

О взаимосвязях между биологией и экологией в науке и образовании

А.В. КУЛЕВ, академик Российской экологической академии, профессор Российской академии естествознания, Гранд-доктор педагогики, доктор философии, кандидат педагогических наук

В статье раскрываются взаимосвязи между биологией и экологией с учётом тенденций развития этих наук в прошлом и настоящем. Определяется место экологии в структуре школьного курса общей биологии. Обращается внимание читателя на важные методические условия, позволяющие повысить эффективность усвоения школьниками компонентов содержания экологического образования в процессе обучения биологии.

The article reveals the relationship between biology and ecology, taking into account the trends in the development of these sciences in the past and present. The place of ecology in the structure of the school course of general biology is determined. The reader's attention is drawn to the important methodological conditions that allow to increase the efficiency of students' assimilation of the components of the content of environmental education in the process of teaching biology. Keywords: biology, ecology, relationships, botany, zoology, physiology, morphology, systematics, biogeography, evolutionary biology, genetics, biotechnology, biological education

Ключевые слова: биология, экология, взаимосвязи, ботаника, зоология, физиология, морфология, систематика, биogeография, эволюционная биология, генетика, биотехнология, биологическое образование

Keywords: biology, ecology, interrelations, botany, zoology, physiology, morphology, systematics, biogeography, evolutionary biology, genetics, biotechnology, biological education

Биология — наука, изучающая свойства живых систем. Объектом науки биологии является жизнь во всех её проявлениях и формах, а также на разных уровнях. Высший уровень существования жизни на Земле — биосферный. На этом уровне вся совокупность тел живых организмов, населяющих нашу планету, рассматривается как живое вещество биосферы [8,9].

Экология (от греч. Ойкос – дом, логос – наука) – это наука о взаимосвязи живых организмов между собой и с окружающей их средой обитания. Экология возникла как сугубо биологическая наука, но в наше время она превратилась в науку о фундаментальных свойствах экосистем и их компонентов [10].

Безусловно, научные «корни» экологии лежат в области биологических знаний. Проникновение экологических идей практически во все разделы биологии зачастую ставит под сомнение самостоятельность экологии как науки. Поэтому экологию нередко по-прежнему рассматривают как одну из биологических наук.

Однако существует и противоположная точка зрения: экология выделилась из биологии и стала самостоятельной наукой. Одним из первых, кто начал рассматривать экологию не как узкую биологическую научную дисциплину, а как междисциплинарную науку, был выдающийся американский зоолог и эколог Ю. Одум.

Вероятно, с современных позиций экологию нужно рассматривать как междисциплинарную самостоятельную науку, связанную со многими другими науками и, прежде всего, с биологией. Ведь совершенно очевидно, что экологические знания необходимы для проведения серьёзных, многоаспектных исследований в области ботаники, зоологии, физиологии, морфологии, систематики, биogeографии, эволюционной биологии, генетики, биотехнологии и многих других наук.

Естественная связь между экологией и перечисленными выше биологическими науками сохраняется, поскольку биологические системы – это открытые системы, взаимодействующие с окружающей средой, потоками веществ, энергии и информации.

При этом экология по-прежнему является в значительной мере биологической наукой из-за того, что продолжает исследовать биологические системы и их свойства [10].

Рассмотрим связи между этими науками более подробно, обращая своё внимание хотя бы на некоторые конкретные идеи, факты и примеры. Морфология растений, физиология растений изучают строение; процессы, протекающие в организме растения; рост и развитие растений. При этом рассматриваются такие вопросы, как влияние на организм растения разнообразных внешних факторов живой и неживой природы. Степень и режим освещённости, температура почвы и воздуха, механический и химический состав почвы – это важнейшие условия жизни растений. Они влияют на особенности корневого питания растений, интенсивность транспирации, дыхания, фотосинтеза. Понятно, что в данном случае речь идёт о влиянии на организм растения так называемых абиотических факторов внешней среды, чёткие представления о которых уже давно сложились в экологической науке. Кроме того, не следует забывать, что жизнь растения в природном сообществе определяется тесными и разнообразными связями с представителями других групп живых организмов. Опыление осуществляется в основном насекомыми.

