивностью подразумевается, что это старая особенность, которая присутствует и у других животных, кроме сравниваемых. Например, лошади и зебры имеют шерсть, но она есть и у тигров, медведей, кенгуру, и большинства других млекопитающих. Поэтому, присутствие шерсти у лошадей и зебр – симплезиоморфия. Также откладывание яиц – свойственно птицам и однопроходным, но отсутствует у приматов.

**Плезиоморфные** признаки – унаследованные, примитивные.

**Апоморфные** признаки – производные, развившиеся, прогрессивные.

**Гомоплазия или сходимость:** разделенная особенность, которая развилась независимо, по крайней мере, в двух линиях происхождения. Например, крыло птиц было развито независимо от крыла летучих мышей. Поэтому присутствие крыла в этих двух таксонах – гомоплазия.

**Аутопоморфия:** развитая уникальная характеристика, не встречающаяся в других группах. Она указывает, что животное отличается от других организмов и имеет диагностическое значение. Пример: удлинённый третий палец обезьянки ай-ай (*Daubentonia madagascariensis*), который не присущ никаким другим живущим приматам.

**Внешняя группа:** таксон, который не является частью рассматриваемого, но должен быть к нему близок.

**Дивергенция:** в эволюционном учении – расхождение признаков организмов в ходе эволюции разных филетических линий, возникших от

общего предка. Дивергенция возникает в результате острой внутривидовой конкуренции, дизруптивного отбора, а также изоляции.

Сравнительно новым является понятие *надцарства*, или биологического домена. Оно было предложено в 1990 году Карлом Вёзе и ввело разделение всех биологических таксонов на три домена: 1) эукариоты (домен, объединивший все организмы, клетки которых содержат ядро); 2) бактерии; 3) археи [Иванов, 1968].

#### 2.4. Системы органического мира

Построение естественной системы органического мира является непрерывным процессом. Это связано с бесконечной серией все углубляющихся и усложняющихся исследований (рис. 3).

<u>Геккель (1894)</u> Три царства	<u>Уиттекер (1969)</u> Пять царств	<u>Вёзе (1977)</u> Шесть царств	<u>Вёзе (1990)</u> Три домена	<u>Кавалье-Смит (1998)</u> Два домена и семь царств	
<u>Животные</u>	<u>Животные</u>	<u>Животные</u>			<u>Животные</u>
	<u>Грибы</u>	<u>Грибы</u>			<u>Грибы</u>
<u>Растения</u>	<u>Растения</u>	<u>Растения</u>	<u>Эукариоты</u>	<u>Эукариоты</u>	<u>Растения</u>
	<u>Простейшие</u>	<u>Простейшие</u>			<u>Хромисты</u>
					<u>Протисты</u>
<u>Протисты</u>	<u>Монеры</u>	<u>Археи</u>	<u>Археи</u>	<u>Прокариоты</u>	<u>Археи</u>
		<u>Бактерии</u>	Бактерии		<u>Бактерии</u>

Рис. 3. Эволюция систем классификации

В настоящее время с учетом ископаемого и современного материала выделяют от 4 (рис. 4) до 26 царств, от 33 до 132 типов, от 100 до 200 классов, а общее число видов оценивается в несколько миллионов [Михайлова, Бондаренко, 1999]. Естественно, что системы органического мира, построенные в различные времена, существенно отличаются друг от

друга. Заранее хотим подчеркнуть, что о некоторых, даже крупных и крупнейших, таксонах современной живой природы будет сказано кратко или они не будут упомянуты, так как палеонтологический материал иногда бывает спорным, а некоторые группы неизвестны в ископаемом состоянии.

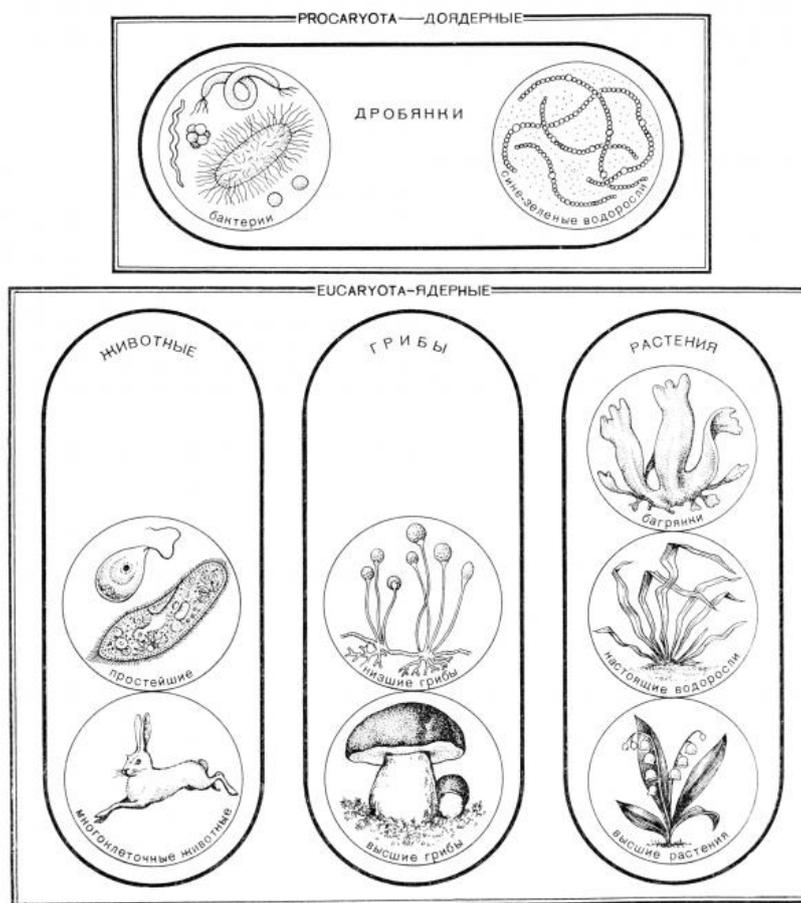


Рис 4. Система органического мира (Тахтаджян, 1974)

Большинство классификаций современных групп органического мира построены на основе кладистического метода, или кладистики (от греч. *klados* – ветвь). Кладистика – один из вариантов построения родословного древа органического мира, базируемого на степени родства, но без учета геохронологической последовательности. Полученные таким методом родословные благодаря эмбриологическим, цитологическим и другим исследованиям в целом достаточно объективно отражают уровни эволюции и степень родства групп. Тем не менее, без учета палеонтологических данных, то есть геохронологии, анализа признаков "предок-потомок" и "братья-

сестры", основного звена развития и т. д., построение относительно стабильной филогенетической системы органического мира невозможно. Теория и практика классификации органических объектов получили название таксономия (от греч. *taxis* – расположение, строй, закон). Необходимо различать два понятия: таксоны и таксономические категории, то есть ранги таксонов. Число таксонов как биологических объектов по мере познания органического мира все время возрастает.

Систематика (от греч. *systematikos* – упорядоченный) представляет собой раздел биологии, в задачи которого входят, с одной стороны, описание всего многообразия как современных, так и вымерших организмов, а с другой – упорядоченное иерархическое расположение таксономических категорий по отношению друг к другу. Иногда термины "систематика", "таксономия" и "классификация" считают синонимами, поэтому наряду с понятием "таксономическая категория" нередко используют понятие "систематическая категория". Таким образом, систематика (таксономия, классификация) представляет собой, прежде всего процесс исследования, а построение системы является конечным результатом [Майр, 1968]. Считают, что понятия "род" и "вид", а также бинарное название (биномен) вида впервые предложил в середине XVI века Конрад Геснер. Бинарная номенклатура (от лат. *binarius* – состоящий из двух частей и *nomenclatura* – перечень имен) означает, что вид получает двойное наименование: первое слово отвечало названию рода, а второе представляло соответственно видовое название, например *Betula alba*, то есть Береза белая. Широкое применение бинарной номенклатуры началось с работ английского священнослужителя Дж. Рея (1628–1705), который оставил заметный след в развитии естествознания. Ботаник-систематик, зоолог и путешественник Дж. Рей предложил разделять растения на две большие группы (в современном понимании однодольные и двудольные). Создателем научной таксономии и систематики по праву является шведский натуралист К. Линней (1707–1778). Он разработал правила и принципы классификации и построил

иерархическую систему для известных в то время современных и ископаемых животных и растений. С его работами с середины XVIII века окончательно утвердилось применение бинарной номенклатуры.

В настоящее время число основных таксономических категорий возросло до двенадцати: вид, род, триба, семейство, отряд, когорта, класс, тип, раздел, царство, доминион, империя. Для ботанических таксонов в ранге отряда и типа используются соответственно порядок и отдел, хотя некоторые авторы считают, что типу в царстве животных соответствует подотдел в царстве растений [Биологический..., 1986]. Благодаря систематике разнообразие жизни предстает не как хаотическое нагромождение организмов, а как определенным образом упорядоченная система, изменяющаяся от простого к сложному. Естественно стремление построить такую систему, которая отражала бы последовательность "предки – потомки". Исходным может быть постулат, что более простые организмы соответствуют предковым состояниям, а более сложные – последующим уровням развития. Но и простые организмы, развиваясь, образуют совокупности различной сложности. Систему органического мира изображают в двух основных вариантах: в виде родословного древа, ветви которого связаны родственными отношениями и соответствуют определенным таксонам, или как перечень названий таксонов в иерархической последовательности. Излагаемая ниже система включает два надцарства и пять царств: Для двух наиболее крупных царств – растений и животных – принята следующая иерархия высших таксонов: Многие организмы бактериального, растительного и животного происхождения на одноклеточном уровне имеют ряд сходных черт. На это давно было обращено внимание, и в 1866 году Э. Геккель выделил самостоятельное царство *Protista* (от греч. *protistos* – самый первый). Современные сторонники обособления царства *Protista* включают в него как одноклеточных эукариот, так и многоклеточные водоросли. Основу живых организмов составляет клетка, которая функционирует как самостоятельный организм –

разнообразные одноклеточные, либо клетки являются составной частью многоклеточных. Основное содержимое клетки – цитоплазма включает одно или несколько ядер, вакуоли, митохондрии и т. д. Наличие ядра, представляющего собой генетический аппарат, или отсутствие оформленного ядра является морфологическим признаком для разграничения надцарства прокариот (доядерные) и эукариот (ядерные). Существует гипотеза, что на первых этапах эволюции органического мира широко проявлялся процесс возникновения более сложных организмов за счет слияния нескольких простых (симбиогенез, эндосимбиоз). Современная эукариотная клетка возникла в результате длительных и многократных эндосимбиозов. Возможно, что такие клеточные структуры, как реснички, жгутики, центриоли, появились за счет серии внедрений различных бактерий и цианобионтов.

