

названным законом физики, происходит обратно пропорционально энергиям их связи с атомом. Следовательно,

$$\Delta R = \Delta r \frac{14,633}{0,25} = 0,135896; r = 0,0616$$

$$R = 4,0616$$

С учётом полученных значений r и R находим полную энергию ионизации атома лития:

$$W_0 = \left[2 \left(\frac{1}{r} \right)^2 + \left(\frac{2}{R} \right)^2 \right] \cdot 13,59844 = 203,4233$$

Переходим к вычислению энергий отдельных ступеней ионизации атома лития.

В результате взаимодействия электронов внешней и внутренней оболочки радиус гелиевого остова уменьшается. Кинетическая энергия электронов гелиевого остова увеличивается на

$$\Delta W_{1k} = \left[2 \left(\frac{1}{r^2} \right)^2 - 2 \left(\frac{1}{r_1} \right)^2 \right] \cdot 13,59844 = 1,1383 \text{ э-в}$$

Одновременно уменьшается кинетическая энергия третьего электрона на величину

$$\Delta W_{2k} = \left[\left(\frac{n}{4} \right)^2 - \left(\frac{n}{4,0616} \right)^2 \right] = 0,102338 \text{ э-в}$$

Разность этих величин 1,1495 э-в равна тому количеству дополнительной энергии, которую запасает атом в результате взаимодействия электронов внешней и внутренней оболочек.

Без учёта взаимодействия электронов внешней и внутренней оболочек кинетическая энергия частиц гелиевого остова в атоме лития равна

$$W_{He} = \left(\frac{1}{r_1} \right)^2 \cdot 2 \cdot 13,59844 = 198,9877 \text{ э-в,}$$

а взаимодействие электронов оболочек приводит к увеличению кинетической энергии электронов оболочек на величину 1,036 э-в.

При образовании гелиоподобного иона лития путём удаления внешнего электрона удаляемый электрон уносит добавочную энергию 1,036 э-в. Объясняется это тем, что радиус электронных оболочек остающихся электронов увеличивается.

Следовательно, кинетическая энергия электронов гелиоподобного иона лития меньше, чем кинетическая энергия электронов гелиевого остова в атом лития и оказывается равной

$$W_{He} = 198,9877 - 1,036 = 197,9517 \text{ э-в}$$

Если полученную величину вычтем из

энергии полной ионизации атома лития, получим

$$203,4233 - 197,9517 = 5,47157 \text{ э-в,}$$

это – потенциал первой ступени ионизации атома лития.

Если же из потенциала ионизации гелиевого остова вычтем потенциал ионизации водородоподобного иона, равного $z^2 \cdot 13,59844 = 122,3859$ э-в, то получим величину энергии второй ступени ионизации атома лития 75,4623 э-в.

Таким образом, мы получили спектр энергий ионизации атома лития:

$$5,47157 + 75,56583 + 122,3859 = 203,4233 \text{ э-в}$$

Экспериментальные данные этих величин составляют [7]

$$5,39172 + 75,64018 + 122,45429 = 203,48619 \text{ э-в}$$

Как видим, предложенный нами аналитический метод расчёта потенциалов ионизации атомов гелия и лития и его ионов даёт хорошие совпадения с данными экспериментов последних лет.

Литература

1. Фейнман Р. и др. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1967. Т.9. С.210.
2. Гейзенберг В. УФН. 102. Вып.2. 1970. С.291.
3. Очаров И. Н. Преобразования Дарбу и точно решаемые потенциалы уравнений Шрёдингера. Автореф. дисс... канд. физ-мат. наук. Томск, 1996. С. 1.
4. Дж. Оппер. Популярная физика. М.: Мир, 1964. С.334-335.
5. Парселл Э. Электричество и магнетизм (Берклевский курс физики). М.: Наука, 1971. С.304.
6. Слэтер Дж. Электронная структура молекул. М.: Мир, 1965. С.47-52
7. CRC. Handbook of Chemistry and Physics CRC Press, London. 1994.

Е.А. Дмитриева

Развитие экологических знаний старшекласников в разделе общей биологии

Статья является продолжением размышлений о развитии знаний старшекласников по основам экологии (Ярославский педагогический вестник. 1999. № 2.)

В работе в виде методических рекомендаций предлагается один из вариантов изучения темы “Экосистемы, их развитие” школьного раздела общей биологии. Данные рекомендации могут быть полезны для учителей практиков и студентов биологического профиля педагогических вузов.