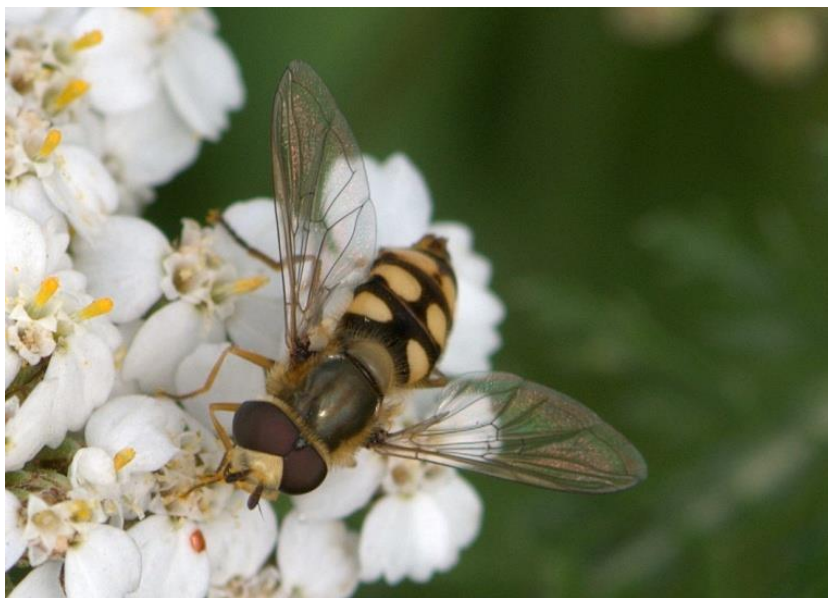


Рис. 1. Муха-журчалка, внешне похожая на осу, является эффективным опылителем растений. Фото с сайта fotokto.ru

Семена растений распространяются различными животными, в том числе птицами и млекопитающими. Растения являются объектами питания животных, а некоторые растения сами являются хищниками. Корни растений и гифы грибов образуют взаимовыгодное «сотрудничество», связанное с обменом органическими и неорганическими веществами. Некоторые грибы являются паразитами, угнетающими рост и развитие растений. Перечень подобных взаимодействий можно было бы продолжить. Всё это – примеры биотических взаимоотношений между организмами, т.е. объект исследования не только биологии, но и экологии. Наконец, нельзя оставить без внимания проблему охраны редких видов растений. Виноват в исчезновении многих видов растений или сокращении их ареалов нередко бывает человек, но и мероприятия по исправлению сложившейся ситуации также осуществляются людьми. Этот аспект научных знаний относится к области позитивного и негативного антропогенного воздействия человека на природу, которое также является объектом экологического исследования.

Развитие зоологии, а также – её разделов — морфологии животных и физиологии животных, тоже немыслимо без тесного взаимодействия с экологией. Многие из перечисленных выше вопросов, касающиеся проблемы взаимоотношения ботаники и

экологии, актуальны и для взаимодействия между экологией и зоологией. Остановимся лишь на некоторых ярких примерах. При ухудшении условий среды некоторые виды простейших образуют цисты, покрываясь относительно толстой защитной оболочкой. Самцы многих видов бабочек ощущают запах самок на расстоянии более километра. Обтекаемая форма тела рыбы определяется высокой плотностью водной среды, в которой ей приходится перемещаться. В стоячих, перегретых, богатых перегнивающей органикой водоемах, при ярко выраженном дефиците растворенного кислорода выживают рыбы, обладающие необычными для представителей этого надкласса приспособлениями – дополнительными органами дыхания (лабиринтовым аппаратом или примитивными лёгкими).



Рис. 2. Лабиринтовая рыба жемчужный гурами в момент захвата воздуха с поверхности воды. Фото с сайта gubkivbanke.ru

При понижении температуры окружающей среды процессы обмена веществ в телах земноводных и пресмыкающихся замедляются, активность этих животных уменьшается и они впадают в спячку. Четырёхкамерное сердце птиц и млекопитающих в сочетании с теплоизолирующими покровами (перьевым и шерстным) обеспечило теплокровность этих животных, постоянство температуры их тела, и как следствие – высокий уровень активности даже при низких температурах окружающей среды. При этом понижение температуры воздуха вызывает активизацию процессов энергетического обмена веществ у этих животных, что приводит к компенсации увеличившихся в этой ситуации теплопотерь. Представители разных видов животных принимают участие в передаче вещества и энергии посредством пищевых цепей и пищевых (трофических) сетей, являясь в них консументами, т.е. потребителями органических веществ, созданных продуцентами (зелёными растениями). Для охраны многих видов животных созданы заповедники. Все эти факты и примеры носят ярко выраженную экологическую направленность, несмотря на то, что они одновременно относятся и к системе зоологических знаний.