## **НАДЦАРСТВО ДОЯДЕРНЫЕ ОРГАНИЗМЫ.**

### **SUPERREGNUM PROCARYOTA**

Это одноклеточные и многоклеточные организмы, не имеющие обособленного ядра. Цитоплазма имеет стенку, генетическая информация сосредоточена в единственной хромосоме. Размеры прокариот от 0,015 мкм до 20 см. Они появились в интервале 3,8–3,1 млрд. лет. Прокариоты разделяются на два царства: бактерии и цианобионты. Обмен веществ осуществляется в процессе хемосинтеза и фотосинтеза.

### **Царство Бактерии. Regnum Bacteria**

Бактерии представляют собой микроскопические организмы, размеры которых обычно около 1–5 мкм. Гигантские бактерии размером до 10 000 мкм обнаружены в денсали ("черные" и "белые" курильщики). Термин "денсоабиссаль" или "денсаль" (от лат. *densum* – плотный, компактный, густой) предложен для биономической зоны, отвечающей абиссальным оазисам жизни [Михайлова, 1997]. Денсаль преимущественно связана с рифовыми поясами, где извергаются многочисленные гидротермальные выбросы. Температура и цвет гидротермальных выбросов и струй

отличаются от окружающей морской воды. Общее впечатление, будто идет дым, что обусловило название "курильщики". Среди бактерий встречаются автотрофные и гетеротрофные формы. Первые создают органические вещества из неорганических, вторые используют готовые органические вещества. Большинство бактерий являются автотрофами, обычно их называют литотрофами. Процессы обмена веществ у автотрофных бактерий идут без использования света (хемосинтез, хемолитотрофы) либо только на свету (фотосинтез, фотолитотрофы). По типам обмена веществ бактерии чрезвычайно разнообразны. Различают серообразующие, железисто-марганцевые, азотные, ацетатные, метано-, углеорообразующие и другие группы бактерий. Роль бактерий в геологических процессах чрезвычайно велика. С их деятельностью связано образование разнообразных полезных ископаемых: железных руд (железистые конкреции, джеспилиты), пирита, серы, графитов, карбонатов, фосфоритов, нефти, газа и др. Достоверные находки бактерий известны из кремнистых пород, имеющих возраст около 3,5 млрд. лет, проблематичные находки датируются с уровня 3,8 млрд. лет. Скорее всего, бактерии появились независимо в различных средах обитания. В настоящее время они населяют все водные бассейны от литорали до абиссали, а также обитают в почве и горных породах, в воздухе, внутри других организмов. Они живут в горячих источниках при температуре, превышающей 100<sup>0</sup>, и в соленых водах с высокой концентрацией NaCl. Современная классификация царства бактерий основана в первую очередь на строении стенки клетки. Особую группу представляют архебактерии, которые по физиологическим и биохимическим свойствам отличаются от остальных групп истинных бактерий, или эубактерий. Для архебактерий характерен разнообразный обмен веществ, иной состав клеточной стенки, у некоторых из них своеобразный фотосинтез и свет поглощается мембранным белком – бактериородопсином, а не хлорофиллом, поэтому архебактерии выделяются в ранге подцарства, а в последнее время, особенно на основании изучения нуклеотидных последовательностей ДНК эубактерий и

архебактерий, возводятся в ранг самостоятельного царства. Некоторые исследователи объединяют с бактериями вирусы, полагая, что упрощение их строения обусловлено способом существования – внутриклеточные паразиты. Другие рассматривают их как доклеточную форму жизни и выделяют в самостоятельное царство *Virae*. Вирусы в ископаемом состоянии пока не обнаружены. Значение вирусов в современной биоте трудно переоценить. Они были открыты в конце прошлого века как возбудители болезней (от лат. *virus* – яд). Столетняя история изучения болезнетворных вирусов – это появление, становление и развитие науки вирусологии, одного из разделов микробиологии. На первый взгляд строение вирусов упрощено, но они имеют генетический аппарат и, подобно другим живым организмам, обладают способностью к развитию. Установлена вирусная природа многих заболеваний человека и других теплокровных позвоночных животных (известно около 500 вирусов). Более 300 вирусов живет в клетках растений. Многочисленны вирусы собственно бактерий, так называемые бактериофаги. И хотя вирусы неизвестны в ископаемом состоянии, наиболее вероятно, что они появились на ранних этапах развития биосферы.

### **Царство Цианобионты. *Regnum Cyanobionta***

Одиночные и колониальные организмы с постоянной формой клеток без обособленного ядра. Размеры одиночных форм микроскопические – около 10 мкм. Размеры колоний, а особенно продуктов их жизнедеятельности (строматолиты) могут достигать многих сотен метров. Колониальные формы покрыты общей слизистой оболочкой. В самом организме, на его поверхности и в слизистой оболочке может происходить накопление карбонатов, приводящее в дальнейшем к формированию известняков. Известняковые слоистые образования получили название строматолитов. Цианобионты наряду с фикоцианом, фикоэритрином, каротином имеют и хлорофилл. Перечисленные пигменты определяют розоватую, желтоватую, сине-зеленую, а иногда почти черную окраску. Цианобионты появились около 3,5 млрд. лет назад. Благодаря наличию хлорофилла они являются

первыми фотосинтезирующими организмами, продуцирующими биогенный молекулярный кислород. Современные цианобионты живут и в пресных и в морских бассейнах; в последних в зоне мелководья не глубже 150 м, но преимущественно на глубине от 0 до 20 м. Цианобионты переносят загрязнение и резкие колебания физико-химических условий. Диапазон температур – от ледниковой минусовой до почти кипящей в горячих источниках. Среда обитания – пресные, солоноватоводные и нормально морские бассейны, а также засоленные, обогащенные нитратами и сульфатами. Некоторые цианобионты обитают в почве и на ней, на камнях, в пустынях и т. д. По отсутствию ядра цианобионты сближаются с бактериями, а по наличию хлорофилла и способности синтезировать биогенный молекулярный кислород – с водорослями. Отделение сине-зеленых от царства растений и перенос в надцарство прокариот привел к их фактическому объединению с царством бактерий и рассмотрению в качестве цианобактерий. Мы считаем эту группу самостоятельным царством и поэтому используем название цианобионты: с одной стороны, ясен смысл – "бывшие" сине-зеленые, а с другой – сохраняется этимологическая дистанция с бактериями (термин "цианобактерии" вольно или невольно низводит эту группу в бактерии, хотя и в подчиненном ранге). Сравнительно недавно установлена небольшая группа ранее неизвестных прокариотных организмов (род *Prochloron*). Состав пигментов у этой группы ближе зеленым водорослям, нежели так называемые сине-зеленым. Вопрос о месте этих организмов в надцарстве прокариот еще ждет своего разрешения. Возможно, их следует рассматривать в составе *Cyanobionta*, тем самым расширив объем и диагноз этого царства. В иерархии живых организмов цианобионты находятся на более высокой ступени, чем бактерии (имеют более сложную структуру и пигменты), но на более низкой, чем водоросли (отсутствует ядро).

## **НАДЦАРСТВО ЯДЕРНЫЕ ОРГАНИЗМЫ. SUPERREGNUM EUCARYOTA**

Эукариоты – одноклеточные или многоклеточные организмы, разделяющиеся на три царства: растения, животные и грибы. В отличие от прокариот они имеют обособленное ядро. Размеры эукариот изменяются в диапазоне от 10 мкм (одноклеточные) до 33 м (длина китообразных) и 100 м (высота некоторых гигантских хвойных). Эукариоты появились позднее прокариот, скорее всего на уровне 1,5–1,7 млрд. лет тому назад (ранний протерозой), хотя не исключено и более раннее возникновение. Не всегда можно четко разграничить одноклеточные растения и животные. Так, среди жгутиковых имеются как несомненные растительные, так и несомненные животные организмы. Первые синтезируют органические вещества, являются автотрофами и рассматриваются в царстве растений (отдел динофитовые водоросли), а вторые питаются готовыми органическими соединениями и включаются в царство животных. Некоторые формы занимают промежуточное положение, и в этой связи выделение самостоятельного царства Protista не лишено основания.