В одной из предыдущих работ имеются обоснования выбора тех методических условий, которые будут содействовать качественному усвоению и развитию экологических знаний старшеклассников. Здесь же кратко напомним их читателю:

1. Необходимо дедуктивное изучение теоретических знаний (к которым относятся и экологические) - от абстрактного введения ведущего понятия (в данном случае - понятия “экосистема”) к дальнейшему поэтапному развитию через конкретизацию, расширение знаний за счет образования связей с другими понятиями экологии, обобщение взаимосвязей понятий в системе теории и, наконец, применение полученных знаний с целью решения различных познавательных задач.
2. Теоретические знания должны быть генерализированы вокруг какой-либо теории. В нашем случае экологические понятия должны концентрироваться, взаимодействовать внутри теории экосистемы, основы которой заложены работами В.И. Вернадского, В.Н. Сукачева.
3. Для эффективного усвоения школьниками знаний о теории необходимо определить способ действий (прием), по которому учащиеся, как по плану, будут изучать теорию.
4. Знания только тогда будут качественно усвоены, когда учащиеся научатся их применять. Для этого должна быть создана специальная система заданий различного уровня сложности, которая будет нацеливать школьников на объяснение и прогнозирование явлений природы с точки зрения теории экосистемы.

Кроме того, в соответствии со структурно-функциональным подходом учебный материал, знакомящий старшеклассников с основами экологии (надорганизменным уровнем организации живого), целесообразно изучать после рассмотрения основ молекулярной биоло-

гии, цитологии, генетики и эволюционного учения.

Вместе с тем, следует учесть, что в большинстве школ области в качестве специального с 7 класса введен учебный предмет “Экология”. Поэтому создается необходимость разгрузить раздел общей биологии от уже известного школьникам материала, уделив больше внимания развитию знаний старшеклассников об экосистемах, их эволюции, познакомить ребят с теорией экосистемы, её основными положениями.

С учетом вышеперечисленного и разработаны данные методические рекомендации по изучению темы “Экосистемы, их развитие”.

Изучение темы целесообразно начать с актуализации знаний школьников об экологии как науке, об экологических факторах.

В процессе беседы старшеклассники должны вспомнить, что организмы в природе существуют не сами по себе, по отдельности, а в форме популяций. Учитель сообщает о природных сообществах как совокупности популяций разных видов, населяющих определенную территорию. На основе этого вводится понятие экосистемы как открытой природной системы, в состав которой входят сообщество (биотический компонент) и компоненты окружающей его среды (абиотические, косные).

В соответствии с одним из выделенных методических условий старшеклассникам необходимо сообщить, что в науке сформировалось важнейшее теоретическое обобщение - теория экосистемы. Изучение теории как особого вида научного знания должно следовать особому плану. Для этого учитель знакомит старшеклассников с планом:

Что нужно знать о теории

1. Философские идеи и научные открытия, способствующие возникновению теории.
2. Вклад в развитие теории современных исследований.
3. Основные положения теории.
4. Использование теории для научного объяснения и прогнозирования.

Согласно этому плану, учитель знакомит старшеклассников с краткой историей развития теории экосистемы. В процессе лекции сообщается, что понятие “экосистема” впервые было введено в 1935 году английским ботаником А. Тенсли. В 1942 году независимо от него отечественный естествоиспытатель В.Н. Сукачев вводит понятие “биогеоценоз”

для обозначения исторически сложившихся на определенных территориях комплексов организмов. Подчеркивается, что в науке до сих пор дискутируется вопрос о соотношении этих понятий. Ряд ученых считает эти понятия равнозначными. В последнее время наиболее распространенным стало понятие “экосистема”.

Затем сообщается, что развитая В.Н. Сукачевым теория биогеоценоза (экосистемы) была заложена в трудах В.И. Вернадского. В её основе лежит принцип единства живой и неживой природы, то есть принцип единства живого и косного (неживого) компонентов, входящих в состав экосистемы.

Согласно плану изучения теории далее необходимо сообщить, что на основе новейших методов научных исследований современные ученые - экологи расширили, углубили теорию, значительно детализировали её положения. На основании этого старшеклассники подводятся к мысли, что экология, как и любая другая наука, развивается, не стоит на месте.

С целью расширения, углубления, конкретизации экологических знаний школьников учитель знакомит с современными научными взглядами на структуру экосистемы, её свойства.

Раскрывая структуру экосистемы, целесообразно в процессе беседы дать характеристику функциональных групп организмов: продуцентов (производителей органического вещества), консументов (потребителей органического вещества) и редуцентов (разрушителей органического вещества), конкретизируя их примерами.