А, вот, некоторые примеры из области биогеографии. На Крайнем Севере почти не встречаются земноводные и пресмыкающиеся, поскольку ограничивающим фактором для распространения этих животных с непостоянной температурой тела в данном случае будет низкая среднегодовая температура окружающей среды. В пустыне почти нет амфибий, что связано с низкой влажностью. В такой ситуации тонкая кожа земноводных не может удерживать воду внутри организма, она активно испаряется и животное погибает от обезвоживания. В то же время во влажном тропическом лесу Южной Америки отмечается изобилие рептилий и амфибий, т.к. абиотические факторы среды для

них здесь оптимальны. На океанических островах кораллового происхождения земноводные практически не встречаются, поскольку у них очень мало шансов добраться туда «на попутном бревне». Ведь волна солёной воды, окатившая земноводное, переплывающее океан именно таким образом, будет являться для него «смертным приговором». Вода из тела амфибии в этой ситуации будет уходить через тонкий и влажный кожный покров во внешнюю среду, «разбавляя океан», т.к. концентрация солей в морской воде выше, чем в цитоплазме клеток земноводного, и животное быстро погибнет, не успевая доплыть до острова. Мы надеемся, что экологическое звучание этих биолого-географических примеров для читателя достаточно очевидно.

Связь экологии с цитологией и эмбриологией определяется тем, что скорость протекания разнообразных процессов в клетке, а следовательно – темпы формирования её структур, а также — её внутренняя энергетика, зависят от температурного фактора, количества и химического состава веществ, поступающих в неё извне. А значит, и темпы, например, постэмбрионального развития организма у представителей многих видов животных будут зависеть как от температуры окружающей среды, так и от химического состава потребляемых кормов, их количества, режима питания.

Связь экологии и этологии очевидна уже потому, что поведение животных (особенно инстинктивное) может инициироваться разнообразными внешними стимулами. Время начала брачных ритуалов у птиц и время готовности их к отлёту на зимовку зависит от продолжительности светлой части суток.



Рис. 3. Перелёты у птиц часто инициируются изменением длины светового дня. Фото с сайта fauna-ru.livejournal.com

Брачное поведение самцов многих млекопитающих стимулируется запахом, исходящим от готовых к размножению самок этого же биологического вида. Реакция преследования «подстёгивается» обликом и поведением убегающей потенциальной добычи. Агрессивность животных по отношению к особям своего вида резко возрастает при значительном увеличении их численности в пределах неизменных границ обитания. И таких примеров можно привести множество...

А какова же связь между экологией (с одной стороны); эволюционной биологией и генетикой (с другой стороны)? Степень функционального проявления конкретного гена в ряде случаев зависит от комплекса экологических условий, в которых существует данный организм. Происхождение жизни, выход животных и растений на сушу, а также другие этапы исторического развития жизни на Земле рассматриваются как

эволюционный ответ природных систем на динамичное комплексное воздействие экологических факторов. Различные формы борьбы за существования (как движущей силы эволюции) осуществляются путём взаимодействия особи или популяции с условиями абиотической, биотической или антропогенной среды. В процессе естественного отбора вопрос о выживании или гибели особи, о её участии или неучастии в размножении, «решается» по итогам её взаимодействия с разнообразными факторами внешней среды. Появление в процессе эволюции видоизменённых листьев – колючек у кактуса, иголок у хвойных растений; уходящей на глубину нескольких метров корневой системы пустынного растения саксаула; зелёная, покровительственная окраска тела кузнечика или белая окраска шерсти зайца зимой — это ответ «на требование» факторов внешней среды, достигнутый сочетанием и взаимодействием основных движущих сил эволюции: наследственной изменчивости (в частности – мутационного процесса), борьбы за существование, естественного отбора, наследственности.



Рис. 4. Корни саксаула в поисках воды уходят в глубину на 15-20 метров. Фото с сайта drive2.ru

Очевидна взаимосвязь экологии с биотехнологией и систематикой. Образование новых систематических единиц идет в тесном контакте и под контролем факторов окружающей среды, а нужные результаты в области биотехнологии достигаются лишь тогда, когда манипулирование животными и растительными клетками осуществляется в строго определенных искусственно созданных экспериментаторами условиях.