### **Царство Растения. Regnum Phyta**

Это разнообразные, преимущественно неподвижные одноклеточные и многоклеточные организмы, имеющие верхушечный рост, плотные, преимущественно целлюлозные оболочки клеток и автотрофный способ питания. Для всех растений характерен фотосинтез: при помощи энергии света, поглощаемой хлорофиллом, реже другими пигментами, они выделяют молекулярный кислород, а из неорганических соединений создают органические. Клетка растений состоит из цитоплазмы, которая содержит ядро, полости – вакуоли и органоиды – разнообразные пластиды. Последние ограничены мембранами и представляют самостоятельные внутриклеточные образования, различающиеся формой, размерами, окраской и функцией. Твердая целлюлозная оболочка клетки пронизана порами, нередко пропитывается солями и минерализуется. Достоверные находки растений

известны с верхов венда, хотя, несомненно, они возникли раньше. Царство растений разделяется на два подцарства, отличающиеся между собой уровнем организации и средой обитания: Thallophyta (низшие растения) и Telomophyta (высшие растения). Первые обитают в разнообразных водных бассейнах, и для них используется собирательное название "водоросли", то есть растущие в воде. Высшие растения обитают в наземных условиях, встречаясь почти на всех широтах, лишь небольшое число из них ведет вторичноводный образ жизни.

#### ***Подцарство Низшие растения. Subregnum Thallophyta***

Это низшие растения – одноклеточные и многоклеточные организмы, которые обитают в разнообразных водных бассейнах, изредка они живут в почве. Водоросли имеют единое тело (таллом, слоевище), в котором не выделяются корень, стебель и листья. Их размеры изменяются от микроскопических (несколько микрометров) до гигантских (свыше 50 м). Размножение осуществляется половым и бесполом путем. У многих групп имеются различные минерализованные покровные образования (покровные клетки, чехлы, оболочки). Распространение водорослей ограничено глубиной проникновения света (не более 200 м), среди них имеются как донные – бентосные формы, так и пелагические – планктонные. Достоверные находки известны с конца венда. В основу выделения отделов, число которых превышает 10, положены число клеток (одноклеточные и многоклеточные), различный набор окрашивающих пигментов и особенности минерального скелета.

#### ***Подцарство Высшие растения. Subregnum Telomophyta***

Подцарство высших растений отличается от подцарства низших растений следующими особенностями: 1) тело расчленено на корень, стебель, листья и органы размножения; 2) специализация клеток приводит к образованию различных специфических тканей, осуществляющих проводящую, защитную, механическую и другие функции; 3) среда обитания наземная, хотя имеются некоторые вторично-водные формы; 4)

закономерное чередование полового (гаметофит) и бесполого (спорофит) поколений. В жизненном цикле всех высших растений (исключая мохообразные) спорофит резко преобладает над гаметофитом, особенно у древесных форм. Основным звеном в эволюции высших растений явилось преобразование и усложнение органов размножения с сокращением и последующей редукцией гаметофита как самостоятельного растения. Параллельно происходило усложнение процесса полового размножения. Микроспоры постепенно преобразовались в пыльцу, а мегаспорангии с мегаспорами – в семязачатки (= семяпочки). После оплодотворения семяпочки пыльцой возникает семя. Достоверные растения известны с середины силура. В соответствии со способом размножения подцарство высших растений разделено на два надотдела: *Sporophyta* (споровые) и *Spermatophyta* (семенные).

#### ***Надотдел Споровые растения. Superdivisio Sporophyta***

Споровые растения характеризуются следующими признаками: 1) размножение осуществляется с помощью спор; 2) гаметофит свободноживущий; 3) ксилема состоит из трахеид – удлиненных клеток с толстой оболочкой, которая несет разнообразную скульптуру и поры; 4) эволюция споровых связана с выходом растений на сушу и формированием ствола, листьев и корня. К споровым растениям относится пять отделов: моховидные, риниофиты, плауновидные, хвощевидные и папоротниковидные. У моховидных спорофит не существует как самостоятельное растение, у всех остальных спорофит самостоятельный и преобладает над гаметофитом. Достоверные споровые растения появились в середине силура, они существуют и поныне, но в современной флоре резко уступают в численности и разнообразии семенным растениям.

#### ***Надотдел Семенные растения. Superdivisio Spermatophyta***

Семенные растения характеризуются следующими признаками: 1) размножение осуществляется при помощи семян. Общий признак голосеменных и покрытосеменных растений – наличие семени, но у

голосеменных отсутствует завязь, поэтому семя считают голым; 2) мегаспоры созревают на спорофите и не покидают его; 3) гаметофит не существует как самостоятельное растение; 4) впервые появляется сосудистая система. К семенным растениям отнесены два отдела: пинофиты, или голосеменные, и магнолиофиты, или покрытосеменные. Семенные растения появились в позднем девоне, в современной флоре они резко преобладают над споровыми.

### **Царство Грибы. *Regnum Fungi***

Царство грибов сочетает свойства, как растений, так и животных. Общие признаки грибов и растений: неподвижность, верхушечный рост и размножение с помощью спор. Вместе с тем у грибов, как и у животных, отсутствует фотосинтез, в продуктах обмена присутствует мочевины, а в плотных оболочках клеток имеется хитин, поэтому оболочки клеток могут сохраняться в ископаемом состоянии. Известно около 100 тыс. видов грибов. Грибы могут быть одноклеточными и многоклеточными; клетки преимущественно многоядерные, редко одноядерные. Многоклеточные грибы состоят из тонких нитевидных образований. Нити, или гифы, при разветвлении переплетаются, образуя грибницу, или мицелий. Размеры и строение грибниц разнообразны – от микроскопических скоплений до крупных шляпочных грибов. Размножение вегетативное или половое. Споры как подвижные со жгутиками (зооспоры), так и неподвижные. Последние образуются внутри специальных полостей или на концах гифов. Они имеют плотную оболочку и сохраняются в ископаемом состоянии. По типу питания грибы являются гетеротрофами: сапротрофами, паразитами, редко хищниками. Благодаря тому, что мицелий представляет систему ветвящихся гифов, обеспечивается большая поверхность для осмотрофного типа питания. При этом происходит выделение ферментов и осмотическое всасывание органических веществ. Они существуют в почве и на ее поверхности, а также снаружи и внутри многих объектов и организмов. Для грибов характерен симбиоз с корневой системой высших растений. Симбиоз грибов с

водорослями привел к возникновению лишайников, известных с позднего мела. В ископаемом состоянии от грибов сохраняются преимущественно споры (конидии), реже гифы, мицелий и еще реже отдельные клетки. Максимальное число спор встречено в бурых углях. Достоверные остатки грибов известны с девона. В докембрии (средний рифей) обнаружены гифоподобные образования. Выше, при характеристике бактерий, говорилось о микроскопических образованиях, встреченных в археозое на рубеже 3,8 млрд. лет. Некоторые исследователи относят их к низшим дрожжевым грибам.

### **Царство Животные. *Regnum Zoa (Animalia)***

Царство животных включает одноклеточные и многоклеточные организмы, для которых характерны следующие признаки: 1) питание осуществляется готовыми органическими продуктами (гетеротрофы). Для животных в отличие от грибов характерен фаготрофный тип питания, то есть захват (заглатывание) пищевого материала; 2) клетки не имеют целлюлозной оболочки и различных пигментов, свойственных растениям; 3) на протяжении всей жизни или на отдельных возрастных стадиях организмы подвижны. Размножение животных происходит двумя способами: половым и бесполом. Половой процесс сопровождается возникновением половых клеток, слияние которых дает начало новому организму. Бесполое размножение представляет собой деление или почкование. В результате образуются колонии либо единый организм распадается на несколько себе подобных особей. Колониальность характерна для многих преимущественно прикрепленных многоклеточных (губковые, археоциаты, книдарии, мшанки, граптолиты), хотя колонии известны и в подцарстве простейших (типы жгутиковые и саркодовые). Полный жизненный цикл нередко представляет собой чередование полового и бесполого поколений, что присуще как одноклеточным, так и многоклеточным организмам.

### ***Подцарство Простейшие или Одноклеточные. Subregnum Protozoa***

Это подцарство включает животных, которые хотя и состоят из одной клетки, но характеризуются значительным разнообразием, как по размерам, так и по строению клетки. Простейшие многочисленны и распространены повсюду, общее число современных и ископаемых видов приближается к 50 тыс. Большинство простейших имеют микроскопические размеры (50–150 мкм), самые мелкие не достигают 10 мкм, зато наиболее крупные превосходят 50 000 мкм (то есть 5 см), а иногда и более. Клетка простейших является целостным организмом, она полифункциональная, то есть выполняет основные жизненные функции (обмен веществ, движение, размножение). Форма и строение клетки весьма различны. По форме тела большинство простейших асимметрично, исключение составляют радиально-лучистые акантарии, радиолярии и некоторые двустороннесимметричные фораминиферы. По способу питания простейшие относятся к фитофагам и зоофагам: они питаются микроорганизмами растительного и животного происхождения. Пищеварение внутриклеточное, то есть переваривание пищи происходит в замкнутых вакуолях внутри клетки, или внеклеточное пристеночное, когда пищеварение осуществляется в полужамкнутых полостях наружной поверхности клетки. Размножение простейших происходит половым и бесполом путем, нередко наблюдается чередование поколений. Выполнение основных функций производится отдельными участками клетки, получившими название органоиды. Особенности клетки: строение ядра, цитоплазмы, органоидов движения, состав скелета – основа для подразделения подцарства простейших на типы. Геологическая история простейших фактически прослежена только для двух классов типа саркодовых: фораминифер и радиолярий. Что касается остальных типов и классов, то можно утверждать, что многие бесскелетные формы, несомненно, возникли в глубокой древности, но доказать это на палеонтологическом материале не представляется возможным. Простейшие ведут свое начало от каких-то прокариотных организмов.

### ***Подцарство Многоклеточные. Subregnum Metazoa***

К подцарству многоклеточных относятся животные, тело которых состоит из большого числа клеток, слагающих ткани и органы и выполняющих различные функции. По уровню строения Metazoa подразделяются на два надраздела: Parazoa – примитивные и Eumetazoa – настоящие многоклеточные. У первого из названных надразделов отсутствует нервная система, а у второго имеется.