Учебный материал о свойствах экосистем можно изложить в процессе беседы, характеризуя экосистему как:

- целостную, самовоспроизводящую систему, в недрах которой осуществляется связь потоков энергии, вещества и информации;
- устойчивую систему, способную выдерживать изменения, создаваемые внешними воздействиями;
- саморегулируемую, благодаря прямым и обратным связям, существующим в пищевых цепях;
- способную к саморазвитию - от начальных стадий заселения (первичного сообщества) до этапа зрелого сообщества, наиболее приспособленного к окружающим условиям среды, обладающего саморегуляцией и самовоспроизведением (климаксного).

В результате беседы школьники подвядутся к выводу, что экосистема - открытая природная система, в состав которой входят продуценты, консументы, редуценты. Экосистема обладает свойствами самовоспроизведения, устойчивости, саморегуляции, саморазвития; внутри неё образуются прямые и обратные связи, благодаря которым возникает взаимосвязь с другими экосистемами и биосферой в целом.

С целью дальнейшей конкретизации знаний об экосистемах учитель знакомит школьников с их многообразием, отмечая, что в настоящее время выделяют естественные и искусственные экосистемы, иллюстрируя эту классификацию примерами. Подробно останавливаясь на структуре агроценозов, учитель раскрывает их отличительные особенности: ослабление действия естественного отбора, направляющее действие искусственного отбора, использование, кроме солнечной энергии, дополнительной энергии, вносимой человеком; изменение баланса питательных элементов, связанное с внесением удобрений; регуляция и поддержание агроценоза человеком.

На основании этого необходимо сформулировать следующие выводы:

- кроме естественных экосистем (леса, степи, реки и т.п.) существуют искусственные, создаваемые человеком - агроценозы (поля, сады, парки и т.п.);
- в агроценозах существуют те же группы организмов, что и в природной экосистеме: продуценты, консументы, редуценты;
- агроценоз является такой же сложной экологической системой, что и естественные природные системы;
- структуру и функцию агроценозов создает, поддерживает и контролирует человек в своих интересах.

Далее учитель отмечает, что экосистемы не просто сумма популяций и условий среды, а система взаимосвязей между ними.

Затем необходимо актуализировать знания учащихся о таком свойстве экосистемы, как саморегуляция, подчеркнуть, что это свойство осуществляется благодаря круговороту веществ и потоку энергии. Эти явления рассматриваются на конкретном примере (водной экосистемы - озера или наземной - дубравы). Для этого вводится понятие биомассы как массы организмов определенной группы или сообщества в целом.

На основании этого старшеклассники подводятся к выводу, что энергия, поступаю-

шая от солнца, аккумулируется на уровне продуцентов, проходит через консументы и редуценты, входит в состав органических веществ почвы и рассеивается при разрушении её разнообразных соединений, то есть через любую экосистему проходит поток энергии, определенная часть которой используется каждым живым существом.

Переходя к материалу о цепях питания, учитель дает определение этого понятия: цепь питания - это перенос энергии от её источника (растений) через ряд питающихся друг другом организмов.

Важно отметить, что выделяют два типа пищевых цепей - пастбищные (цепи выедания) и детритные (цепи разложения), иллюстрируя их примерами, а затем подчеркнув, что совокупность пищевых цепей сообщества составляет пищевую сеть экосистем. Угнетение или разрушение одного из звеньев экосистемы отразится на экосистеме в целом. Для лучшего усвоения материала школьникам предлагаются различные задания (например: сделайте прогноз, что произойдет, если истребят всех китов, обитающих в Мировом океане).

На основании полученных знаний вводится понятие экологической пирамиды как соотношения численности биомасс и энергии.

Для закрепления знаний школьников о типах пищевых связей и экологических пирамидах целесообразно предложить задания, направленные на применение полученных знаний, например:

1. Почему большинство животных, выращиваемых человеком для использования в пищу, травоядные?
2. Приведите примеры пищевых сетей с участием редуцентов и без их участия.
3. При выращивании каких животных будут наименьшие затраты корма для получения одинаковой биомассы: кур, коров или рыб?

В заключение формулируются выводы:

- в экосистемах от звена к звену циркулируют основные питательные элементы и энергия. Автотрофы создают органические вещества. Гетеротрофы потребляют эти вещества, обеспечивая себя энергией, и освобождают элементы питания для автотрофов.
- в круговорот веществ и энергии включены как живые организмы, так и среда их обитания.

Ознакомление учащихся со структурой экосистем, их свойствами дает возможность

перейти к изучению смены экосистем. Вводится понятие сукцессии как последовательного, направленного процесса изменения видового состава внутри данной экосистемы, которая в конечном итоге приводит к её смене. Опираясь на знания школьников об экологических факторах, учитель на конкретном примере объясняет механизм смены экосистем (например, зарастание небольшого озера с последующим появлением на его месте болота, а затем - леса).