На современном этапе развития общества биологические и экологические исследования объединяет общая и чрезвычайно актуальна цель: предоставить общую картину функционирования природы и определить место и роль человека в природных процессах. Ведь само существование живой природы на нашей планете и процветания человеческого общества зависят от того, насколько быстро будут раскрыты закономерности существования экосистем и биосферы в целом. Из этого следует, что характер междисциплинарных связей биологии и экологии на современном этапе развития общества определяется необходимостью решения глобальных проблем человечества [10].

Экологические идеи и понятия традиционно вводятся в содержание школьных программ и учебников по биологии [1-5,7,11-14]. Требования к уровню овладения учащимися разнообразными видами интеллектуальной и практической деятельности при усвоении экологического содержания школьных программ по биологии отражены в

опубликованных различными российскими издательствами сборниках задач и упражнений для школьников [6,16,17].

Рассмотрим конкретные примеры включения экологических знаний в содержание школьного курса биологии.

В программы и учебники по биологии для 5 и 6 класса [2,3,5] многие годы включались следующие темы, идеи, проблемы и понятия, имеющие ярко выраженное экологическое звучание: среды обитания живых организмов. Экологические факторы и их влияние на живые организмы. Химический состав клетки: неорганические и органические вещества. Роль бактерий в природе и жизни человека. Грибы-паразиты. Разнообразие, распространение, значение растений. Водоросли, их многообразие, строение, среда обитания. Основные этапы развития растительного мира. Видоизменение корней. Рост и развитие побега. Внешнее строение листа. Видоизменение листьев. Строение стебля. Многообразие стеблей. Фотосинтез. Дыхание растений. Испарение воды. Листопад, Прорастание семян. Способы размножения растений. Природные сообщества. Влияние хозяйственной деятельности человека на растительный мир.

В программы и учебники по биологии для 7 класса [5,7] традиционно включались следующие темы, идеи, проблемы и понятия, имеющие ярко выраженное экологическое звучание: биоценоз. Естественные и искусственные биоценозы (водоем, луг, степь, тундра, лес, населенный пункт). Факторы среды и их влияние на биоценозы. Цепи питания, поток энергии. Пищевые взаимосвязи. Взаимосвязь компонентов биоценоза и их приспособленность друг к другу. Животный мир и хозяйственная деятельность человека. Воздействие человека и его деятельности на животных. Промыслы.

В программы и учебники по биологии для 8 класса [5,13,14] неоднократно включались следующие темы, идеи, проблемы и понятия, имеющие ярко выраженное экологическое звучание: борьба организма с инфекцией. Иммунитет. Гигиена сердечно-сосудистой системы. Болезни и травмы органов дыхания: профилактика, первая помощь. Питание и пищеварение. Гигиена органов пищеварения. Желудочно-кишечные инфекции; Обмен веществ и энергии – основное свойство всех живых организмов. Витамины. Энергозатраты человека и пищевой рацион. Уход за кожей. Гигиена одежды и обуви. Болезни кожи. Терморегуляция организма. Закаливание. Гигиена зрения. Предупреждение глазных болезней. Наследственные заболевания и болезни, передаваемые половым путем.

В программы и учебники по биологии для 9 класса [5,11] включались следующие темы, идеи, проблемы и понятия, имеющие ярко выраженное экологическое звучание: экосистемный уровень организации жизни. Биоценоз. Экосистема. Биогеоценоз. Биосфера. Видовое разнообразие. Продуценты. Консументы. Редуценты. Ярусность. Пищевая цепь. Пищевая сеть. Трофический уровень. Пирамида численности и биомассы. Продуктивность. Экологическая сукцессия. Биосферный уровень организации жизни. Биосфера. Водная среда. Наземно-воздушная среда. Почва. Организмы как среда обитания. Механическое воздействие. Физико-химическое воздействие. Перемещение вещества. Гумус. Биогеохимический цикл. Биогенные вещества.