#### ***Надраздел Примитивные многоклеточные. Superdivisio Parazoa***

Примитивные многоклеточные не имеют стабильной дифференциации клеток, как по морфологии и функциям, так и по положению в теле животного. Поэтому у них отсутствуют ткани и органы, а в эмбриогенезе не формируются зародышевые листки. Это водные животные, ведущие прикрепленный образ жизни. Они являются фильтраторами и получают пищу вместе с током воды. Им свойственно пристеночное и внутриклеточное пищеварение, что сближает этот надраздел с подцарством простейших. К надразделу Parazoa относятся три типа: Spongiata, Placozoa и Archaeocyathi, третий из названных типов является вымершим. Надраздел Настоящие многоклеточные. Superdivisio Eumetazoa. Настоящие многоклеточные обладают стабильной дифференциацией клеток, у них имеются ткани и органы, в эмбриогенезе закладываются два или три зародышевых листка. Для этих животных характерно внеклеточное "резервуарное" пищеварение, происходящее в единой пищеварительной полости, либо в серии полостей, образующих пищеварительную систему. При таком типе пищеварения размер поглощаемых пищевых частиц не зависит от размеров клетки, что резко повышает кормовую базу, а отсюда и все метаболические и физиологические процессы. Тем не менее, сохраняется внутриклеточное и пристеночное пищеварение. Надраздел Eumetazoa в соответствии с типом симметрии и числом зародышевых листков рассматривается в составе двух разделов. К первому относятся животные, обладающие радиальной симметрией и имеющие в эмбриогенезе два зародышевых листка. Ко второму

разделу принадлежат организмы, для которых характерны двусторонняя симметрия и закладка в эмбриогенезе трех зародышевых листков. Двухслойные находятся на более низкой ступени, чем трехслойные, поэтому нередко говорится о низших и высших настоящих многоклеточных.

***Раздел Радиально-симметричные или Двухслойные.  
Divisio Radiata или Diblastica***

В подавляющем большинстве это радиально-симметричные многоклеточные животные, у которых закладывается два зародышевых листка (эктодерма + энтодерма). Пищеварительная система с единственным ротовым отверстием. К этому разделу принадлежат два типа: Стрекающие и Гребневики, отличающиеся присутствием стрекательных клеток у первого типа и отсутствием таковых у второго. До недавнего времени названные животные рассматривались в ранге двух подтипов, входящих в единый тип кишечнополостных.

***Раздел Двусторонне-симметричные или Трехслойные.  
Divisio Bilateria или Triblastica.***

К двустороннесимметричным относятся настоящие многоклеточные животные, обладающие тремя зародышевыми листками (эктодерма + энтодерма + мезодерма) и пищеварительной системой, имеющей, как правило, два отверстия: ротовое и анальное. Эктодерма дает начало покровным образованиям, включая формирование наружного скелета, органов чувств и нервной системы; энтодерма – прежде всего пищеварительной системе, а за счет мезодермы возникают внутренний скелет, кровеносная и остальные системы. В разделе билатерий выделяют два подраздела: первичноротые (Protostomia) и вторичноротые (Deuterostomia), отличающиеся между собой типом дробления яйца, способом закладки мезодермы, а также различным положением ротового и анального отверстий на эмбриональной и постэмбриональной стадии развития. Достоверные билатерии известны с вендского периода. В последние годы возрастает число сторонников иной концепции. Признавая, что развитие трехслойных

животных шло по двум основным эволюционным направлениям, некоторые исследователи считают основополагающим признаком не положение ротового отверстия, а тип дробления яйца [Малахов, 1995]. Животные, для которых характерны спиральное дробление яйца и телобластический способ закладки мезодермы, объединяются в *Spiraloblastica* (*Spiralia*), а те, у которых радиальное дробление яйца и чаще всего энтероцельный способ закладки мезодермы, в *Radialoblastica* (*Radialia*). Объем первичноротых и вторичноротых в основном совпадает с вновь предлагаемыми эволюционными стволами. Необходимо отметить, что большинство систем органического мира построены по принципу монофилии и дивергенции. В последнее время увеличивается число сторонников параллельного развития различных ветвей (парафилия, но не полифилия). Более того, утверждается идея о радиальном многоцарственном развитии органического мира, насчитывающего 22 царства [Кусакин, Дроздов, 1994]. О радиальном развитии свидетельствует и схема эволюции живых существ, уточненная с помощью геномных исследований [Сойфер, 1998].

### **Глава III. Сравнительный анализ понятий систематики в школьной программе 5-9 классов**

В 5 классе учащиеся узнают, чем живая природа отличается от неживой, получают общие представления о структуре биологической науки, её истории и методах исследования, царствах живых организмов, средах обитания организмов, нравственных нормах и принципах отношения к природе. Они получают сведения о клетке, тканях и органах живых организмов, об условиях жизни и разнообразии, распространении и значении бактерий, грибов, растений и животных. В школьном курсе «Биология 5 класс», по моему мнению, недостаточно времени уделяется изучению многообразию видов органического мира, в результате мы не охватываем материал, который очень интересен обучающимся. Кроме того, из-за недостаточных знаний о взаимоотношениях организмов, затрудняется усвоение материала в курсе «Общая биология». Курс продолжает изучение естественнонаучных дисциплин, начатое в начальной школе, одновременно являясь пропедевтической основой для изучения естественных наук в старшей школе. Курс (линейный) изучается согласно программе основного общего образования по биологии в 5-9 классах (авторы Н.И. Сонин, В.Б. Захаров) по учебнику А.А. Плешакова, Н.И. Сониной. «Биология. Введение в биологию» (5 класс).

Основные понятия 5 класса: биология; биосфера; клетка: оболочка, ядро, цитоплазма; единицы классификации: вид, род, семейство, отряд (порядок), класс, тип (отдел), царство; половые клетки: яйцеклетка, сперматозоид; оплодотворение; наследственность; организмы-производители; организмы-потребители; организмы-разрушители; охраняемые территории: заповедники, национальные парки, ядовитые животные и растения.

## Рабочий план курса «Биология. Введение в биологию» (5 класс)

<b>Раздел 1. Живой организм: строение и изучение (9 часов)</b>			
<b>Введение – 4 ч.</b>			
1.	Что такое живой организм	1	<i>Сравнивает</i> разные живые организмы; <i>Формирует</i> понятие «живой организм»; <i>Выделяет и обобщает</i> существенные признаки живых организмов; обобщает новые и полученные на уроке знания о живых организмах; <i>Доказывает</i> связь живой и неживой природы.
2.	Науки о живой природе  Лабораторная работа № 1	1 Л. р.	<i>Показывает</i> рисунки, связанные с природой; <i>Противопоставляет</i> различные науки о природе; <i>Запоминает</i> , какая наука, с чем связана, что она изучает; <i>Распознает</i> объекты изучения естественных наук, сравнивает науки о природе; <i>Осмысливает</i> разнообразие наук о природе.
3.	Методы изучения природы Лабораторная работа № 2	1 Л. р.	<i>Знакомится</i> с методами изучения природы; <i>Исследует</i> различные методы изучения природы; <i>Знакомится</i> с оборудованием для научных исследований; <i>Проводит</i> наблюдения, опыты и измерения с целью конкретизации знаний о методах изучения природы; <i>Моделирует</i> изучение природы, анализирует полученные знания; <i>Осмысление</i> методов изучения природы.
4.	Из истории биологии. Великие естествоиспытатели	1	<i>Знакомится</i> с именами великих естествоиспытателей и их значением для истории биологии; <i>Запоминает</i> имена ученых и их значение для биологии; <i>Формулирует</i> оценку вклада ученых-биологов в развитие науки; <i>Понимает</i> роль исследований и открытий ученых-биологов в развитии представлений о живой природе.
<b>Клетка – основа строения и жизнедеятельности организма – 3 ч.</b>			

5.	Увеличительные приборы Лабораторная работа № 3	1 Л.р.	<b>Знакомится</b> с работой лупы и светового микроскопа, историей их открытия; <b>Изучает</b> правила работы с микроскопом; <b>Распознает</b> части светового микроскопа; <b>Знакомится</b> с методикой приготовления микропрепаратов; <b>Демонстрирует</b> приготовление микропрепарата, оценивает приготовление микропрепаратов; <b>Понимает</b> важность открытия увеличительных приборов, в том числе современных.
6.	Живые клетки	1	<b>Знакомится</b> с историей открытия и понятием «клетка»; <b>Доказывает</b> , что они живые; <b>Изучает</b> различные виды клеток; <b>Объясняет</b> причину их отличия; <b>Распознает</b> части клетки: органоиды; <b>Сравнивает</b> животную и растительную клетки; <b>Осознает</b> единство строения клеток; <b>Моделирует</b> строение клеток; <b>Понимает</b> появление множества клеток из одной.
7.	Химический состав клетки Лабораторная работа № 4	1 Л.р.	<b>Перечисляет</b> химические элементы, входящие в состав живых организмов; <b>Сравнивает</b> химический состав тел живой и неживой природы; <b>Знакомится</b> с названиями химических веществ клетки; <b>Приводит</b> примеры органических и неорганических веществ; <b>Понимает</b> их роль в организме; <b>Изучает</b> химический состав семян; <b>Обобщает</b> знания о клетке, доказывает единство происхождения клетки; <b>Осознает</b> сложность строения клеток.
<b>Процессы жизнедеятельности – 2 ч.</b>			
8.	Вещества и явления в окружающем мире. Обмен веществ. Питание	1	<b>Узнает</b> о сущности обмена веществ, его составляющих (питание, дыхание); <b>Сравнивает</b> питание у разных организмов; <b>Понимает</b> сущность фотосинтеза – питания зеленых растений с помощью солнечного света; <b>Наблюдает</b> образование крахмала в зеленых листьях на свету и образование кислорода в процессе фотосинтеза; <b>Объясняет</b> разницу в питании разных организмов (гетеротрофы и автотрофы); <b>Соотносит</b> свой способ питания с другими; <b>Формулирует</b> важность обмена веществ, разнообразие питания у организмов; <b>Понимает</b> сложность строения живых организмов.