Для закрепления знаний о механизме сукцессии целесообразно предложить старшеклассникам описать смену экосистем, возникающую под влиянием хозяйственной деятельностью человека (в "зеленых зонах", на пастбищах и т.п.). Затем внимание школьников обращается на механизм сукцессии под влиянием абиотических факторов.

Далее на основе знаний старшеклассников о таком свойстве экосистемы, как саморазвитие, углубляется понятие климаксного сообщества. Оно характеризуется стабильностью, разнообразием видов, многочисленностью связей между организмами, максимальной величиной массы. Такая экосистема далее существенно не меняется. После более или менее длительного периода стабильного существования её может ждать гибель от внешних причин, например, от пожара и т.п., после чего процесс начинается снова.

Затем целесообразно предложить учащимся выполнить следующие задания:

1. Приведите примеры сукцессий, происходящих на небольших участках, и сукцессий, охватывающих значительные территории.
2. Является ли сукцессией процесс заселения организмами безжизненного острова?
3. На заброшенных полях сначала поселяются травянистые однолетники, через несколько лет их сменяют многолетние травянистые растения, затем - кустарники и, наконец, деревья. Почему виды появляются в такой последовательности и каковы могут быть причины их смены?
4. Сравните первичное сообщество (на начальных стадиях заселения территории) и климаксное.

Такая организация работы школьников будет способствовать систематизации знаний о смене экосистем и формулированию ими выводов:

- под воздействием внешних факторов

виды в экосистемах могут сменяться, что приводит к смене экосистем;

- в ходе сукцессии более простые сообщества (с низким разнообразием видов, несбалансированным потоком вещества и энергии и т.п.) сменяются сообществами с более сложной структурой и большей сбалансированностью;
- наиболее развитыми являются климаксные сообщества.

Опираясь на знания школьников об эволюции органического мира, учитель подводит школьников к изучению влияния экосистем на эволюцию видов, составляющих данное сообщество. Материал целесообразно излагать методом беседы с элементами поиска. Учитель восстанавливает знания школьников о популяциях, их взаимодействии в структуре экосистемы, об особенностях макроэволюции, о направленности и темпах эволюционного процесса.

Затем отмечается, что облик современных экосистем сформировался в ходе эволюции на протяжении миллионов лет. Входящее в состав экосистемы сообщество влияет на эволюцию своих структурных компонентов - популяций, а следовательно, и видов. Подчеркивается, что взаимодействие популяций разных видов выступает в роли регулирующего фактора, способного снижать темпы эволюции и ограничивать её возможные направления.

Актуализируя знания старшеклассников о формах естественного отбора и изменчивости организмов, подчеркиваем, что любое сообщество (живой компонент) внутри экосистемы регулирует условия среды (неживой компонент), почти всегда делая их более стабильными. В более стабильной среде усиливается действие стабилизирующей формы отбора. При уменьшении изменчивости организмов стабилизирующий отбор все более усиливается. Такая экосистема снижает вероятность крупных эволюционных изменений.

На основе знаний учащихся о факторах эволюции раскрывается другой механизм снижения темпов эволюции - регуляция численности. Подчеркивается, что в большинстве развитых экосистем под влиянием биотических факторов среды стабилизируется численность популяций. Это приводит к снижению влияния дрейфа генов.

Учитель отмечает, что в любой развитой экосистеме, в состав которой входят разнообразные виды, маловероятно возникновение

крупных изменений (нового типа питания и т.п.), более вероятно возникновение специализаций в пределах ареала обитания (например, разделение популяций насекомоядных птиц на 2 вида: кормящиеся на земле и кормящиеся на деревьях). Кроме того, различные функции в экосистемах выполняются разными видами. Вымирание одного из видов приводит к расширению ареала или возрастанию численности другого вида, выполняющего те же функции в экосистеме. Это отражается на других живых компонентах экосистемы.

Далее подчеркивается, что эволюция одной экосистемы может привести к эволюции соседних экосистем и всей совокупности экосистем в целом, т.е. к эволюции биосферы. Это положение подтверждается примерами, известными школьникам из истории развития органического мира на Земле (например: вымирание папоротникообразных, расцвет и вытеснение сообществ голосеменных, появление на их месте сообществ цветковых, что повлекло за собой возникновение новых таксонов среди млекопитающих, пресмыкающихся, насекомых и др.).