В программы и учебники по биологии для 10-11 классов [4,5,12] традиционно включались следующие темы, идеи, проблемы и понятия, имеющие ярко выраженное экологическое звучание: экосистемный уровень. Среда обитания организмов. Экологические факторы и их влияние на организмы. Адаптация. Экологические сообщества. Виды взаимоотношений организмов в экосистеме. Экологическая ниша. Видовая и пространственная структура экосистемы. Пищевые связи в экосистеме. Круговорот веществ и превращение энергии в экосистеме. Экологическая сукцессия. Последствия влияния деятельности человека на экосистемы. Биосферный уровень. Биосфера – глобальная экосистема. Учение В. И. Вернадского о биосфере. Круговорот химических элементов и веществ в биосфере. Эволюция биосферы. Происхождение и первые этапы развития жизни на Земле. Архейская и протерозойская эры. Основные

этапы эволюции органического мира на Земле. Палеозойская, мезозойская, кайнозойская эры, Эволюция человека. Роль человека в биосфере.

В педагогической науке глубоко и всесторонне рассмотрены различные проблемы экологического образования учащихся, осуществляемого в рамках школьного курса биологии. Однако продолжение совместной работы в этом направлении специалистов высокого уровня: теоретиков образования, методистов-биологов и школьных учителей по-прежнему является весьма актуальным, что определяется динамикой развития биологии, экологии и наших представлений об их взаимосвязях в науке и образовании. И одной из важнейших задач, с нашей точки зрения, является вопрос о том, как именно должно быть представлено экологическое содержание в школьных учебниках биологии, и как может быть организована деятельность учащихся по усвоению этого содержания. Многолетний личный опыт научной работы и педагогической деятельности в средней и высшей школе позволяет высказать некоторые собственные пожелания и замечания по этому поводу.

Излагаемый в учебниках биологии материал экологического содержания желательно подавать в более систематизированном виде, чем это сделано в настоящее время. Словесные логические схемы необходимо живо комментировать в тексте учебника, приводя достаточное количество интересных и запоминающихся примеров. В таком случае живость изложения информации будет сочетаться с чёткой логической основой («логическим стержнем») данного блока экологических знаний.

Необходимо усилить практическую и воспитательную направленность приводимой в учебниках информации экологического характера. Этому будет способствовать грамотный подбор ярких, убедительных фактов, иллюстрирующих значение правильно или, наоборот, неверно организованного взаимодействия человека и природы; акцентирование внимания школьников на ранимости природных систем при грубом вмешательстве со стороны человека; на том, что именно может сделать каждый из нас для улучшения экологической ситуации в своём регионе.

Изложение содержания экологического характера в школьных учебниках может осуществляться в дискуссионном ключе, а не в виде застывших догм и постулатов. Вероятно, особое внимание должно быть уделено внедрению в структуру учебников биологии проблемных задач, развивающих у школьников творческую составляющую экологического мышления; задач, нацеленных на формирование учащимися собственных, а не навязанных им со стороны педагога или автора учебника оценочных суждений.

На страницах школьного учебника биологии необходимо найти гармонию между информацией негативного и позитивного характера. Явное преобладание первого может привести юного читателя к ощущению унылой безысходности, а значит – к внутреннему отказу от собственных действий, направленных на изменение экологической ситуации к лучшему, поскольку эти действия в данном случае будут казаться школьнику бесполезными. Явное преобладание второго, наоборот, может привести к несерьёзной, излишне легковесной оценке школьником значимости экологических проблем современности.

Учитывая тот факт, что учебник по биологии читают дети, возможно, следует существенно изменить сам концептуальный подход к построению текста учебника. Есть основания полагать, что в книге, написанной для ребёнка (даже если это школьный учебник) недопустим только строгий стиль изложения информации, принятый в научных изданиях для взрослых читателей. Конечно, в школьных учебниках этот стиль несколько упрощён, а уровень изложения информации, безусловно, ниже, чем в научных книгах и статьях для взрослых, но при этом общая ситуация принципиальным образом не меняется. Вероятно, целесообразен иной подход. Ведь в конкретном разделе школьного учебника строгое, суховатое и бесстрастное (как это принято в научной статье) изложение экологических фактов и идей может соседствовать с фрагментами текста, написанными в научно-популярном или, даже, в научно-художественном стилях.

Если эти тексты будут грамотными с точки зрения биологии и экологии, их наличие в учебнике не приведёт к снижению научного уровня изложения информации. В то же время это, безусловно, будет способствовать развитию познавательного интереса и познавательной активности у школьников, т.е. окажет большую помощь в формировании у юного читателя позитивного эмоционально-ценностного отношения к процессу изучения естествознания.