9.	Дыхание и его роль в жизни организма Контрольная работа № 1	1 к\р	<b>Выявляет</b> сущность процесса дыхания, его важность для живых организмов; <b>Сравнивает</b> способы дыхания у разных организмов (растений и животных: водных, наземных); <b>Объясняет</b> разницу способов дыхания у разных организмов; <b>Раскрывает</b> роль дыхания в жизни организмов; <b>Осмысливает</b> важность для живых организмов процесса дыхания.
----	--	-------	---

В курсе биологии для 6-го класса «Живой организм» рассмотрены одни и те же биологические процессы (например, дыхание и т. п.) на разных уровнях организации живой материи, у представителей разных таксономических групп. Это наиболее современный подход в структурировании изучаемого предмета. У учащихся формируется система знаний о биологических процессах и явлениях, складывается целостное представление об органической и неорганической природе и развиваются учебные умения и навыки: способность сравнивать, анализировать, выделять главное и т. п. В 6 классе роль Карла Линнея в развитии систематики.

Таблица 2

### Тематическое планирование

п/п	Название темы (раздела)	Характеристика видов деятельности учащихся
	<b>Раздел 1. Строение и свойства живых организмов</b>	
1.	Тема 1.1. Основные свойства живых организмов	Выделяют основные признаки живого, называют основные отличия живого от неживого. Описывают основные функции живых организмов.
2.	Тема 1.2. Химический состав клеток	Называют основные элементы и группы веществ, входящих в состав клетки. Сравнивают химический состав тел живой и неживой природы. Объясняют роль органических и неорганических веществ в жизни живых организмов. Работают с учебником (текстом и иллюстрациями)

3.	Тема 1.3. Строение растительной и животной клеток. Клетка – живая система	Выделяют основные признаки строения клетки. Называют основные органоиды клетки и описывают их функции. Различают на таблицах микропрепараты органоиды клетки. Обосновывают биологическое значение процесса деления клеток
4.	Тема 1.4. Ткани растений и животных	Определяют понятие «ткань». Распознают основные группы клеток. Устанавливают связь между строением и функциями клеток тканей. Характеризуют основные функции тканей. Описывают и сравнивают строение различных групп тканей.
5.	Тема 1.5. Органы и системы органов	Определяют понятие «орган». Называют части побега. Характеризуют строение и функции органов растения. Устанавливают связь между строением и функциями органов. Описывают основные системы органов животных и называют составляющие их органы. Обосновывают важное значение взаимосвязи систем органов в организме.
6	Тема 1.6. Растения и животные как целостные организмы	Устанавливают взаимосвязь между клетками, тканями, органами в организме. Приводят примеры в растительном и животном мире, доказывающие, что организм — это единое целое.
<b>Раздел 2. Жизнедеятельность организмов (19 ч.)</b>		
7	Тема 2.1. Питание и пищеварение	Определяют понятия «питание», «пищеварение». Особенности питания растений. Раскрывают сущность воздушного и почвенного питания растений. Обосновывают биологическую роль зелёных растений в природе. Определяют тип питания животных. Характеризуют основные отделы пищеварительной системы животных. Обосновывают связь системы органов между собой.

Программа 7-го класса посвящена систематике. Соблюдая дидактические принципы, авторы отобрали учебный материал с учетом особенностей возрастного восприятия. Учебник для 7-х классов «Многообразие живых организмов» включает в себя ботанику, которую сейчас изучают в 6-м классе, и одновременно в нем используются такие сложные понятия, как эволюция, биогеоценоз и др., которые входят в программу по биологии старших классов. Тем самым в учебнике ботаника и зоология рассматриваются не только как определенные разделы обязательного учебного процесса, а как компоненты целостной картины

сложного органического мира со всем многообразием взаимоотношений, как единая подвижная система, которая находится в постоянном развитии.

Традиционная программа курса для 8-го класса «Человек», но в нем дополнительно раскрывается исторический, гуманитарный аспект знаний о человеке. Четко ориентироваться в понятие вид, отряд, класс, семейство.

Программа для 9-го класса посвящена изучению общебиологических закономерностей и экологическому просвещению учащихся. Она заканчивает изучение биологии в первом концентре. Развитие биологии в додарвиновский период. Господство в науке представлений об «изначальной целесообразности» и неизменности живой природы. Работы К.Линнея по систематике растений и животных. Эволюционная теория Ж.Б.Ламарка. Разбираться в таких понятиях как родство, общность происхождения и эволюцию растений и животных (на примере сопоставления отдельных групп); роль различных организмов в жизни человека и его деятельности; взаимосвязи организмов и окружающей среды; Все чаще учителя сходятся во мнении, что школьный курс биологии не создает целостной картины мира, научные понятия оторваны от личного опыта, формальны, а знания остаются мертвым и бесполезным «багажом». Ведущие идеи эволюции, разноуровневой организации живой природы, взаимосвязи в биологических системах мы начинаем изучать слишком поздно.

В 10-м классе, имея 1 ч. биологии в неделю, можно предложить только репродуктивный уровень усвоения сложившихся биологических теорий и представлений о мире. Сегодня пора принять новую концептуальную линию в биологии и перейти на обучение по новым учебникам концентрической программы, т.к. раннее введение основных теоретических положений, обучение по спиральному принципу позволит углубить знания, избежать перегрузки учащихся. Но также существуют и такие мнения, в новых учебниках слишком большой объем научной информации; высок уровень сложности; трудно изучать химический состав клетки, процессы ее жизнедеятельности, пока у школьников еще нет необходимых знаний по

химии и физике. Учащиеся 6–7-х классов еще не умеют анализировать, синтезировать, обобщать и сравнивать. Весь материал в учебнике изложен с позиций систематического представления о живой природе. В названиях глав фигурируют названия царств, подцарств, отделов, классов и т. д. Это дает четкое представление о систематическом положении изучаемых организмов. Разделы начинаются эволюционным деревом, точнее, его ветвью, которая позволяет представить четкое описание общих черт для каждого из царств, обсуждаются различия и сходства с представителями других эволюционных групп. Далее следуют главы, в которых подробно описаны отдельные отделы или классы.

## **Глава IV. Факультатив «Занимательная систематика» ( 5-6 классы)**

Факультативные занятия, второй вид групповых занятий, также строятся на добровольной основе. Они отличаются от юннатских кружков тем, что проводить их надо с небольшими группами (не более 10–15 человек) учащихся по особым более усложненным, углубленным и расширенным программам Министерства образования или по программам, составленным руководителем (учителем или специалистом) факультатива. Цель факультативной подготовки – дать учащимся знания и практические умения по различным разделам биологической, сельскохозяйственной, методической, педагогической науки в объеме, значительно превышающем школьную программу. Она имеет также большое значение для профессиональной ориентации учащихся, т. к. на факультативные занятия записываются только те, кто собирается работать в сельском хозяйстве или продолжать образование в специальных учебных заведениях (сельскохозяйственных, педагогических, биологических, медицинских и т. д.). Другими словами, наиболее целесообразны сейчас факультативы профилей: биологический, педагогический, агрономический (полеводы, овощеводы, садоводы, пчеловоды, механизаторы, фермеры, предприниматели, менеджеры, животноводы), медицинский, экологический. Посещение занятий для записавшихся учащихся обязательны. Они проводятся по твердому расписанию и работа руководителя–учителя факультативных занятий оплачивается. Весьма целесообразно, чтобы факультативные занятия проводились не только и настолько школьными учителями-предметниками, но и приглашенными учеными вузов и НИИ, опытных станций, высокопрофессиональными практиками специалистами производства – агрономами, зоотехниками, инженерами, врачами и тд. Итогами работы факультативов может быть не только подготовка полеводов, животноводов, механизаторов, водителей, киномехаников, фотографов и

прочих специалистов, но и изготовление оборудования для кабинета биологии, живого уголка, пришкольного учебно-опытного участка. Короче, формы факультативной и юннатской работы разнообразны, объемны и значимы с прикладной и педагогической точек зрения, ибо здесь присутствует не только углубление и расширение знаний, и формирование умений, но и воспитание трудовое, нравственное, эстетическое, а также воспитание чувства гордости за себя, свою школу и т.д. Факультативные занятия накладывают на учителя повышенную ответственность, т. к. тут особо интересующиеся и одаренные учащиеся жаждут получить новое, актуальное, оригинальное знание. Плохо и недопустимо, чтобы факультативы превращались в дополнительные внеурочные занятия, например, по решению задач, примеров, упражнений, подготовке к контрольной работе, зачетам, экзаменам. В отличие от обычных предметных классно-урочных занятий на факультативных должны преобладать более активные формы подготовки: лекции, семинары, деловые и ролевые игры, самостоятельная лабораторная и практическая работа с литературой не только учебной, но и специальной дополнительной, написание и защита рефератов и, наконец, самостоятельное выполнение практической и особенно исследовательской экспериментальной работы. Все это в комплексе способствует развитию и формированию умений самостоятельно и творчески применять полученные на факультативе знания на практике, в жизни. Нельзя заставлять учащихся посещать те предметы, которые они не избрали сами. Но некоторые учителя принуждают учащихся к посещению своих факультативов. Нередко такие учителя не ставят высокие оценки (4 и 5) в четверти тем учащимся, которые не ходят к ним на факультативные занятия. Основание – не ходит на факультатив, значит, не интересуется предметом, а потому больше тройки не заслуживает. Это недопустимо, непедagogично. Группа "ассистентов" создается для того, чтобы оборудовать и поддерживать в должном порядке биологический кабинет, живой уголок, пришкольный учебно-опытный участок. Несомненно, они должны выполнять то, что им

посильно и органично связано с процессом обучения биологии. В частности, они изготавливают учебные пособия, приборы, инструменты, инвентарь, таблицы. Подготавливают раздаточный материал, клетки для мелких животных (кроликов, птиц и т. д.), полочки для комнатных растений (чаще декоративных цветов), помогают учителю в подготовке пособия к уроку, демонстрации их на уроке и уборке. Можно выделить заведующих кабинетом.