На основании этого школьники подвоятся к формулированию выводов:

- влияние сообществ на эволюцию его членов, способность к регуляции численности особей позволяют экосистеме регулировать эволюцию входящих в её состав видов и поддерживать их устойчивость;
- нарушение механизмов приводит к разрушению имеющейся экосистемы и замене её другой, что неоднократно имело место в прошлом;
- изменение одной экосистемы может привести к эволюции других экосистем и биосферы в целом.

В заключение темы согласно плану изучения теории и с целью дальнейшего развития экологических знаний школьников (этап обобщения) необходимо сформулировать основные положения теории экосистемы (Ярославский педагогический вестник. 1999. № 2.).

Кроме того, для обобщения знаний старшеклассников о теории экосистемы целесообразно предложить учащимся задания, требующие целостного описания теории, детализации и иллюстрации примерами отдельных её положений.

С целью дальнейшего развития экологических знаний учащихся (этап оперирования знаниями для решения различных познаватель-

ных задач) необходимо предложить учащимся задания различного уровня сложности, направленные на применение полученных знаний. Задания могут быть следующего содержания:

1. Дайте определение понятий экосистемы и раскройте его сущность.
2. Дайте сравнительную характеристику естественных и искусственных экосистем.
3. Составьте пищевую цепь предложенной вам экосистемы и опишите роль каждого пищевого уровня.
4. На конкретных примерах покажите действие правила экологических пирамид. Где можно использовать это правило?
5. Используя знания о свойствах и типах экосистем, раскройте механизм смены экосистемы под воздействием различных факторов среды. Дайте прогноз, как будут развиваться события после лесного пожара.
6. Какое влияние оказывают сообщества на эволюцию составляющих его видов?
7. Охарактеризуйте основные положения теории экосистемы.

Таким образом, знания о теории экосистемы вначале вводились дедуктивно, потом конкретизировались, обобщались в виде её основных положений, затем применялись для объяснения и прогнозирования явлений природы. Так абстрактное понятие “экосистема”, пройдя ряд этапов развития в процессе изучения теории экосистемы, углублялось, наполнялось конкретным содержанием в ходе изучения темы “Экосистемы, их развитие”.

В.А. Власов, Т.Н. Спиридонова, П.Г. Штерн

Методы математического моделирования при изучении курса физики на естественно-научных специальностях

В соответствии с Государственными образовательными стандартами по естественно-научным специальностям курс физики совместно с математическими курсами составляет основу теоретической подготовки специалистов. Физические знания играют роль фундаментальной базы для формирования у студен-

тов научного мировоззрения. Принцип построения курса физики и его изложения должен обеспечивать строгую последовательность, целостность и наглядность. При этом должно быть сформировано ясное представление о взаимоотношении классической, релятивистской и квантовой физики.

Реализация указанных требований образовательных стандартов встречается с известными трудностями. За последние десятилетия развития естественных наук человечеством накоплено, кажется, необозримое множество фактов. Н.Н.Моисеев пишет [1], что ученые, даже работающие в близких областях, перестают понимать друг друга и часто неспособны объяснить своим коллегам содержание предположений, гипотез, ради которых они затевают то или иное исследование; при этом могут иметь одинаковые дипломы и говорить на одном и том же языке. Знаменитый немецкий математик Давид Гильберт, видя, как река знаний, ограниченная скалистыми каньонами в эпоху средневековья, вырвалась на равнину в эпоху Возрождения и разлилась на бесчисленное множество рукавов и ручейков, которые уходят в песок пустыни, так и не достигнув моря, говорил, что, может быть, и нашим знаниям уготована подобная судьба – потеря единства потока и последующего его иссушения. И кажется, что такой процесс дифференциации знаний, распада целого на отдельные ячейки диктуется самой логикой развития науки, необходимостью глубокой профессионализации.

Другими словами, река знаний действительно распадается на все большее число рукавов и протоков, но это не приводит к их усыханию, ибо непрерывно идет и обратный процесс – комплексный разноплановый анализ, опирающийся на данные различных наук, интеграция знаний, появление единых подходов. Необходимость этого особенно возрастает тогда, когда речь идет об оценке перспективы, о выборе дальнейших путей развития общества, о выборе его стратегии. Этот процесс тоже очень многолик и многогранен и приводит не только к интеграции и развитию конкретных областей знаний, но и к новому целостному видению мира. Оно для человечества не менее необходимо, чем конкретные знания конкретных наук, особенно в те времена, когда история общества переживает эпоху перехода от одних жизненных стандартов к другим.

Огромный объем накопленных знаний и дифференциация науки вызывают увеличение числа изучаемых в учебных заведениях естест-