Литература

1. Беляев Д.К., Дымшиц Г.М. Биология. 10 класс / Под ред. Д.К. Беляева, Дымшица Г.М., М.: Просвещение, 2020.
2. Биология. Бактерии. Грибы. Растения. 5 кл.: учебник / В.В. Пасечник. – 8-е издание, стереотип. – М.: Дрофа, 2019. – 141, 3 с.
3. Биология. Многообразие покрытосеменных растений. 6 класс. Учебник / В.В. Пасечник. – М.: Дрофа, 2014.
4. Биология. Общая биология. 10-11 кл.: учебник для общеобразовательных учреждений / А.А. Каменский, В.В. Пасечник, А.М. Рубцов: — М.: Просвещение. 2019. 367 с.
5. Биология. 5-11 классы: программы для общеобразовательных учреждений к комплекту учебников, созданных под руководством В.В. Пасечника / авт.-сост. Г.М. Пальдяева. – М.: Дрофа, 2014. – 92 с.
6. Экология. Сборник задач, упражнений и примеров: учеб, пособие / Н.А. Бродская, О.Г. Воробьев, А.Н. Маковский и др.; под ред. О.Г. Воробьева и Н.И. Николайкина. — 2-е изд. — М.: Дрофа, 2006.
7. Бродская, О.Г. Воробьев, А.Н. Маковский и др.; под ред. О.Г. Воробьева и Н.И. Николайкина. — 2-е изд. — М.: Дрофа, 2006.
8. Биология. Животные. 7 кл. / В.В. Латюшин, В.А. Шапкин. – М.: Дрофа, 2017.
9. Вернадский В. И. Живое вещество и биосфера. — М.: Наука, 1994. 669 с.
- Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С. Экологическая энциклопедия: в 6 т. — М.: Энциклопедия, 2016.
10. Как связаны между собой биология и экология? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.youtube.com/watch?v=30.06.2021>. Дата обращения: 30.06. 2021.
11. Каменский А. А., Криксунов Е. А., Пасечник В. В. Биология. Введение в общую биологию и экологию: учеб. для общеобразоват. учеб. заведений. – М.: Дрофа, 2016. – 303 с.
12. Каменский А.А., Криксунов Е.А., Пасечник В.В. Общая биология. 10-11 класс: учебник для общеобразовательных учреждений. – 2-е изд. – М.: Дрофа, 2016.
13. Колесов Д.В. Биология. Человек. 8 класс: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений. — М.: Дрофа, 2015. — 336с;
14. Колесов Д.В., Маш Р.Д., И.Н. Беляев И.Н. Биология. Человек. 8 класс: Тематическое и поурочное планирование к учебнику. — М.: Дрофа, 2005;
15. Коммонер Б. Замыкающий круг. Природа. Человек. Технология: пер. с англ. / Б. Коммонер. — Л.: Гидрометеиздат, 1974.
16. Контрольно-измерительные материалы. Биология: 7 класс. – М.: ВАКО, 2012. – 112 с.
17. Лернер Г.И. Уроки биологии. Общая биология. Тесты, вопросы, задачи. 10-11 классы. М.: Эксмо, 2009. — 240 с.
18. Одум Ю. Основы экологии / Пер. с англ. М.: изд-во Прогресс, 1978. 380 с.
19. Пасечник В. В. Введение в общую биологию и экологию. Тематическое и поурочное планирование к учебнику А.А. Каменского, Е.А. Криксунова, В.В. Пасечника «Введение в общую биологию и экологию»: пособие для учителя. – М.: Дрофа, 2016. – 128с.
20. Программа по биологии для общеобразовательных школ (сборник Биология.

Рабочие программы. Предметная линия учебников «Линия жизни». 10;11 классы: учеб. пособие для общеобразовательных. организаций: базовый уровень / В. В. Пасечник, 21. Г. Г. Швецов, Т. М. Ефимова; М.: Просвещение, 2017

Экологическое образование в России: современная тенденция – формирование «моды на экологию» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://bellona.ru/2018/02/22/eco-education-russia/>, свободный (Дата обращения: 30.06.2021).

22. Экология как биологическая наука [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://ecosystema.ru/07referats/ecoscience.htm>, свободный. (Дата обращения: 30.06.2021).