#### **4.1. Рабочая программа факультатива «Занимательная систематика»**

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА естественнонаучной направленности «Занимательная систематика»**

форма организации образовательной деятельности – факультатив.

#### **Пояснительная записка**

Земной шар – это наш общий большой дом. У нас над головой одна общая голубая крыша – небо. У нас под ногами – один общий пол – земная поверхность. У нас одна на всех огромная лампа, она же печка – солнце. У нас общий водопровод – дождевые и снежные тучи. И вентилятор тоже один на всех – ветер – ветрило. А каков он, наш общий дом, где живёт всё человечество, дом, который называется планета Земля. Разобраться в этом вопросе поможет программа эколого-биологического направления «Знай свой край». Программа факультатива ориентирована на развитие мышления детей, их воображения, творческой активности, наблюдательности и любознательности. Она вносит вклад в экологическое и нравственное воспитание детей, формируя убеждённость в необходимости заботы о сохранении уникальной природы Земли. Экологическую направленность программы определяют идеи многообразия и экологической целостности природы, единства природы и человека. Программа перспективна и в плане

эстетического воспитания, так как изучение окружающего мира открывает ребёнку "мир красоты и красоту мира", даёт простор радостному, эмоционально-образному восприятию мира и царящих в нём, взаимосвязи и гармонии. В процессе занятий на факультативе систематизируются и расширяются представления детей о предметах и явлениях природы и общественной жизни. Развивается интерес к их познанию, происходит обогащение нравственного опыта учащихся, воспитывается любовь к своему поселку, к своей Родине. Программа нацелена на формирование бережного отношения к богатствам природы и общества, навыков экологически и нравственно обоснованного поведения в природной и социальной среде.

**Цель:** формирование у детей школьного возраста умений самостоятельно находить ответы на интересующие их вопросы, развитие индивидуальности, творческого потенциала ученика, формирование у учащихся элементов экологической культуры, любви к природе.

**Задачи:**

**Образовательные:**

Расширение кругозора детей путём изучения основ систематики.

Формирование знаний и представлений о биоразнообразии органического мира.

Способствовать популяризации у учащихся биологических и экологических знаний.

Ознакомление с видовым составом флоры и фауны окрестностей; с редкими и исчезающими растениями и животными местности; с правилами поведения в природе.

Знакомить с биологическими специальностями.

**Развивающие:**

Развитие навыков при уходе за комнатными растениями, при составлении и систематизации биологических коллекций и гербариев, а также навыки работы с микроскопом.

Развитие навыков общения и коммуникации.

Развитие творческих способностей ребенка.

Формирование экологической культуры и чувства ответственности за состояние окружающей среды с учетом региональных особенностей.

Формирование приемов, умений и навыков по организации поисковой и исследовательской деятельности, самостоятельной познавательной деятельности, проведения опытов.

Формирование потребности в здоровом образе жизни.

### **Воспитательные:**

Воспитывать интерес к миру живых существ.

Воспитывать ответственное отношение к порученному делу.

### **Формы организации деятельности учащихся на занятиях**

Групповая

Индивидуальная

### **Формы и методы, используемые в работе по программе:**

1. Словесно-иллюстративные методы: рассказ, беседа, дискуссия, работа с биологической литературой.

2. Репродуктивные методы: воспроизведение полученных знаний во время выступлений.

3. Частично-поисковые методы (при систематизации коллекционного материала).

4. Исследовательские методы (при работе с микроскопом).

Наглядность: просмотр видео-, кино-, слайдфильмов, компьютерных презентаций, биологических коллекций, плакатов, моделей и макетов.

Среди форм организации контроля и оценки качества знаний дополнительного образования, наиболее эффективно используются такие, как:

1. Тестирование.

2. Занятие контроля знаний.

3. Смотр знаний, умений и навыков (олимпиада, викторина, интеллектуальная разминка и прочее).

4. Дискуссия.
5. Проектно-исследовательская работа.
6. Конференция.
7. Творческий отчет о экскурсии, о проведении опыта, наблюдения, о проведении внеклассного мероприятия.
8. Отчетная выставка.

### **Актуальность программы**

В младшем школьном возрасте дети располагают значительными резервами развития. С поступлением ребенка в школу под влиянием обучения начинается перестройка всех его познавательных процессов. Именно младший школьный возраст является продуктивным в становлении экологически-развитой личности. Это связано с тем, что дети включаются в новые для них виды деятельности и системы межличностных отношений, требующие от них наличия новых качеств. Благодаря развитию индивидуальных качеств, человек правильно ориентируется в окружающем мире, используя ранее полученные обобщения в новой, конкретной обстановке. Для познания окружающего мира недостаточно лишь заметить связь между явлениями, необходимо установить, что эта связь является общим свойством вещей. На этой обобщенной основе человек решает конкретные познавательные задачи, учится правильно относиться к объектам природы, к себе и людям как к части природы, к вещам и материалам природного происхождения, которыми он пользуется.

Работая с детьми школьного возраста можно увидеть, что не всегда дети правильно поступают по отношению к природе, хотя на уроках окружающего мира этому отводится главная роль. Общебиологические знания необходимы не только специалистам, но и каждому человеку в отдельности, т. к. только понимание связи всего живого на планете поможет нам не наделать ошибок, ведущих к катастрофе. Вовлечь школьников в процесс познания живой природы, заставить их задуматься о тонких взаимоотношениях внутри биоценозов, научить высказывать свои мысли и

отстаивать их, т. к. биологическое образование формирует у подрастающего поколения понимание жизни как величайшей ценности.

Факультатив охватывает большой круг естественнонаучных исследований, являясь дополнением к базовой учебной программе среднеобразовательной школы, что является отличительной особенностью факультатива.

Таким образом, новизна и актуальность программы заключается в сочетании различных форм работы, направленных на дополнение и углубление биолого-экологических знаний с опорой на практическую деятельность и с учетом региональных, в том числе, экологических особенностей.

Факультатив позволит школьникам, с одной стороны, расширить свои знания о мире живой природы, с другой – продемонстрировать свои умения и навыки в области биологии перед учащимися школы, так как предполагается организация внеклассных мероприятий.

**Режим занятий:** занятия факультатива проводятся 1 раз в неделю по 1 часу.

**Форма обучения:** групповая.

Программа факультатива «Занимательная систематика» рассчитана на 1 год обучения и включает в себя 35 часов учебного времени из них: практических работ – 8 ч., экскурсий – 5 ч. Вопросы, рассматриваемые на занятиях, охватывают как теоретический, так и практический материал. Практические занятия проводятся в природных условиях и кабинетах.

### **Ожидаемые результаты**

**Воспитанники должны знать:**

Основы экологической культуры.

Природные явления природы.

Водоёмы.

Виды растений и животных родного края, страны.

Некоторые охраняемые растения и животные своего края, страны.

Значение природы для человека.

**Воспитанники должны уметь:**

Различать изученные растения и животных.

Вести наблюдения в природе под руководством руководителя факультатива.

Проводить поисково-исследовательскую деятельность под руководством руководителя факультатива.

Под **компетентным подходом** в образовании понимается усовершенствование всей образовательной системы, направленное на приобретение учащимися культуры, накопленной человечеством, в виде знаний, умений, навыков и способов деятельности, и формирование у них опыта самостоятельного решения проблем в различных сферах деятельности.

Проанализировав классификации ключевых компетенций разных авторов (И.А. Зимней, А.В. Хуторского, В. Хутмастера и др.), результаты диагностики образовательных потребностей учащихся, содержание школьного курса, были выделены ключевые компетенции. К ним относятся:

**информационно-методологическая** – знания различных источников информации и их особенностей, методов и цикла познания; умения обрабатывать информацию различного вида, владение методами познания; осознание значимости новой информации, стремление к познанию нового; наличие опыта деятельности по подготовке докладов, написанию рефератов, проведению наблюдений, экспериментов и др.;

**деятельностно-творческая** – знания структуры деятельности принципов организации рациональной деятельности, этапов творческой деятельности; умение осуществлять рациональную творческую деятельность; осознание необходимости осуществления рациональной деятельности, стремление к творческой деятельности; наличие опыта планирования и осуществления рациональной творческой деятельности;

**эколого-валеологическая** – знания физических параметров окружающей среды и их влияния на человека, физических характеристик и

возможностей человеческого организма, методов оценки состояния и защиты окружающей среды; умение оценивать экологическую ситуацию, определять физические характеристики своего организма; бережное отношение к своему здоровью и здоровью окружающей среды, стремление к гармонизации с природой; наличие опыта деятельности в области экологии и здоровьесбережения).

Данные ключевые компетенции, наряду со многими другими, входят в состав социальной компетентности. Они универсальны, обладают свойством широкого переноса и необходимы выпускнику для достижения успеха в любой сфере общественной жизни и профессиональной деятельности. Кроме того, эти компетенции взаимосвязаны между собой: некоторые знания, умения и виды деятельности входят в состав не одной, а нескольких компетенций (области пересечения).

Для успешной работы в любой сфере деятельности человеку необходимо осуществлять поиск нужной информации, используя для этого различные методы познания (то есть владеть информационно – методологической компетенцией), знать структуру деятельности и способы ее рациональной организации (деятельностно-творческой), предвидеть влияние своей работы на окружающую среду и на самого человека (эколого-валеологической).

Можно выделить **основные структурные компоненты компетенции:**

1. Знания.
2. Умения.
3. Ценностные ориентации.
4. Опыт практического применения полученных знаний и умений.

Каждый структурный компонент взаимосвязан со всеми другими и является неотъемлемой частью компетенции.

**Знания и умения** составляют ее основу – ядро компетенции; они должны быть универсальными, обладать свойством широкого переноса и

позволять ученику решать значимые для него проблемы в различных сферах деятельности.

Создание условий для формирования ключевых компетенций школьников в современной школе является сложной задачей, поскольку времени, определенного базисным учебным планом на изучение дисциплин естественнонаучного цикла, недостаточно для качественного освоения школьниками обязательного минимума содержания физического образования, определяемого государственным образовательным стандартом (ГОС).

Таблица 3

Учебно-тематический план

№ п/п	Разделы	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика. Экскурсии
1.	Организационное занятие	1	1	-
2.	Ботанические занятия	6	3	3+1экс.
3.	Зоологические занятия	5	3	2
4.	Микробиологические занятия	4	2	2
5.	Творческие занятия	1	1	1
	Итого:	17	10	8+ 1 экс

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Организационное занятие. На первом ознакомительном занятии члены кружка продемонстрируют свои знания о живой природе, основных царствах органического мира, выскажут свои замечания и пожелания по работе факультатива, распределят между собой основные темы лекционных выступлений.

2. Ботанические занятия (лекции, викторины, просмотр видеоматериалов, практические занятия). Ботанические занятия предполагают знакомство с удивительными особенностями растений нашей планеты (в том числе просмотр видеофильма «Чудеса ботанического мира», работу с комнатными растениями, находящимися в коллекции кабинета биологии.

3. Зоологические занятия (лекции, викторина, просмотр видеофильмов, составление и просмотр компьютерных презентаций). На зоологических занятиях члены факультатива познакомятся с многообразием профессий, связанных с миром животных (ученые – энтомологи, орнитологи, ихтиологи, зоогеографы и т. п., ветеринары, режиссеры, операторы фильмов о животных и т. д.), узнают, как можно изучать животных и где могут пригодиться эти знания

4. Микробиологические занятия (доклады учащихся, лабораторные работы, составление и просмотр компьютерных презентаций). Микробиологические занятия помогут лучше узнать загадочный мир бактерий, растений, животных, усовершенствовать свои навыки в работе с микроскопом и приготовлении микропрепаратов.

5. Творческие занятия. Занимательные занятия: шарады, биологические омонимы, викторины.

Таблица 4

### Календарно – тематическое планирование

№ п/п	Дата		Тема занятия	Примечание
	План	Факт		
1			Введение. Организационное занятие.	
2			Что такое систематика в животном и растительном мире.	
3			Карл Линней и его труды.	Доклады
4			Знакомство с основными понятиями систематики.	Теория
5			Мир растений. Экологические группы растений.	Теория
6			Определение растений по классам и семействам. Учимся работать с гербарием.	Практическая работа
7			Работа с гербарием и определителем.	
8			Многообразие насекомых нашего края (бабочки, пчелы). Биологические шарады, омонимы.	
9			Фауна нашего дома (клещи, клопы, блохи). Определение их и систематическая группа. Работа с коллекцией.	Практическая работа
10			Наблюдение за жизнью птиц в природе и в нашем крае. Поход в лес	Экскурсия
11			Разнообразие птиц. Обсуждение результатов экскурсии.	

12			Разнообразие животных нашего края и их экологическое состояние. Занимательная зоология. Шарады, загадки. Хвостатая викторина.	
13			Посещение Красноярского Государственного заповедника «Столбы».	Экскурсия
14			Оформление стенда о животных нашего края и о их систематических групп.	Практическая работа
15			Анализ экологического состояния местного леса. Обсуждение результатов экскурсии.	Практическая работа
16			Выращивание культуры инфузории – туфельки.	Практическая работа
17			Ландшафтное райнирование школьного двора.	Практическая работа

#### **4.2. Результаты и методические рекомендации к факультативу «Занимательная систематика»**

Учитель большое значение придает вопросам организации самостоятельной работы учащихся в процессе факультативных занятий. Важным для формирования устойчивого интереса учащихся к изучению дисциплины обеспечить взаимосвязь (по содержанию) уроков и факультативных занятий (в большей степени применимо к колледжу и вузу). Один из эффективных приёмов это показ новых идей и методов в действии, в применении к задачам, которые решает дисциплина. Это можно рассматривать как рекомендацию для успешного функционирования факультатива. Ещё одна важная рекомендация: процесс обучения должен строиться как совместная исследовательская деятельность учащихся – определённое понятие, теория, свойство не сообщается ученикам “в готовом виде”, а открывается ими самими. Этот процесс начинается с наблюдений, высказывания догадок, суждений, о возможном содержании социальной проблемы, анализа социальных фактов и т. д., после чего следуют поиски обоснования выводов, обобщение, анализ прикладных возможностей. Исследовательская или проблемная структура изучения дисциплины хорошо отвечает развивающим целям обучения при факультативной форме занятий.

Без определённой подготовки надеяться включить учащихся в успешную многоэтапную творческую поисковую деятельность нереально. Этот успех надо готовить. Основная черта всех рекомендаций – направленность на повышение эффективности работы учащихся на факультативных занятиях, более глубокое усвоение материала, получение новых знаний, выработка определенных умений и навыков.

## **Заключение**

В заключение следует отметить, что систематика живой природы отнюдь не сводится к систематизации. Описание новых видов, разработка латинских названий для видов и других таксонов, распределение видов по таксонам, деление множества видов на подмножества – это лишь внешняя, наиболее приметная функция систематики. У большинства людей этим исчерпывается представление о систематике вообще. Вряд ли стоит рассматривать эту науку в качестве каталога живой природы. Классифицируя таксоны, систематик как бы объясняет их, рассматривает связи между ними, характеризует тот или иной вид. Таким образом, через таксономическое положение объекта природы раскрывается содержание единичного факта – вида – в совокупности наших знаний об органическом мире как множестве видов. Не может быть и такого, чтобы все известные виды живой природы были бы навсегда расставлены каждый на своем месте, т. к. исследования на организменном уровне (энергетика клетки, ДНК, биологические мембраны и т. д.) далеко не закончены и будут влиять на положение вида в системе. Актуальной остается возможность построения такой системы живого, которая включала бы неизвестные науке таксоны. В такой системе перестройки были бы следствием открытия новых признаков уже известных видов. Неустойчивое положение в системе некоторых таксонов является важной проблемой систематики. Для выяснения спорных вопросов проводятся таксономические ревизии. В ходе ревизий система приводится к современному уровню знаний об органическом мире как множестве видов.

Поэтому «система является, следовательно, не только фундаментом ботаники, но и венцом всей науки о растениях» [Тахтаджян, 1966]. «...Систематика не есть средство биологии, но и сама цель ее» [Козо-Полянский, 1949].

Сведения о систематических взаимоотношениях видов обязательны также в генетических и биохимических исследованиях. Представления об экологической системе, или биоценозе (В.Н. Сукачев) непосредственно затрагивают систему организмов и доказывают связь всего живого с неживой природой на Земле. Сегодня пора принять новую концептуальную линию в биологии и перейти на обучение по новым учебникам концентрической программы, т. к. раннее введение основных теоретических положений, обучение по спиральному принципу позволит углубить знания, избежать перегрузки учащихся. Но также существуют мнения, что в новых учебниках слишком большой объем научной информации; высок уровень сложности; трудно изучать химический состав клетки, процессы ее жизнедеятельности, пока у школьников еще нет необходимых знаний по химии и физике. Учащиеся 6–7-х классов еще не умеют анализировать, синтезировать, обобщать и сравнивать. Весь материал в учебнике изложен с позиций систематического представления о живой природе. В названиях глав фигурируют названия царств, подцарств, отделов, классов и т. д. Это дает четкое представление о систематическом положении изучаемых организмов. Разделы начинаются эволюционным древом, точнее, его ветвью, которая позволяет представить четкое описание общих черт для каждого из царств, обсуждаются различия и сходства с представителями других эволюционных групп. Далее следуют главы, в которых подробно описаны отдельные отделы или классы. Современная биологическая классификация органического мира непротиворечиво отражает, с одной стороны, факт разнообразия живых форм, а с другой – единство всего живого.

## Выводы

1. Первые попытки классифицировать формы жизни были предприняты в античном мире (Гептадор, Аристотель, Теофраст и др.). Все живое подразделялось на растения и животные. В связи с выделением новых царств возникли искусственные (К. Линней и др.), затем естественные и филогенетические системы (Дарвин, Геккель, Тахтаджян и др.).

2. Основные понятия систематики организмов связаны с их таксономией и классификацией, конечным результатом которых является построение системы.

Наименование и описание таксонов регламентируется правилами номенклатуры, учрежденными международным кодексом.

Современные системы органического мира делятся на 2 группы. Традиционные филогенетические системы отражают тенденцию наименьшего дробления органического мира, признания целесообразности минимума царств. Они основываются на признаках сходства организмов, считая нецелесообразными попытки уложить все существующее многообразие организмов в жесткую систему, так как любые искусственные разграничения нарушают естественные связи между организмами.

Альтернативные системы основываются на признаках различия организмов, претендующих на уникальное место в иерархии живых форм, наиболее полно отражая существующее многообразие типов жизни.

3. Изучение понятий по систематике согласно программе основного общего образования по биологии в 5-9 классах авторов Н.И. Сониной и В.Б. Захарова (2012 г.) идет от общебиологических к частным, заканчиваясь изучением эволюционных закономерностей.

Основные понятия 5 класса (по учебнику А.А. Плешакова, Н.И. Сониной «Биология. Введение в биологию») – общебиологические (биология; биосфера; клетка: оболочка, ядро, цитоплазма). Из систематических понятий

рассматриваются единицы классификации и их иерархия (вид, род, семейство, отряд (порядок), класс, тип (отдел), царство).

В курсе биологии 6-го класса «Живой организм» рассматриваются одни и те же биологические процессы (например, дыхание и т. п.) на разных уровнях организации живой материи, у представителей разных таксономических групп. У учащихся формируется система знаний о биологических процессах и явлениях, складывается целостное представление об органической и неорганической природе и развиваются учебные умения и навыки: способность сравнивать, анализировать, выделять главное и т. п.

Программа 7-го класса посвящена систематике. Соблюдая дидактические принципы, авторы отобрали учебный материал с учетом особенностей возрастного восприятия.

Традиционна программа курса для 8-го класса «Человек», но в нем дополнительно раскрывается исторический, гуманитарный и систематический аспект знаний о человеке – четкая ориентация в таксономических категориях и таксонах (вид, отряд, класс, семейство).

Программа для 9-го класса посвящена изучению общебиологических закономерностей (метафизическая концепция, эволюционные теории и др.) и экологическому просвещению учащихся, которые должны разбираться в таких понятиях как родство, общность происхождения и эволюция растений и животных (на примере сопоставления отдельных групп);

Переход на обучение по новым учебникам концентрической программы, согласно новой концептуальной линии в биологии, позволит углубить знания и избежать перегрузки учащихся через раннее введение основных теоретических положений, обучение по спиральному принципу.

4. Разработан факультатив «Занимательная систематика» для 5-6 классов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Багоцкий С.В. Революция в систематике // Химия и жизнь, 2010.
2. Биологический энциклопедический словарь. М., 1986. 832 с.
3. Биология: жизнь, гены, клетка, онтогенез, человек. Т. 1. М., 2001. 57 с.
4. Бурзин М.Б. Древнейший хитридиомицет (*Mycota, Chytridiomycetes incertae sedis*) из верхнего венда Восточно-Европейской платформы // Фауна и экосистемы геологического прошлого. М.: Наука, 1993. 125 с.
5. Воронцов Н.Н. Системы органического мира и положение животных в них // Зоологический журнал, 1987. Т. 66. Вып. 11–12. С. 7–12.
6. Воронцов Н.Н., Сухорукова Л.Н. Эволюция органического мира. М.: Просвещение, 1991. 368 с.
7. Высшие уровни (до классов включительно) классификации царства ANIMALIA (Животные) – система В.В. Малахова. М.: МГУ, 2003.
8. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3-х т. / Под ред. Р. Сопера. М.: Мир, 2004. 1066 с.
9. Зимняя И.А. Иерархическо-компонентная структура воспитательной деятельности // Воспитательная деятельность как объект анализа и оценивания / Под общ. ред. И.А. Зимней. М., 2003.
10. Захваткин Ю.А. Курс общей энтомологии. М.: Агропромиздат, 1986, 356 с.
11. Заренков Н.А. Лекции по теории систематики. М., 1976. 15 с.
12. Иванов А.В. Происхождение многоклеточных животных. Л., 1968. 185 с.
13. Кержнер И.М., Коротяев Б.А. Прошлое, настоящее и будущее таксономии // Фундаментальные зоологические исследования. Теория и методы. М.; СПб.: Тов-во научных изданий КМК, 2004.
14. Клюге Н.Ю. Современная систематика насекомых. Принципы систематики живых организмов и общая система насекомых с классификацией первичнообескрылых и древнекрылых. СПб.: Лань, 2000.

15. Козо-Полянский Б.М. К модернизации системы растительного мира // Труды Воронежск. гос. ун-та, 1949. Т. 15.
16. Криштофович А.Н. Палеоботаника. Л.: Гостоптехиздат, 1957. 650 с.
17. Крылов И.Н. Древнейшие следы жизни на Земле // Природа, 1968. № 11. С. 41–54.
18. Кусакин О.Г., Дроздов А.Л. Филема органического мира. СПб.: Наука, 1994. Ч. 1: Прологомены к построению филемы. 282 с.
19. Кусакин О.Г., Старобогатов Я.И. К вопросу о наивысших таксономических категориях органического мира // Проблемы эволюции. Вып. 3. Новосибирск, 1973.
20. Любарский Г.Ю. Архетип, стиль и ранг в биологической систематике // Труды Зоологического музея. М.: МГУ, 1996. Т. 35.
21. Майр Э. Зоологический вид и эволюция. М.: Мир, 1968.
22. Майр Э. Принципы и методы зоологической систематики. М.: Мир, 1971.
23. Маталкин А. И. Биологическая систематика. М., 1988.
24. Малахов В.В. Проблема основного плана строения брахиопод и их положение в системе животного царства // Современное состояние и основные направления изучения брахиопод. М.: ПИН РАН, 1995. С. 51–82.
25. Международный кодекс зоологической номенклатуры. СПб., 2000.
26. Международный кодекс ботанической номенклатуры. СПб., 2001.
27. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б., Обручева О.П. Общая палеонтология. М.: Изд-во МГУ, 1989. 178 с.
28. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Система органического мира // Соросовский образовательный журнал, 1999. № 11.
29. Мейен С.В. Основы палеоботаники. М.: Недра, 1987. 404 с.
30. Мошковский Ш.Д. О природе простейших (Protozoa) и границах протозоологии // Труды Ленинградского общества естествоиспытателей, 1957. Т. 73. Вып. 4.

31. Негроров О.П. Краткий справочник по зоологической систематике. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1988.
32. Определитель бактерий Берджи: В 2 т. / под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита и др. М.: Мир, 1997.
33. Павлинов И.Я. Современная систематика: методологические аспекты // Труды Зоологического музея МГУ. М.: Изд-во МГУ, 1996. Т. 34.
34. Павлинов И.Я. Основные подходы в биологической систематике // Электронная газета «Биология». М., 2010. № 17–19.
35. Пиневиц А.В. Микробиология. Биология прокариотов. Т. 1. СПб., 2007.
36. Плешанов А.А., Сонин Н.И. Биология. Введение в биологию. 5 класс. М.: Дрофа, 2012.
37. Попов П.А., Рыбакова Н.О. Грибы неогеновых отложений Закарпатья // Докл. АН СССР. 1970. Т. 191, № 6. С. 1393–1395.
38. Протисты: Руководство по зоологии. СПб.: Наука, 2000. Ч. 1.
39. Развитие биологии в СССР. М., 1967.
40. Рейвн Т. , Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника. М.: Мир, 1990. Т. 1. 347 с. Т. 2. 336 с.
41. Сойфер В.Н. Международный проект "Геном человека" // Соросовский образовательный журнал. 1998. № 12. С. 4–11.
42. Скворон С. Развитие теории эволюции. М., 1965.
43. Серавин Л.Н. Простейшие... Что это такое? Л.: Наука, 1984.
44. Систематика растений – <http://www.krugosvet.ru>
45. Систематика растений – <http://www.bigpi.biysk.ru>
46. Сластенин В.А. Педагогика. М.: Школа – Пресс, 1998. 296 с.
47. Тахтаджян А.Л. Четыре царства органического мира // Природа, 1954. № 2.
48. Тахтаджян А.Л. Система и филогения цветковых растений. М.; Л.: Наука, 1966. 610 с.

49. Тахтаджян А.Л. Происхождение и расселение цветковых растений. Л.: Наука, 1970. С. 5–101.
50. Тахтаджян А.Л. Растения в системе организмов // Жизнь растений. Т. 1. М.: Просвещение, 1974. С. 58–86.
51. Тахтаджян А. Л. Система магнолиофитов. Л.: Наука, 1987. 439 с.
52. Тахтаджян А.Л. Principia tectologica. Принципы организации и трансформации сложных систем: эволюционный подход. СПб.: Изд-во СПФХА, 2001. 121 с.
53. Ушинский К.Д. Избранное педагогическое сочинение. М. Просвещение, 1968. 208 с.
54. Фролов Ю. Инфекционный белок // Наука и жизнь. 1998. № 1.
55. Цвелев Н.Н. О геномном критерии родов у высших растений // Бот. журн., 1991. Т. 76. № 5.
56. Хаусман К. Протозоология: Пер. с нем. М.: Мир, 1988.
57. Хржановский В.Г. Курс общей ботаники. Ч. 2. Систематика растений. М.: Высшая школа, 1982. 544 с.
58. Шарова И.Х. Зоология беспозвоночных. М.: Владос, 2003.
59. Шаталкин А.И. Биологическая систематика. М.: Изд-во МГУ, 1988.
60. Шипунов А.Б. Обзор групп царства Protista (включая грибы – Mycota) – [herba.msu.ru/shipunov/school/vzmsh/prot-rew.pdf](http://herba.msu.ru/shipunov/school/vzmsh/prot-rew.pdf).
61. Шипунов А. Б. Основы теории систематики. М.: Открытый лицей ВЗМШ, Диалог-МГУ, 1999. 56 с.
62. Хордон Э., Венер Р. Общая зоология. М.: Мир, 1989.
63. Яблоков А.В., Юсуфов А.Г. Эволюционное учение. М., 1998.
64. Ямалтдинова Д.Г. Организация самостоятельной деятельности учащихся // Начальная школа. 2008. № 2. С. 43–45.
65. Takhtajan A. Flowering Plants. Springer Science + Business Media B.V., 2009. 871 s.





